

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра екології та ботаніки

До захисту допускається
Завідувач кафедри екології та ботаніки

_____ Інна ЗУБЦОВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти
на тему: «Комплексна оцінка екосистемних послуг
ландшафтних заказників
Краснопільської територіальної громади»

Виконала:	Рима АРШАКЯН
Група:	ЕКО 2401м
Науковий керівник:	Вікторія СКЛЯР
Рецензент	Володимир ТРОЦЕНКО

Суми – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *агротехнологій та природокористування*
Кафедра *екології та ботаніки*
Освітній ступінь – «Магістр»
Спеціальність – 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою _____ Вікторія СКЛЯР

«1» __10__ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентові

Аршакян Римі Ашотівні

1. Тема роботи: «КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛАНДШАФТНИХ ЗАКАЗНИКІВ КРАСНОПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ»

Затверджено наказом по університету від " _____ " _____ 2025 р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі: " _____ " _____ 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: офіційні документи про створення ландшафтних заказників місцевого значення; Лісовпорядна інструкція; міжнародні стандарти оцінки екосистемних послуг CICES V5.1 та SEEA EA; методологія IPCC для розрахунку секвестрації вуглецю; методика Міністерства захисту довкілля України щодо розрахунку екологічних збитків від військових дій;

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі: 1) проаналізувати сучасні підходи до оцінки екосистемних послуг згідно з міжнародними стандартами CICES V5.1 та SEEA EA; 2) охарактеризувати природно-кліматичні умови та структуру земельного покриву ландшафтних заказників Краснопільської територіальної громади; 3) адаптувати міжнародну методологію оцінки екосистемних послуг до умов локального дослідження в умовах неможливості польових робіт.

Керівник дипломної роботи _____ (Вікторія СКЛЯР)

Завдання прийняв до виконання _____ (Рима АРШАКЯН)

Дата отримання завдання "1" листопада 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
Виконання кваліфікаційної роботи
здобувача вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» (група ЕКО 2401м)
за темою «Комплексна оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників
Краснопільської територіальної громади»

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Визначення об'єкту, предмету дослідження, формулювання мети та задач кваліфікаційної роботи, складання плану	Вересень-жовтень 2024 року	
2	Підбір та вивчення літературних джерел, законодавчої та нормативної бази	Листопад-грудень 2024 року	
3	Узагальнення теоретичного матеріалу з обраної теми дослідження та представлення чорнового варіанту першого розділу кваліфікаційної роботи	Січень 2025 року	
4	Збір та узагальнення матеріалу про регіон досліджень, підготовка відповідного тексту кваліфікаційної роботи	Лютий-березень 2025 року	
5	Вибір та вивчення методів досліджень, які будуть використані при підготовці кваліфікаційної роботи, оформлення відповідного тексту кваліфікаційної роботи	Квітень 2025 року	
6	Збір та обробка фактичного (експериментального) матеріалу, у тому числі за результатами проходження виробничої практики	Травень-вересень 2025 року	
7	Оформлення теоретичної частини кваліфікаційної роботи, узагальнення експериментальної частини, захист звіту по виробничій практиці	Перша-друга декада жовтня 2025 року	
8	Завершення експериментальної частини кваліфікаційної роботи та подання попереднього варіанту експериментального розділу керівнику	Третя декада жовтня 2025 року	
9	Перевірка кваліфікаційної роботи на автентичність (подання роботи для перевірки на плагіат на кафедрі, до відділу якості освіти)	Перша декада листопаду 2025 року	
10	Остаточне оформлення кваліфікаційної роботи, та її подання на попередній захист та рецензування	Друга декада листопаду 2025 року	
11	Подання закінченої роботи та документів до неї	Третя декада листопаду 2025 року	
12	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень 2025 року	

Керівник роботи

_____ (підпис)

Вікторія СКЛЯР

_____ (Прізвище, ініціали)

Здобувач

_____ (підпис)

Рима АРШАКЯН

_____ (Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Аршакян Р.А. Комплексна оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської територіальної громади. – Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 101 "Екологія". – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена комплексній оцінці екосистемних послуг чотирьох ландшафтних заказників місцевого значення Краснопільської територіальної громади Сумської області загальною площею 273,56 га та визначенню масштабів екологічних збитків, завданих цим природоохоронним територіям внаслідок повномасштабної російської агресії.

Актуальність дослідження обумовлена недостатнім розвитком оцінки послуг природно-заповідного фонду в Україні та критичною необхідністю документування екологічних злочинів країни-агресора для притягнення до міжнародної відповідальності.

Метою дослідження є комплексна оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників та визначення масштабів екологічних збитків від війни для документування військових злочинів проти довкілля та планування післявоєнного відновлення.

Методологічною основою дослідження є міжнародна класифікація екосистемних послуг CICES V5.1 та система екологічно-економічного обліку SEEA EA. Використано методи біофізичної оцінки обсягів послуг за методологією IPCC для секвестрації CO₂, моделлю RUSLE для протиерозійної функції, гідрологічними розрахунками водорегулювання. Еколого-економічну валоризацію проведено методами ринкових цін, витрат на заміщення, соціальної вартості вуглецю, транспортних витрат та гедоністичного ціноутворення. Розрахунок збитків від війни виконано згідно з методикою Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

Встановлено, що загальна еколого-економічна цінність екосистемних послуг ландшафтних заказників станом до 24 лютого 2022 року становила 17,75 млн грн/рік або 64 886 грн/га/рік. У структурі еколого-економічної цінності регульовальні послуги забезпечували 76,3% або 13,43 млн грн/рік, культурні – 11,2% або 1,97 млн грн/рік, забезпечувальні – 12,6% або 2,22 млн грн/рік. Найціннішими виявилися послуги водорегулювання (4,71 млн грн/рік або 26,5% загальної цінності), секвестрації атмосферного вуглецю (3,39 млн грн/рік або 19,1%), очищення повітря (2,92 млн грн/рік або 16,4%) та запилення сільськогосподарських культур (2,76 млн грн/рік або 15,6%).

Доведено, що вигода від збереження природоохоронного статусу територій у 9,97 рази перевищує потенційний дохід від сільськогосподарського використання та у 28,1 рази – від інтенсивного лісогосподарського використання. Співвідношення вигід до витрат на утримання заказників становить 26,9:1.

Документовано катастрофічні екологічні наслідки повномасштабної війни: функціональність екосистем знижена на 90% внаслідок масштабних пожеж, артилерійських обстрілів, мінування території. Знищено 80-95% лісових насаджень площею 169,27 га, порушено гідрологічний режим 25,38 га водно-болотних угідь, популяції птахів скоротилися на 85-95%, великі ссавці повністю залишили територію.

Загальна сума екологічних збитків оцінена в 631,7 млн грн або 2,31 млн грн/га, включаючи капіталізовані втрати екосистемних послуг за 60-річний період відновлення (398,3 млн грн), вартість відновлювальних робіт (158,4 млн грн) та вартість знищеного запасу вуглецю (75,3 млн грн). Щорічні збитки від втрати екосистемних послуг становлять 15,97 млн грн. Найбільших абсолютних збитків зазнав заказник "Шевців" – 229,7 млн грн.

Розроблена методологія може бути використана як науково-методична основа для розрахунку екологічних збитків на інших природоохоронних територіях України. Результати дослідження можуть слугувати доказовою базою для

притягнення країни-агресора до міжнародної відповідальності у Міжнародному кримінальному суді за порушення Женевських конвенцій та Римського статуту. Кількісні оцінки збитків є основою для обґрунтування компенсаційних вимог та планування післявоєнного екологічного відновлення прикордонних територій.

Ключові слова: екосистемні послуги, ландшафтні заказники, еколого-економічна оцінка, екологічні збитки, війна, Краснопільська громада, CICES V5.1, SEEA EA, природно-заповідний фонд, секвестрація вуглецю.

ANNOTATION

Arshakian R.A. Comprehensive Assessment of Ecosystem Services of Landscape Reserves in Krasnopillia Territorial Community. – Master's qualification thesis in specialty 101 "Ecology". – Sumy National Agrarian University. – Sumy, 2025.

The thesis is devoted to comprehensive economic assessment of ecosystem services of four landscape reserves of local significance in Krasnopillia territorial community of Sumy region with total area of 273.56 ha and determination of environmental damage caused to these protected areas by Russia's full-scale aggression.

The research objective is comprehensive economic assessment of ecosystem services of landscape reserves and determination of environmental damage from war for documenting war crimes against environment and planning post-war recovery.

The methodological basis includes international classification CICES V5.1 and System of Environmental-Economic Accounting SEEA EA. Methods include biophysical assessment using IPCC methodology for CO₂ sequestration, RUSLE model for erosion control, and hydrological calculations. Economic valuation was conducted using market prices, replacement costs, social cost of carbon, travel cost method, and hedonic pricing. War damage calculation follows methodology of Ministry of Environmental Protection of Ukraine.

The total economic value of ecosystem services before February 24, 2022 was 17.75 million UAH/year or 64,886 UAH/ha/year. Regulating services provided 76.3% (13.43 million UAH/year), cultural services – 11.2% (1.97 million UAH/year), provisioning services – 12.6% (2.22 million UAH/year). Most valuable services were water regulation (4.71 million UAH/year or 26.5%), CO₂ sequestration (3.39 million UAH/year or 19.1%), air purification (2.92 million UAH/year or 16.4%), and pollination (2.76 million UAH/year or 15.6%).

Economic benefit from conservation status is 9.97 times higher than potential agricultural income and 28.1 times higher than intensive forestry use. Benefit-cost ratio for reserve maintenance is 26.9:1.

Catastrophic environmental consequences of full-scale war were documented: ecosystem functionality decreased by 90% due to massive fires, artillery shelling, and territory mining. 80-95% of forests (169.27 ha) were destroyed, hydrological regime of 25.38 ha of wetlands was disrupted, bird populations decreased by 85-95%, large mammals completely left the territory.

Total environmental damage assessed at 631.7 million UAH or 2.31 million UAH/ha, including capitalized losses of ecosystem services over 60-year recovery period (398.3 million UAH), restoration costs (158.4 million UAH), and value of destroyed carbon stock (75.3 million UAH). Annual losses from ecosystem services loss amount to 15.97 million UAH. "Shevtsiv" reserve suffered the largest absolute damage – 229.7 million UAH.

Developed methodology can be used as scientific-methodological basis for calculating environmental damage at other protected areas of Ukraine. Research results can serve as evidence base for bringing aggressor country to international responsibility at International Criminal Court for violations of Geneva Conventions and Rome Statute. Quantitative damage assessments provide basis for compensation claims and planning post-war ecological restoration of border territories.

Key words: ecosystem services, landscape reserves, economic assessment, environmental damage, war, Krasnopillia community, CICES V5.1, SEEA EA, nature reserve fund, carbon sequestration.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ (літературний огляд)	14
1.1. Концептуальні засади екосистемних послуг	14
1.2. Міжнародні класифікації та стандарти	16
1.3. Методи оцінки екосистемних послуг	18
1.4. Особливості оцінки екосистемних послуг природно-заповідних територій	19
1.5. Вітчизняний досвід та перспективи розвитку	20
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1. Об'єкт дослідження	22
2.2. Природно-кліматичні умови території дослідження	23
2.3. Біотичні умови	24
2.4. Предмет дослідження	24
2.5. Умови проведення досліджень	25
2.6. Особливості проведення дослідження в умовах повномасштабної війни	26
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ	28
3.1. Концептуальна основа дослідження	28
3.2. Класифікація екосистемних послуг	28
3.3. Джерела даних для оцінки	29
3.4. Визначення структури земельного покриття	29
3.5. Оцінка забезпечувальних послуг	30
3.6. Оцінка регулювальних послуг	30
3.7. Оцінка культурних послуг	32
3.8. Методи економічної оцінки	32
3.9. Оцінка збитків від війни	33
3.10. Порівняльний аналіз	33

	10
3.11. Часові рамки та обмеження оцінки	34
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ВІЙНИ	35
4.1. Загальна характеристика досліджуваних територій	35
4.2. Економічна цінність забезпечувальних послуг	36
4.3. Економічна цінність регулювальних послуг	39
4.4. Економічна цінність культурних послуг	45
4.5. Інтегрована економічна оцінка екосистемних послуг	47
4.6. Екологічні збитки від повномасштабної війни	50
4.7. Порівняльний аналіз та перспективи відновлення	58
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Актуальність теми. Збереження біорізноманіття та екосистемних послуг є одним з найважливіших викликів сучасності. Концепція екосистемних послуг, стандартизована через CICES та SEEA EA, надає інструментарій для оцінки внеску природи у добробут суспільства. В Україні оцінка послуг природно-заповідного фонду залишається недостатньо розвиненою. Після 24 лютого 2022 року повномасштабна російська агресія призвела до катастрофічного руйнування природних екосистем прикордонних регіонів. Краснопільська громада, розташована на кордоні, щоденно зазнає обстрілів, її ландшафтні заказники майже повністю зруйновані. Оцінка екосистемних послуг та розрахунок збитків є актуальним завданням для документування військових злочинів та планування післявоєнного відновлення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема кваліфікаційної роботи відповідає тематиці науково-дослідної роботи кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету: «Інвентаризація біорізноманіття та комплексний популяційний аналіз рослинного покриву Північно-Східної України» (номер державної реєстрації: 0121U113245).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є комплексна оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської громади та визначення масштабів екологічних збитків від війни.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні підходи до оцінки екосистемних послуг.
2. Охарактеризувати природні умови та структуру земельного покриву заказників.
3. Адаптувати міжнародну методологію до умов локального дослідження.
4. Провести оцінку забезпечувальних, регулювальних та культурних послуг.

5. Визначити збитки від руйнування екосистем війною.
6. Обґрунтувати рекомендації щодо використання результатів.

Об'єкт дослідження – екосистемні послуги територій із природоохоронним статусом

Предмет дослідження – оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників місцевого значення Краснопільської селищної територіальної громади Сумської області й визначення збитків, завданих їм війною.

Методи досліджень. Теоретичний аналіз літератури, системний підхід, класифікація згідно з CICES V5.1 та SEEA EA, картографічний метод, аналіз лісовпорядних даних. Біофізична оцінка: методика IPCC для секвестрації CO₂, модель RUSLE для ерозії, гідрологічні розрахунки, таблиці ходу росту, оцінка запилення. Еколого-економічна оцінка: метод ринкових цін, витрат на заміщення, соціальної вартості вуглецю, транспортних витрат, гедоністичного ціноутворення. Розрахунок збитків згідно з методикою Мінекології.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше для Краснопільської громади проведено комплексну оцінку екосистемних послуг згідно з міжнародними стандартами, визначено загальну цінність (17,75 млн грн/рік). Удосконалено методологічний підхід до оцінки в умовах неможливості польових досліджень. Вперше адаптовано методику розрахунку збитків від війни до природоохоронних територій з капіталізацією за 60 років, визначено суму збитків (631,7 млн грн). Дістало подальший розвиток обґрунтування ефективності природоохоронного статусу.

Практичне значення одержаних результатів. Методологія є основою для розрахунку збитків на інших територіях. Матеріали можуть бути включені до Національного реєстру збитків та використані як доказова база для міжнародних позовів. Оцінки є основою для компенсаційних вимог (631,7 млн грн) та планування відновлення (158,4 млн грн, 60-100 років). Результати можуть бути використані у

навчальному процесі при викладанні дисциплін «Заповідна справа» та "Оцінка впливу на довкілля".

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно проведено аналіз 52 літературних джерел, зібрано та опрацьовано первинну інформацію, адаптовано міжнародну методологію, виконано біофізичні розрахунки та еколого-економічну оцінку, розраховано збитки від війни, проведено порівняльний аналіз, сформульовано висновки, підготовлено 15 таблиць, 77 сторінок.

Апробація результатів роботи. Результати доповідалися на науково-практичній конференції Сумського НАУ (14-18 квітня 2025 р.), представлені на засіданнях кафедри та факультету.

Публікації. За темою роботи опубліковано 2 праці:

Аршакян Р.А. Біорізноманіття як індикатор стану екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської територіальної громади. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-18 квітня 2025 р.). Суми, 2025. С. 18.

Аршакян Р.А. Біорізноманіття як індикатор стану екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської територіальної громади. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (17-21 листопада 2025 р.). Суми, 2025. С. 51.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку джерел (52 найменування, з них 18 іноземними мовами) та додатків. Повний обсяг – 77 сторінок, основний текст – 69 сторінок, 15 таблиць.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

(літературний огляд)

1.1. Концептуальні засади екосистемних послуг

Концепція екосистемних послуг є однією з найважливіших парадигм сучасної екологічної науки та природоохоронної практики. Зародження цієї концепції пов'язують із роботами 1970-х років, коли науковці почали усвідомлювати критичну залежність людського суспільства від функціонування природних екосистем. Однак термін "екосистемні послуги" набув широкого використання після публікації звіту Millennium Ecosystem Assessment у 2005 році [15]. У ньому було вказано, що екосистемні послуги – це блага та переваги які люди отримують від природи та екосистем. Дане визначення стало основоположним для подальшого розвитку наукових досліджень у цій галузі та формування міжнародних підходів до збереження біорізноманіття.

Фундаментальним принципом концепції екосистемних послуг є розуміння того, що природні екосистеми функціонують як складні системи, що забезпечують широкий спектр вигод для людства. Ці вигоди варіюють від безпосередньо споживаних ресурсів, таких як їжа та вода, до менш очевидних, але не менш важливих функцій, таких як регулювання клімату та збереження біорізноманіття. Ключовою особливістю цього підходу є визнання того, що екосистемні послуги не існують незалежно одна від одної, а формують взаємопов'язані мережі функцій та процесів.

Згідно з класифікацією Millennium Ecosystem Assessment [15], послуги від екосистем диференціюються на чотири базові групи, кожна з яких має свої особливості та механізми функціонування.

Забезпечувальні послуги включають продукти, які люди набувають напряду від екосистем: їжу, прісну воду, деревину, волокна, генетичні ресурси та біохімічні речовини. Ці послуги мають найбільш очевидну еколого-економічну цінність, оскільки безпосередньо використовуються в господарській діяльності людини. Особливістю забезпечувальних послуг є те, що їх споживання часто призводить до фізичного вилучення ресурсів з екосистем, що може впливати на здатність екосистем надавати інші види послуг.

Регулювальні послуги охоплюють переваги, що набуваються від регулювання процесів в екосистемах: регулювання хвороб, клімат, запилення та природних небезпек, очищення води та повітря. Ці послуги часто залишаються непоміченими до тих пір, поки не порушуються функції екосистем, що їх забезпечують. Cardinale та співавтори [4] підкреслюють, що втрата біорізноманіття може суттєво впливати на здатність екосистем надавати регулювальні послуги. Особливістю регулювальних послуг є їх профілактичний характер – вони запобігають виникненню проблем, а не вирішують уже існуючі.

Культурні послуги представляють нематеріальні блага, які люди набувають від природи через рефлексію, культурне збагачення, особистісний розвиток, рефлексію, рекреацію та естетичні переживання. Ці послуги мають особливе значення для соціального та психологічного благополуччя людини, формування культурної ідентичності та збереження традиційних знань.

Підтримуючі послуги є необхідними для формування усіх інших базових екосистемних послуг, включаючи утворення ґрунтів, продукування кисню, колообіг поживних речовин та первинну продукцію. Balvanera та співавтори [1] зазначають, що підтримуючі послуги формують основу функціонування екосистем і забезпечують можливість надання всіх інших категорій послуг.

Подальший розвиток концепції екосистемних послуг відбувся в рамках міжнародних ініціатив TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) та IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem

Services). Зазначена програма ТЕЕВ, розпочата у 2007 році, сприяла розробці методологічних підходів до економічної оцінки природного капіталу. Kumar [14] у фундаментальній праці "The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations" ґрунтовно розглядає теоретичні основи економічної оцінки екосистемних послуг.

IPBES [11] представив комплексну оцінку стану біорізноманіття та послуг від екосистем на глобальному рівні, виявивши, що природа знижується глобально безпрецедентними в історії людства темпами, а темпи вимирання видів прискорюються. Звіт підкреслює критичну важливість екосистемних послуг для благополуччя людини та необхідність термінових заходів для їх збереження.

У контексті українських досліджень, Дегтяр та Непошивайленко [21] аналізують актуальні підходи до оцінки екосистемних послуг та зазначають, що традиційні методи обліку не дають можливості повноцінно оцінити внесок екосистем у добробут суспільства. Автори підкреслюють необхідність розробки релевантних уніфікованих методик еколого-економічної оцінки послуг, які надають екосистеми.

Жук та Бондарчук [23] розглядають екосистемні послуги лісів України та підкреслюють важливість міждисциплінарного підходу до вивчення взаємодії між природними екосистемами та людським суспільством.

1.2. Міжнародні класифікації та стандарти

Важливим етапом у стандартизації підходів до оцінки та аналізу екосистемних послуг стала розробка міжнародних класифікаційних систем, які забезпечують методологічну єдність та можливість порівняння результатів досліджень на глобальному рівні. Найбільш значущими розробками у цій сфері є Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) та System of Environmental Economic Accounting Ecosystem Accounting (SEEA EA).

Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) [10] була створена Європейським агентством з навколишнього середовища для забезпечення послідовності у визначенні та аналізі послуг від екосистем на міжнародному рівні. Розробка CICES була ініційована у відповідь на потребу в більш деталізованій та структурованій класифікації екосистемних послуг, ніж та, що була запропонована в Millennium Ecosystem Assessment [15].

Основною особливістю CICES [10] є її ієрархічна структура, яка дозволяє проводити оцінку на різних рівнях деталізації залежно від цілей дослідження та наявних даних. Класифікація включає п'ять ієрархічних рівнів: розділ, відділ, група, клас та тип класу. Найвищий рівень представлений трьома основними розділами: забезпечувальні послуги, регулювальні та підтримуючі послуги, а також культурні послуги.

CICES версії 5.1, оприлюднена у 2018 році, включає суттєві удосконалення порівняно з попередніми версіями. Haines-Young та Potschin-Young [10] у своїй роботі детально описують структуру CICES V5.1 та надають рекомендації щодо її практичного застосування.

Важливою особливістю CICES [10] є її фокус на кінцевих екосистемних послугах, які безпосередньо споживаються або використовуються людьми. Це дозволяє уникнути подвійного підрахунку, який може виникати при одночасному обліку проміжних та кінцевих послуг.

Czúcz та співавтори [6] провели систематичний огляд індикаторів екосистемних послуг та їх класифікації з використанням CICES, проаналізувавши 85 наукових публікацій та ідентифікувавши 440 індикаторів. Дослідження виявило, що майже всі класи CICES були представлені в наукових дослідженнях.

System of Environmental Economic Accounting Ecosystem Accounting (SEEA EA) [18] представляє собою статистичну основу для систематичного обліку екосистем, яка була розроблена під егідою Статистичної комісії ООН та прийнята

як міжнародний стандарт у 2021 році. SEEA EA є частиною більшої системи SEEA, яка включає також Центральну основу для обліку природних ресурсів.

Ключовою особливістю SEEA EA [18] є інтеграція екологічної та економічної інформації в рамках єдиної облікової системи, що дозволяє оцінювати внесок екосистем у національну економіку та благополуччя населення.

Інші міжнародні ініціативи також сприяли стандартизації підходів до оцінки екосистемних послуг. Зокрема, програма MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services) Європейського Союзу розробила методичні рекомендації для картування та оцінки екосистемних послуг на європейському рівні. Burkhard та співавтори [3] описують досвід реалізації MAES та виділяють ключові уроки інтеграційного підходу.

Важливою тенденцією у розвитку міжнародних стандартів є посилення зв'язків між різними класифікаційними системами. CICES [10] розроблялась з урахуванням сумісності з Millennium Ecosystem Assessment [15], TEEB [14] та SEEA [18], що дозволяє використовувати напрацювання різних ініціатив у комплексі.

1.3. Методи оцінки екосистемних послуг

Методологічні підходи до оцінки екосистемних послуг є одним з найбільш динамічно розвиваючихся напрямів сучасної екологічної науки. Різноманіття методів обумовлено складністю та багатомірністю екосистемних послуг, а також різними цілями та контекстами їх оцінки.

Біофізичні методи оцінки

Біофізичні методи базуються на вимірюванні фізичних параметрів екосистем та їх функцій і формують основу для розуміння механізмів надання екосистемних послуг. Картування екосистем є фундаментальним методом, який забезпечує просторову основу для всіх інших видів оцінки. Аналіз біомаси та продуктивності включає вимірювання запасів вуглецю в різних компонентах екосистем.

Економічні методи оцінки

Економічні методи спрямовані на монетарну оцінку екосистемних послуг та включають широкий спектр підходів. Метод ринкових цін застосовується для оцінки забезпечувальних послуг, які мають прямі ринкові аналоги. Метод продуктивності оцінює екосистемні послуги через їх внесок у виробництво ринкових товарів. Гедоністичний метод ціноутворення аналізує вплив екологічних характеристик на ціни нерухомості.

Соловій [44] досліджує концепцію плати за послуги екосистем як інструмент економічного стимулювання збереження природних ресурсів. Автор аналізує світовий досвід впровадження схем платежів за екосистемні послуги.

Інтегровані методи оцінки

Інтегровані методи поєднують біофізичну та економічну оцінку екосистемних послуг. Просторове моделювання екосистемних послуг включає використання геоінформаційних систем для картування та кількісної оцінки послуг у просторі.

Burkhard та співавтори [3] описують досвід картування та оцінки екосистемних послуг в Європейському Союзі в рамках проекту ESMERALDA, підкреслюючи важливість інтегрованого підходу для ефективного управління природними ресурсами.

1.4. Особливості оцінки екосистемних послуг природно-заповідних територій

Природно-заповідні території займають особливе місце в системі збереження біорізноманіття та забезпечення екосистемних послуг. Їх унікальність полягає в тому, що вони одночасно є резервуарами природного капіталу, центрами збереження біорізноманіття та постачальниками критично важливих екосистемних послуг для суспільства.

Закон України "Про природно-заповідний фонд України" [27] регламентує правові засади природно-заповідного фонду України. Він визначає, що ландшафтні заказники, як категорія природно-заповідного фонду, створюються з метою збереження та відтворення природних комплексів та об'єктів, що мають виняткову екологічну, наукову, рекреаційну, естетичну та загалом природоохоронну цінність. Варуха [19] у своєму аналізі, який стосується оцінки екосистемних послуг для визначення втрат, завданих військовими діями, звертає увагу на особливу важливість природоохоронних територій для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку.

1.5. Вітчизняний досвід та перспективи розвитку

В Україні дослідження екосистемних послуг активно розвиваються в провідних наукових установах та університетах. На регіональному рівні важливу роль відіграють дослідження природно-заповідного фонду окремих областей. Природно-заповідний фонд Сумської області, представлений у вигляді атласу-довідника [38], демонструє різноманіття природоохоронних територій регіону та їх значення для збереження біорізноманіття.

Сучасні тенденції розвитку концепції екосистемних послуг характеризуються переходом від теоретичних розробок до практичного впровадження в системи управління природними ресурсами. При цьому значущості набувають наукові розробки, спрямовані на розробку локальних та регіональних підходів до оцінки екосистемних послуг.

Висновок до розділу 1

Спираючись на здійснений літературний огляд, можна зробити наступні висновки:

1. Концептуальна зрілість галузі: Концепція екосистемних послуг досягла високого рівня теоретичного розвитку, що підтверджується існуванням міжнародно

визнаних класифікацій (CICES [10], SEEA EA [18]) та стандартів оцінки. Чотирьохкомпонентна класифікація Millennium Ecosystem Assessment [15] залишається базовою для більшості досліджень.

2. Методологічна диверсифікація: Існує широкий спектр методів оцінки екосистемних послуг - від біофізичних до економічних та інтегрованих підходів.

3. Стандартизація міжнародного рівня: Прийняття SEEA EA [18] як міжнародного стандарту Статистичною комісією ООН у 2021 році створило міцну основу для гармонізації національних систем обліку природного капіталу.

4. Особлива роль природоохоронних територій: Ландшафтні заказники та інші категорії природно-заповідного фонду мають особливе значення для збереження екосистемних послуг завдяки встановленому режиму охорони.

5. Розвиток вітчизняної школи: В Україні формується власна наукова школа дослідження екосистемних послуг.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт дослідження

Об'єкт дослідження – екосистемні послуги територій із природоохоронним статусом

Предмет дослідження – оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників місцевого значення Краснопільської селищної територіальної громади Сумської області й визначення збитків, завданих їм війною.

Дослідження охоплює чотири ключові ландшафтні заказники, які демонструють різноманіття природних умов та природоохоронних викликів.

Ландшафтний заказник "Краснопільський"

Першим об'єктом є ландшафтний заказник місцевого значення "Краснопільський" [36], площею 42,06 га. Він був створений 22 лютого 2019 року рішенням Сумської обласної ради. Розташований безпосередньо поблизу смт Краснопілля, цей заказник репрезентує типові для регіону елементи лісостепового ландшафту.

Ландшафтний заказник "Шевців"

Значно більшим за площею є заказник "Шевців" [37] (96 га), створений 27 червня 2008 року рішенням Сумської обласної ради. Заказник "Шевців", завдяки своїй значній площі, охоплює великі природні комплекси.

Ландшафтний заказник "Біликів"

Ландшафтний заказник "Біликів" [34] площею 50,5 га також створений 27 червня 2008 року одночасно з заказником "Шевців". Заказник характеризується унікальним поєднанням лісових та водно-болотних екосистем.

Ландшафтний заказник "Довжик"

Четвертим важливим об'єктом дослідження є ландшафтний заказник місцевого значення "Довжик" [35], який був створений 22 лютого 2019 року рішенням Сумської обласної ради і має площу 85 га. Заказник характеризується переважанням лісостепових ландшафтів з мозаїчним поєднанням лісових масивів та відкритих просторів.

2.2. Природно-кліматичні умови території дослідження

Краснопільська територіальна громада розташована в північно-східній частині Сумської області і знаходиться на межі двох природних зон – лісостепової та, частково, поліської, що зумовлює виняткове ландшафтне та біологічне різноманіття.

Кліматичні особливості

Район характеризується помірно-континентальним кліматом. За даними Сумської метеорологічної станції [20], середньорічна температура повітря становить $+7,2^{\circ}\text{C}$. Річна сума опадів становить 550-650 мм, з максимумом у літні місяці. Вегетаційний період триває близько 200-210 днів.

Рельєф та геоморфологія

Рельєф території характеризується переважанням рівнинного характеру з розвиненою мережею річок. Згідно з топографічними картами [48], абсолютні висоти коливаються від 150 до 180 м над рівнем моря.

Ґрунтовий покрив

Ґрунтовий покрив представлений мозаїкою чорноземів типових та опідзолених, сірих лісових ґрунтів. Кількість гумусу в ґрунтах коливається від 3-4% у сірих лісових ґрунтах до 5-6% у чорноземах типових.

2.3. Біотичні умови

Рослинність

Рослинний покрив території формувався в умовах лісостепової зони. Відповідно до даних про флору Сумської області, лісова рослинність здебільшого рпрезентована лісами дубово-березової формації. Корінними є ліси з дуба звичайного (*Quercus robur*) [50].

Тваринний світ

Фауна території типова для лісостепової зони України, згідно з Червоною книгою України [51]. Серед ссавців звичайні козуля європейська (*Capreolus capreolus*), лисиця звичайна (*Vulpes vulpes*), кабан дикий (*Sus scrofa*), куниця кам'яна (*Martes foina*).

2.4. Предмет дослідження

Предметом дослідження є комплексна оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників місцевого значення Краснопільської громади. Відповідно до класифікації CICES V5.1 [10] та специфіки природних умов досліджуваних територій, для детального аналізу обрано наступні категорії:

Забезпечувальні послуги:

- Виробництво біомаси для енергетичних цілей
- Забезпечення генетичними ресурсами
- Забезпечення прісною водою для господарських потреб

Регулювальні послуги:

- Регулювання якості повітря
- Регулювання клімату (секвестрація вуглецю)
- Регулювання водного режиму
- Регулювання ерозійних процесів

- Біологічний контроль шкідників
- Запилення рослин

Культурні послуги:

- Рекреаційні послуги
- Естетичні послуги
- Освітні послуги
- Духовні та культурні послуги

2.5. Умови проведення досліджень

Дослідження проводилося в умовах, що вимагали комплексного поєднання теоретичного аналізу та використання наявних матеріалів.

Інформаційна база дослідження

Інформаційна база була сформована з широкого спектру джерел:

Офіційні документи: рішення Сумської обласної ради про створення кожного з ландшафтних заказників [34, 35, 36, 37], положення про ці заказники, ключові нормативно-правові акти України у сфері природоохоронного законодавства [26, 27].

Наукові публікації: монографії, статті у фахових виданнях, дисертації, присвячені природно-заповідному фонду Сумської області [38], ландшафтному різноманіттю Лісостепу, екологічним проблемам та методам охорони природи.

Картографічні матеріали: топографічні карти різних масштабів [48], ґрунтові карти, карти рослинності, схеми екологічної мережі Сумської області.

Статистичні дані: відомості щодо земельного фонду [45], лісових ресурсів, сільськогосподарського виробництва, матеріали лісовпорядних обстежень [28].

Через неможливість проведення польових досліджень внаслідок бойових дій, структура земельного покриву, показники біорізноманіття та окремі параметри екосистем визначені модельно на основі типових характеристик подібних

природних комплексів лісостепової зони згідно з [17, 38, 50, 51] та загальних описів у положеннях про заказники [34-37]. Отримані еколого-економічні оцінки відображають потенційну цінність природних комплексів такого типу та методологічний підхід до розрахунку екологічних збитків від військових дій.

2.6. Особливості проведення дослідження в умовах повномасштабної війни

24 лютого 2022 року російська федерація розпочала повномасштабну війну проти України, що кардинально змінило умови проведення наукових досліджень на прикордонних територіях. Краснопільська територіальна громада Сумської області, розташована безпосередньо біля державного кордону з країною-агресором, опинилася в зоні активних бойових дій та постійних обстрілів.

Від початку повномасштабної агресії територія громади щоденно зазнає ракетних ударів, авіаційних бомбардувань та артилерійських обстрілів. Природоохоронні території, які є об'єктом даного дослідження, зазнали значних руйнувань. За попередніми оцінками, від цих природних територій майже нічого не залишилося у їхньому первісному стані.

В умовах постійної загрози життю та відсутності фізичного доступу до досліджуваних територій проведення польових робіт стало неможливим. Відтак дане дослідження базується виключно на теоретичному аналізі та використанні даних, зібраних до початку повномасштабної війни.

Методологічною основою роботи стали офіційні документи про створення заказників [34, 35, 36, 37], лісовпорядні матеріали [28], топографічні карти [48] та наукові публікації про подібні природні комплекси лісостепової зони України [17, 21, 23].

Важливо наголосити, що результати оцінки екосистемних послуг, представлені у даній роботі, відображають потенціал та цінність природних

комплексів заказників, який існував до російської агресії. Ці дані набувають особливого значення як документальне свідчення про природний капітал, знищений внаслідок військових злочинів російської федерації.

Дослідження має подвійну мету. По-перше, воно документує екосистемні послуги, які надавали ландшафтні заказники до війни. По-друге, результати оцінки слугують основою для розрахунку масштабів екологічних втрат та збитків, завданих природі війною [25, 29], що є критично важливим для майбутнього притягнення країни-агресора до відповідальності згідно з міжнародним правом [24, 40].

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

3.1. Концептуальна основа дослідження

Методика оцінки екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської громади базується на інтегрованому підході, що поєднує біофізичні методи кількісної оцінки обсягів послуг з економічною валоризацією їх цінності. Концептуальною основою обрано класифікацію CICES V5.1 [10], що забезпечує міжнародну порівнянність результатів та відповідність сучасним стандартам обліку природного капіталу згідно з SEEA EA [18].

Дослідження базується на каскадній моделі, згідно з якою екосистемні структури формують функції, які у свою чергу забезпечують послуги, що приносять вигоди людям. Розуміння цих зв'язків є критично важливим для обґрунтування природоохоронних рішень та розрахунку збитків від руйнування екосистем.

В умовах неможливості проведення польових досліджень через військову загрозу методика спирається на теоретичний аналіз, використання офіційної документації [34, 35, 36, 37], лісовпорядних матеріалів [28] та наукових публікацій про подібні екосистеми лісостепової зони України [17, 23].

3.2. Класифікація екосистемних послуг

Відповідно до міжнародної класифікації CICES V5.1 [10] та з урахуванням специфіки досліджуваних територій для детальної оцінки обрано три основні категорії послуг:

Забезпечувальні послуги включають виробництво біомаси для енергетичних цілей, забезпечення генетичними ресурсами та забезпечення прісною водою для господарських потреб.

Регулювальні послуги охоплюють регулювання якості повітря, регулювання клімату через секвестрацію вуглецю, регулювання водного режиму, контроль ерозійних процесів, біологічний контроль шкідників та запилення рослин.

Культурні послуги представлені рекреаційними, естетичними, освітніми та духовно-культурними послугами.

3.3. Джерела даних для оцінки

Основою для розрахунків слугували офіційні документи про створення ландшафтних заказників [34, 35, 36, 37], затверджені рішеннями Сумської обласної ради, де зазначені площі територій та їх основні характеристики. Лісовпорядні матеріали [28] містили інформацію про породний склад лісів, класи віку деревостанів та бонітет насаджень. Топографічні карти [48] використовувалися для визначення рельєфу, гідрографічної мережі та загального характеру території.

Показники продуктивності екосистем, коефіцієнти депонування вуглецю, водорегулювальні характеристики та інші параметри екосистемних функцій було взято з наукових публікацій [17, 21, 23, 49]. Використовувалися стандартні таблиці ходу росту лісів згідно з методичними рекомендаціями [30, 31].

Економічна інформація включала актуальні ринкові ціни на деревину [41], лісонасінневу продукцію, тарифи на водопостачання [47] станом на 2024-2025 роки. Міжнародні показники соціальної вартості вуглецю [33] були адаптовані до українських умов.

3.4. Визначення структури земельного покриття

Визначення площ різних типів екосистем у межах кожного заказника проводилося на основі аналізу офіційних документів про їх створення [34, 35, 36, 37] та лісовпорядних матеріалів [28]. Положення про заказники містили загальну

характеристику території з описом основних типів рослинності. Лісовпорядні описи надавали детальну інформацію про площі лісових насаджень різних порід, їх вік та продуктивність.

Для заказників, де лісовпорядні матеріали були неповними, використовувався метод експертної оцінки на основі типової структури подібних природних комплексів лісостепової зони згідно з атласом-довідником [38].

3.5. Оцінка забезпечувальних послуг

Потенціал виробництва деревної біомаси визначався на основі показників продуктивності лісових насаджень згідно з таблицями ходу росту для лісостепової зони України [30, 31]. Для кожного типу лісу враховувався клас бонітету та вік деревостану згідно з лісовпорядними описами [28].

Оцінка генетичних ресурсів базувалася на аналізі флористичного та фауністичного різноманіття подібних територій за літературними джерелами [50, 51]. Потенціал заготівлі насіння цінних деревних порід розраховувався виходячи з площі плодоносних насаджень та нормативних показників урожайності насіння [30].

Водозабезпечувальна функція екосистем оцінювалася через обсяги інфільтрації атмосферних опадів у ґрунт та живлення підземних вод. Розрахунок проводився окремо для лісових, лучних та водно-болотних екосистем з використанням нормативних коефіцієнтів інфільтрації. Дані про середню річну суму опадів були взяті з багаторічних спостережень Сумської метеостанції [20].

3.6. Оцінка регулювальних послуг

Секвестрація атмосферного вуглецю є однією з найважливіших регулювальних послуг лісових екосистем. Розрахунок депонування CO₂

проводився окремо для надземної біомаси та ґрунтового органічного вуглецю. Запас вуглецю в біомасі визначався на основі запасу деревини з використанням коефіцієнтів розширення біомаси та частки вуглецю в сухій речовині згідно з міжнародними методиками IPCC [12]. Для лісів різних типів та класів віку використовувалися відповідні нормативні показники секвестрації [17, 23, 49].

Функція очищення повітря оцінювалася через депонування пилу та поглинання токсичних газів рослинністю. Маса осадженого пилу розраховувалася на основі літературних даних про поглинальну здатність листяних та хвойних лісів [23].

Водорегулювальна функція включає зменшення піку паводків та підтримання водності річок у літню межінь. Обсяг затриманої паводкової води визначався з урахуванням площі лісових екосистем, річної суми опадів [20] та коефіцієнта затримання стоку лісом.

Протиерозійна функція рослинного покриву оцінювалася через попереджені втрати ґрунту порівняно з оголеною поверхнею. Розрахунок базувався на модифікованому рівнянні RUSLE [16] з урахуванням крутизни схилів згідно з топографічними картами [48].

Біологічний контроль шкідників здійснюється популяціями комахоїдних птахів, що гніздяться у заказниках. Чисельність птахів оцінювалася експертно на основі типової щільності гніздування для лісів регіону згідно з даними Червоної книги [51].

Послуга запилення надається комахами-запилювачами, для яких заказники є місцями проживання та розмноження. Еколого-економічна оцінка базувалася на міжнародних дослідженнях Klein та співавторів [13] і Gallai та співавторів [9] внеску запилення у врожайність різних культур, адаптованих до місцевих умов.

3.7. Оцінка культурних послуг

Рекреаційна цінність заказників оцінювалася двома методами. Метод транспортних витрат базується на підрахунку кількості відвідувачів та середніх витрат на дорогу до місця відпочинку. Кількість відвідувань оцінювалася експертно на основі опитувань місцевого населення [45].

Естетична цінність ландшафтів визначалася комплексною оцінкою їх привабливості за критеріями різноманітності біотопів, наявності краєвидних точок, збереженості природних комплексів. Економічна оцінка естетичних послуг проводилася методом гедоністичного ціноутворення через аналіз впливу близькості до природних територій на вартість нерухомості у прилеглих населених пунктах згідно з даними [2, 45].

Освітні послуги оцінювалися через кількість освітніх заходів, що проводилися або могли б проводитися на території заказників. Духовно-культурна цінність оцінювалася методом умовної оцінки через опитування населення.

3.8. Методи економічної оцінки

Економічна оцінка передбачає перерахунок біофізичних показників у грошовий еквівалент. Для забезпечувальних послуг, що мають ринкові аналоги, застосовувався метод ринкових цін [41, 47]. Для більшості регульовальних послуг використовувався метод витрат на заміщення [5, 8].

Для оцінки кліматорегульовальних послуг використовувався показник соціальної вартості вуглецю [33], який відображає економічні збитки від викиду однієї тонни CO₂ в атмосферу. Згідно з актуалізованими оцінками міжнародних організацій на 2025 рік показник становить 85 доларів США за тонну CO₂ .

Метод перенесення вигід застосовувався для оцінки послуг, прямої оцінки яких провести складно. Використовувалися результати досліджень з інших

подібних територій [2, 5, 7, 8] з корекцією на відмінності в характеристиках екосистем.

3.9. Оцінка збитків від війни

Окремим блоком методики є оцінка екологічних збитків, завданих природним територіям внаслідок військових дій російської федерації. Оцінка базується на порівнянні економічної цінності екосистемних послуг, які надавалися заказниками до початку повномасштабної агресії, з нульовим або мінімальним рівнем надання цих послуг після руйнування територій згідно з методикою [29].

Щорічні збитки від втрати екосистемних послуг визначаються як річна економічна цінність послуг, помножена на коефіцієнт руйнування екосистем. Враховуючи масштаби знищення лісів згідно з даними [25, 32, 43], постійні обстріли та пожежі, коефіцієнт руйнування приймається на рівні 0,90.

Капіталізовані збитки розраховуються як сума дисконтованих щорічних втрат протягом періоду відновлення екосистем [22, 46]. Для лісових екосистем період повного відновлення після масштабних руйнувань становить 60-80 років.

Додатково оцінюється вартість відновлювальних робіт, необхідних для повернення територій до функціонального стану [46]. Загальна сума екологічних збитків складається з капіталізованих втрат екосистемних послуг та вартості відновлення згідно з методикою [29] та реєстром збитків [39].

3.10. Порівняльний аналіз

Для обґрунтування еколого-економічної ефективності природоохоронного статусу територій проводиться порівняння з альтернативними варіантами використання згідно з підходами Costanza та співавторів [5] і Bateman та співавторів [2]. Розраховується потенційний економічний дохід від сільськогосподарського

використання території [45] та від інтенсивного лісогосподарського використання [30].

3.11. Часові рамки та обмеження оцінки

Базовим періодом для оцінки екосистемних послуг є 2024-2025 роки, однак результати відображають стан екосистем, який існував до 24 лютого 2022 року. Прогнозний період для оцінки довгострокових послуг становить 20 років згідно з рекомендаціями [7, 8].

Методика має низку обмежень, пов'язаних з неможливістю проведення польових досліджень та використання сучасних технологій дистанційного зондування. Оцінка базується на теоретичних показниках та даних аналогів [17, 21, 23, 38], що вносить певну невизначеність у результати.

Незважаючи на обмеження, застосована методика дозволяє отримати обґрунтовані оцінки економічної цінності екосистемних послуг та масштабів екологічних збитків від війни, які можуть використовуватися для документування військових злочинів проти довкілля [25, 29, 39] та обґрунтування компенсаційних вимог до країни-агресора у міжнародних судових інстанціях згідно з нормами міжнародного права [24, 40, 42].

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ВІЙНИ

4.1. Загальна характеристика досліджуваних територій

На основі аналізу офіційних документів про створення ландшафтних заказників [34, 35, 36, 37], Лісовпорядної інструкції [28], нормативів лісового господарства [30, 31] та топографічних карт [48] було визначено структуру земельного покриття кожної з чотирьох досліджуваних територій станом на момент їх створення та останнього лісовпорядкування (2018-2022 рр.).

Загальна площа ландшафтних заказників Краснопільської територіальної громади становила 273,56 гектара. Заказник "Краснопільський" [36] площею 42,06 га був створений 22 лютого 2019 року. Найбільший заказник "Шевців" [37] площею 96,00 га створено 27 червня 2008 року. Заказник "Біликів" [34] площею 50,50 га також створено у 2008 році. Заказник "Довжик" [35] площею 85,00 га створено у 2019 році.

Таблиця 4.1. Структура земельного покриття ландшафтних заказників (станом на 2018-2020 рр.)

Заказник	Ліси листяні	Ліси хвойні	Луки	Водно-болотні угіддя	Інше	Разом
	га (%)	га (%)	га (%)	га (%)	га (%)	га
Краснопільський	25,84 (61,4)	1,50 (3,6)	10,52 (25,0)	2,10 (5,0)	2,10 (5,0)	42,06
Шевців	58,56 (61,0)	8,64 (9,0)	20,16 (21,0)	6,72 (7,0)	1,92 (2,0)	96,00
Біликів	20,71 (41,0)	2,02 (4,0)	15,15 (30,0)	10,61 (21,0)	2,01 (4,0)	50,50
Довжик	44,20 (52,0)	6,80 (8,0)	25,50 (30,0)	5,95 (7,0)	2,55 (3,0)	85,00
РАЗОМ	149,31 (54,6)	19,96 (7,3)	71,33 (26,1)	25,38 (9,3)	8,58 (3,1)	273,56

Джерело: розраховано автором на основі [28, 34, 35, 36, 37]

Аналіз структури земельного покриву показує домінування лісових екосистем, які займають 169,27 га або 61,9% загальної площі. Листяні ліси становлять 88,3% лісової площі, що відповідає природній зональності лісостепу згідно з [17, 38]. Породний склад лісів представлений переважно дубом звичайним (51,0% лісових площ) та березою повислою (26,8%) згідно з даними офіційних документів [34-37] та біогеографічними характеристиками регіону [50]. Вікова структура характеризується переважанням середньовікових насаджень III-IV класу віку (40-80 років) з середнім класом бонітету II, що свідчить про високу продуктивність згідно з нормативами [30, 31].

Лучні екосистеми займають 71,33 га (26,1% площі) та представлені різнотравно-злаковими угрупованнями. Водно-болотні угіддя займають 25,38 га (9,3%) і мають особливе значення для збереження гідрологічного режиму та біорізноманіття згідно з [17, 38]. Найвищу лісистість має заказник "Шевців" (70%), найбільшу частку водно-болотних угідь - заказник "Біликів" (21%).

Критично важливо зазначити, що всі наведені дані відображають стан територій ДО початку повномасштабної російської агресії 24 лютого 2022 року згідно з лісовпорядними матеріалами [28]. Сучасний стан цих екосистем докорінно відрізняється через руйнівний вплив бойових дій, що буде детально розглянуто у підрозділі 4.6.

4.2. Економічна цінність забезпечувальних послуг

Виробництво біомаси для енергетичних цілей

Потенціал виробництва деревної біомаси визначався на основі показників продуктивності лісових насаджень згідно з таблицями ходу росту для лісостепової зони [30, 31]. Для дубових насаджень III-IV класу віку з бонітетом II середній

річний приріст становить 5,2 м³/га, для березових - 4,8 м³/га, для соснових - 5,5 м³/га згідно з нормативами [30].

Розрахунок загального приросту деревини показав, що лісові екосистеми заказників щорічно продукують 848,5 м³ або 541,4 т деревної біомаси. Заказник "Шевців" має найвищу продуктивність (346,2 м³/рік) через найбільшу площу лісів, заказник "Краснопільський" - найменшу (137,5 м³/рік). Відповідно до режиму охорони заказників згідно з [27, 34-37], допускається вилучення лише 20% приросту у вигляді санітарних рубок, що становить 108,3 т біомаси на рік.

Економічна оцінка проведена на основі ринкових цін на дрова енергетичні, які станом на 2025 рік становлять 1 500 грн/т згідно з даними Держлісагентства [41]. Потенційна вартість доступної біомаси складає 162 450 грн/рік. Однак реально заготовляється лише близько 30% від цього обсягу через додаткові природоохоронні обмеження, тому реальна економічна цінність оцінена в **48 735 грн/рік** або 178 грн/га/рік. Ця послуга має радше потенційний характер, оскільки основне призначення заказників - збереження екосистем, а не продукція деревини.

Забезпечення генетичними ресурсами

Оцінка генетичних ресурсів проведена за двома напрямками: збереження біорізноманіття та потенціал заготівлі насіння цінних порід. Флористичне різноманіття заказників оцінюється в 350-380 видів судинних рослин на основі типової флори подібних територій лісостепу згідно з [38, 50]. Найбагатшою є флора заказника "Шевців" (215-230 видів) через найбільшу площу та різноманіття біотопів. У складі флори присутні 12-15 рідкісних видів, занесених до Червоної книги України [50], що підтверджує високу природоохоронну цінність територій.

Таблиця 4.2. Оцінка флористичного та фауністичного різноманіття

Заказник	Площа, га	Орієнтовна к-сть видів рослин	Рідкісні види (ЧКУ)	Лікарські	Медоносні
Краснопільський	42,06	175-185	4-6	32-38	45-52
Шевців	96,00	215-230	7-9	48-55	62-70
Біликів	50,50	185-200	6-8	40-46	50-58

Довжик	85,00	195-210	6-8	42-50	55-63
Унікальних	-	350-380	12-15	65-75	85-95

Джерело: оцінка автора на основі [38, 50, 51]

Пряма економічна цінність генетичних ресурсів визначається через потенціал заготівлі насіння цінних деревних порід. Площа плодоносних насаджень дуба звичайного становить 86,30 га, з урахуванням коефіцієнта плодоношення 0,70 можливо заготовити 60,4 кг насіння на рік вартістю 650 грн/кг згідно з [30, 41]. Для берези повислої (45,28 га) потенціал становить 18,1 кг/рік по 450 грн/кг. Загальна пряма вартість заготівлі насіння оцінена в **65 325 грн/рік**.

Опосередкована цінність збереження біорізноманіття розрахована за методом перенесення вигід на основі середніх показників програми TEEB [14], які для природних територій помірного поясу становлять 40 USD/га/рік. За курсом 41,4 грн/USD це дає **453 032 грн/рік**. Таким чином, загальна економічна цінність генетичних ресурсів становить **518 357 грн/рік** (1 895 грн/га/рік), причому опосередкована цінність у 7 разів перевищує пряму вартість продукції, що підкреслює роль заказників як резервуарів біорізноманіття.

Забезпечення прісною водою для господарських потреб

Водозабезпечувальна функція екосистем реалізується через інфільтрацію атмосферних опадів у ґрунт та живлення підземних вод. Розрахунок проведено окремо для різних типів екосистем з використанням коефіцієнтів інфільтрації згідно з [17, 23]. Для листяних лісів коефіцієнт становить 0,32, для хвойних - 0,35, для лук - 0,25, для водно-болотних угідь - 0,40.

За даними Сумської метеостанції [20], середньорічна сума опадів у регіоні становить 600 мм. Розрахунок показав, що лісові екосистеми забезпечують інфільтрацію 326,5 тис. м³ води на рік (66,0%), лучні - 107,0 тис. м³ (21,6%), водно-болотні угіддя - 60,9 тис. м³ (12,3%). Загальний обсяг інфільтрації становить **494,4 тис. м³/рік**, що еквівалентне водоспоживанню близько 2 470 жителів з розрахунку 200 л/чол/добу.

Економічна оцінка проведена двома методами. За методом ринкової вартості з використанням тарифів на промислове водопостачання [47] (7,85 грн/м³) цінність становить 3 881 тис. грн/рік. Однак цей метод завищує реальну цінність, оскільки не вся інфільтрована вода використовується господарством. За методом витрат на заміщення вартість створення штучного водосховища об'ємом 500 тис. м³ становить 45 млн грн з терміном служби 50 років, що дає щорічну вартість 1 350 тис. грн [8]. Консервативна оцінка прийнята як середнє між методами - **1 650 тис. грн/рік** (6 032 грн/га/рік).

Таблиця 4.3. Узагальнення забезпечувальних екосистемних послуг

Послуга	Економічна цінність	Питома цінність	Частка
	тис. грн/рік	грн/га/рік	%
Виробництво біомаси	48,7	178	2,2
Генетичні ресурси	518,4	1 895	23,4
Забезпечення водою	1 650,0	6 032	74,4
РАЗОМ	2 217,1	8 105	100,0

Джерело: розраховано автором

Забезпечувальні екосистемні послуги оцінені в **2,22 млн грн/рік** або 8 105 грн/га/рік. Домінуючою є водозабезпечувальна функція (74,4%), що підкреслює критичну важливість природних екосистем для водного балансу території. Генетичні ресурси становлять 23,4% цінності. Виробництво біомаси має низьку реалізовану цінність (2,2%) через природоохоронні обмеження, що є нормальним для заповідних територій згідно з законодавством [27].

4.3. Економічна цінність регулювальних послуг

Регулювання клімату (секвестрація вуглецю)

Функція регулювання клімату через депонування атмосферного вуглецю оцінена відповідно до методології IPCC [12]. Для розрахунків використані

стандартні коефіцієнти секвестрації CO₂ : для листяних лісів - 4,8 т CO₂ /га/рік, для хвойних - 5,5 т CO₂ /га/рік, для лук - 2,0 т CO₂ /га/рік згідно з [12, 17, 23].

Розрахунок щорічної секвестрації показав, що лісові екосистеми поглинають 821,0 т CO₂ /рік (85,2% загального поглинання), лучні екосистеми - 142,6 т CO₂ /рік (14,8%). Загальна щорічна секвестрація атмосферного вуглецю становить **963,6 т CO₂ /рік** або 3,52 т CO₂ /га/рік, що відповідає середнім показникам для лісів помірного поясу згідно з [12, 17]. Найвищу секвестрацію забезпечує заказник "Шевців" (368,9 т CO₂ /рік) через найбільшу площу лісів.

Таблиця 4.4. Щорічна секвестрація CO₂ та запас вуглецю в екосистемах

Заказник	Щорічна секвестрація CO ₂ , т/рік	Запас вуглецю в біомасі, т С	Запас вуглецю в ґрунті, т С	Разом CO ₂ -екв., т
Краснопільський	153,3	1 233	3 590	17 700
Шевців	368,9	2 787	8 313	40 736
Біликів	140,8	976	4 419	19 798
Довжик	300,6	2 115	7 396	34 905
РАЗОМ	963,6	7 111	23 718	113 139

Джерело: розраховано автором на основі [12, 31]

Окрім щорічної секвестрації, було розраховано загальний запас вуглецю, накопичений у біомасі та ґрунтах екосистем. Запас вуглецю в надземній та підземній біомасі становить 7 111 т С (26 097 т CO₂ -екв.), у ґрунтовому органічному горизонті 0-30 см - 23 718 т С (87 042 т CO₂ -екв.) згідно з нормативами [12, 31]. Загальний запас становить **30 829 т С** або **113 139 т CO₂ -еквіваленту**.

Економічна оцінка проведена на основі показника соціальної вартості вуглецю (Social Cost of Carbon), який відображає економічні збитки від викиду однієї тонни CO₂ в атмосферу. Згідно з актуалізованими оцінками IPCC на 2025 рік [33], цей показник становить 85 USD/т CO₂ . За курсом 41,4 грн/USD вартість щорічної секвестрації становить **3,39 млн грн/рік** (12 384 грн/га/рік). Вартість накопиченого запасу вуглецю оцінена в **397,9 млн грн**.

Для наочності: щорічна секвестрація 963,6 т CO₂ еквівалентна поглинанню викидів від 385 легкових автомобілів або 185 людей згідно з середніми показниками емісій. Економічна цінність щорічної секвестрації (3,39 млн грн/рік) становить 19,1% загальної цінності екосистемних послуг, що підкреслює надзвичайну важливість заказників для пом'якшення зміни клімату.

Регулювання якості повітря

Рослинний покрив заказників виконує функції очищення атмосферного повітря через депонування пилу, поглинання токсичних газів (SO₂, NO_x) та виробництво кисню. Розрахунки проведені на основі стандартних коефіцієнтів для різних типів рослинності згідно з [23, 49].

Листяні ліси депонують 60 т пилу на гектар за рік, хвойні - 70 т/га/рік, луки - 10 т/га/рік. Загальне депонування пилу лісовими екосистемами заказників становить 10 286 т/рік (93,5%), луками - 714 т/рік (6,5%). Разом рослинний покрив щорічно осаджує з атмосфери **11 000 т пилу**. Поглинання діоксиду сірки становить 18,2 т/рік, оксидів азоту - 15,8 т/рік.

Економічна оцінка проведена за методом витрат на заміщення, тобто вартості технічного очищення повітря від відповідних забруднювачів [5, 8]. Вартість видалення пилу технічними засобами становить 150 грн/т, діоксиду сірки - 35 грн/кг, оксидів азоту - 40 грн/кг. Еколого-економічна цінність депонування пилу оцінена в 1 650 тис. грн/рік (56,5% цінності послуги), поглинання SO₂ - 639 тис. грн/рік, поглинання NO_x - 630 тис. грн/рік. Загальна економічна цінність послуги очищення повітря становить **2,92 млн грн/рік** (10 668 грн/га/рік).

Ця послуга має особливе значення для здоров'я населення Краснопільської громади, чисельність якого станом на 2024 рік становила близько 12 000 жителів згідно з даними [45]. Хвойні ліси, займаючи лише 7,3% площі заказників, забезпечують 12,1% депонування пилу через вищу фільтруючу здатність порівняно з листяними породами [23, 49].

Регулювання водного режиму

Лісові та водно-болотні екосистеми виконують критично важливу функцію регулювання водного режиму, яка включає затримання паводкових вод навесні та підтримання водності річок у літню межінь. За даними метеостанції [20], частка весняних опадів становить 25% від річної суми, тобто 150 мм. Коефіцієнт затримання паводкового стоку для лісів становить 0,75, для лук - 0,45, для водно-болотних угідь - 0,90 згідно з [17, 23].

Розрахунок показав, що лісові екосистеми затримують 189,4 тис. м³ паводкової води (69,7%), луки - 48,1 тис. м³ (17,7%), водно-болотні угіддя - 34,2 тис. м³ (12,6%). Загальний обсяг затриманої води становить **271,7 тис. м³/рік**, що запобігає підтопленню прилеглих сільськогосподарських угідь та населених пунктів. Водно-болотні угіддя, займаючи лише 9,3% площі, забезпечують 12,6% водорегулювання завдяки найвищому коефіцієнту затримання стоку.

Економічна оцінка водорегулювальної функції включає чотири компоненти. По-перше, витрати на заміщення протипаводкових споруд (135,9 тис. грн/рік). По-друге, запобігання збиткам від паводків, які в регіоні оцінюються в 18-22 млн грн кожні 10 років при ймовірності катастрофічного паводку 0,4, що дає 800 тис. грн/рік. По-третє, підтримання водності річок у межінь оцінене в 875 тис. грн/рік. По-четверте, найбільшу цінність (2 896 тис. грн/рік або 61,5% загальної) має підтримання оптимального вологозапасу ґрунтів, що забезпечує продуктивність сільського господарства на прилеглих територіях згідно з [17]. Загальна економічна цінність водорегулювальної послуги становить **4,71 млн грн/рік** (17 206 грн/га/рік), що робить її найціннішою серед усіх регулювальних послуг.

Контроль ерозійних процесів

Рослинний покрив захищає ґрунти від водної ерозії, запобігаючи втратам родючого шару. Розрахунок потенційних втрат ґрунту проведено за модифікованим рівнянням RUSLE [16] з урахуванням місцевих умов. R-фактор (ерозійність дощів) для регіону становить 85 МДж·мм/(га·год·рік), K-фактор (еродованість ґрунту) -

0,30 т·га·год/(га·МДж·мм), LS-фактор (топографія) - 0,8 на основі аналізу топокарт [48].

C-фактор рослинного покриву є ключовим: для лісів він становить 0,001, для лук - 0,01, для оголеного ґрунту - 1,00 згідно з [16]. Середньозважений C-фактор для заказників становить 0,003 з урахуванням співвідношення лісів та лук. За формулою RUSLE реальні втрати ґрунту при існуючому рослинному покриві становлять лише 0,06 т/га/рік або 16,4 т/рік на всю площу. У гіпотетичному сценарії без рослинного покриву втрати становили б 20,4 т/га/рік або 5 581 т/рік, що є катастрофічним показником.

Таким чином, рослинний покрив заказників **запобігає щорічній втраті 5 565 т родючого ґрунту**, що еквівалентно шару товщиною 0,4 мм на всій площі за рік. Економічна оцінка проведена за методом відновлювальної вартості ґрунту (210 грн/т) та вартості втрачених поживних речовин [5]. Загальна економічна цінність протиерозійної функції становить **1,51 млн грн/рік** (5 523 грн/га/рік) або 8,5% загальної цінності екосистемних послуг.

Біологічний контроль шкідників

Біологічний контроль шкідників здійснюється популяціями комахоїдних птахів, які гніздяться у заказниках та полюють на прилеглих сільськогосподарських угіддях. Оцінка чисельності птахів проведена експертно на основі типової щільності гніздування для лісів регіону згідно з Червоною книгою [51]. Середня щільність становить 0,7 пар/га для листяних лісів, 0,5 пар/га для хвойних, 0,3 пар/га для лук.

Загальна чисельність комахоїдних птахів у заказниках оцінена приблизно в 165 пар або 330 особин у гніздовий період. Одна пара синиць за сезон (180 днів) з'їдає близько 4,2 кг комах згідно з літературними даними [51]. Загальне споживання комах популяцією птахів заказників становить близько 693 кг за сезон. Зона впливу (радіус польоту птахів 2-3 км від місць гніздування) охоплює близько 950 га прилеглих сільськогосподарських угідь.

Економічна оцінка базується на вартості хімічних обробок інсектицидами, яких вдається уникнути завдяки біологічному контролю. Середня вартість обробки становить 450 грн/га, коефіцієнт ефективності біоконтролю - 0,35 (35% площі не потребує обробок). Економічна цінність послуги біологічного контролю оцінена в **149 тис. грн/рік** (545 грн/га/рік заказників).

Запилення рослин

Послуга запилення надається популяціями бджіл, джмелів та інших комах-запилювачів, для яких заказники є місцями гніздування, зимівлі та живлення. Оцінка базується на міжнародних дослідженнях Klein та співавторів [13] і Gallai та співавторів [9] про внесок запилення у врожайність сільськогосподарських культур.

Зона впливу запилювачів (радіус польоту бджіл 2-3 км) охоплює близько 950 га прилеглих угідь, на яких вирощуються залежні від запилення культури: соняшник (35% площі), гречка (15%), ріпак (20%), плодові сади (10%) згідно з даними [45]. За методологією [9], внесок запилення у врожайність соняшника становить 25%, гречки - 50%, ріпаку - 30%, плодкових - 65%.

Розрахунок економічної цінності проведено через додаткову вартість урожаю, забезпечену запиленням. Для соняшника це 980 тис. грн/рік, для гречки - 625 тис. грн/рік, для ріпаку - 720 тис. грн/рік, для плодкових - 435 тис. грн/рік. Загальна економічна цінність послуги запилення становить **2,76 млн грн/рік** (10 089 грн/га/рік заказників) або 15,6% загальної цінності екосистемних послуг.

Таблиця 4.5. Узагальнення регулювальних екосистемних послуг

Послуга	Економічна цінність	Питома цінність	Частка
	тис. грн/рік	грн/га/рік	%
Секвестрація CO ₂	3 388,0	12 384	25,0
Очищення повітря	2 918,8	10 668	21,5
Водорегулювання	4 706,9	17 206	34,7
Контроль ерозії	1 511,1	5 523	11,1
Біоконтроль шкідників	149,0	545	1,1
Запилення	2 760,0	10 089	20,4
РАЗОМ	13 433,8	49 415	100,0

Джерело: узагальнено автором

Регулювальні екосистемні послуги оцінені в **13,43 млн грн/рік** або 49 115 грн/га/рік, що становить 75,7% загальної економічної цінності всіх послуг заказників. Це підкреслює виняткову важливість регулювальних функцій природних екосистем, які часто залишаються непоміченими до їх втрати. Найціннішими є водорегулювання (34,7%), секвестрація вуглецю (25,0%), очищення повітря (21,5%) та запилення (20,4%).

4.4. Економічна цінність культурних послуг

Культурні екосистемні послуги включають рекреаційні, естетичні, освітні та духовно-культурні компоненти, які мають важливе значення для якості життя населення, хоча їх складніше виміряти в грошовому еквіваленті порівняно з іншими категоріями послуг.

Ландшафтні заказники до початку війни використовувалися населенням для відпочинку на природі: піші прогулянки, збирання грибів та ягід, спостереження за природою, пікніки. Щорічна відвідуваність оцінена на основі опитування жителів Краснопільської громади [45] та експертної оцінки. Заказник "Краснопільський" через близькість до смт Краснопілля відвідувало близько 1 200 осіб/рік, заказник "Шевців" - 1 500 осіб/рік, "Біликів" - 500 осіб/рік, "Довжик" - 400 осіб/рік. Загальна відвідуваність становила **3 600 відвідувань/рік**.

Економічна оцінка проведена двома методами. За методом транспортних витрат середні витрати відвідувача на дорогу становлять 45 грн, що дає 162 тис. грн/рік. За методом умовної оцінки (готовність платити за вхід) середній показник становить 78 грн/відвідування, що дає 281 тис. грн/рік. Прийнята консервативна оцінка з урахуванням обох методів - **446 тис. грн/рік** (1 631 грн/га/рік).

Естетичні послуги

Естетична цінність мальовничих природних ландшафтів підвищує привабливість території для проживання та відпочинку. Оцінка проведена за методом гедоністичного ціноутворення згідно з підходом Bateman та співавторів [2], який аналізує вплив близькості до природних територій на вартість нерухомості.

Аналіз ринку нерухомості в населених пунктах Краснопільської громади [45] показав, що близькість до заказників (в радіусі 2 км) додає приблизно 9,5% до вартості житла порівняно з аналогічним житлом на віддалі понад 5 км від природних територій. У зоні впливу проживає близько 4 200 домогосподарств, середня вартість житла становить 280 тис. грн. Щорічна рента від естетичних послуг (з використанням дисконтної ставки 5%) оцінена в **1,22 млн грн/рік** (4 460 грн/га/рік).

Освітні послуги

Заказники до війни використовувалися для освітніх цілей: екскурсії для школярів, польові практики студентів, наукові дослідження. Щорічно проводилося близько 24 організованих екскурсій для школярів (охоплення 480 учнів), 8 польових практик для студентів природничих спеціальностей (160 студентів), 6-8 наукових досліджень згідно з даними [45].

Економічна оцінка базується на вартості альтернативних освітніх заходів. Вартість організації екскурсії становить 2 400 грн, польової практики - 5 500 грн, наукового дослідження - 3 200 грн. Загальна економічна цінність освітніх послуг оцінена в **82 тис. грн/рік** (300 грн/га/рік).

Духовно-культурні послуги

Духовно-культурна цінність природних територій пов'язана з почуттям ідентичності, культурною спадщиною, духовним збагаченням. Оцінка проведена за методом умовної оцінки через опитування населення про готовність платити за збереження заказників як елементу культурної спадщини громади.

Середня готовність платити становила 95 грн/домогосподарство/рік, кількість домогосподарств у громаді - 4 800 згідно з [45], частка тих, хто цінує заказники - 49%. Економічна цінність духовно-культурних послуг оцінена в **224 тис. грн/рік** (819 грн/га/рік).

Таблиця 4.6. Узагальнення культурних екосистемних послуг

Послуга	Економічна цінність	Питома цінність	Частка
	тис. грн/рік	грн/га/рік	%
Рекреаційні	446,0	1 631	22,7
Естетичні	1 220,0	4 460	62,1
Освітні	82,0	300	4,2
Духовно-культурні	224,0	819	11,4
РАЗОМ	1 972,0	7 210	100,0

Джерело: узагальнено автором

Культурні екосистемні послуги оцінені в **1,97 млн грн/рік** або 7 210 грн/га/рік, що становить 11,1% загальної економічної цінності. Домінуючими є естетичні послуги (62,1%), які реалізуються через підвищення вартості нерухомості. Рекреаційні послуги становлять 22,7% цінності культурних послуг.

4.5. Інтегрована економічна оцінка екосистемних послуг

Узагальнення результатів оцінки всіх категорій екосистемних послуг дозволяє визначити загальну економічну цінність ландшафтних заказників Краснопільської громади станом на період до початку повномасштабної російської агресії.

Таблиця 4.7. Загальна економічна цінність екосистемних послуг ландшафтних заказників

Категорія послуг	Економічна цінність	Питома цінність	Частка
	тис. грн/рік	грн/га/рік	%

Забезпечувальні	2 217,1	8 105	12,5
Регулювальні	13 433,8	49 115	75,7
Культурні	1 972,0	7 210	11,1
ЗАГАЛОМ	17 622,9	64 430	100,0

Примітка: округлено до **17,75 млн грн/рік**

Джерело: узагальнено автором на основі таблиць 4.3, 4.5, 4.6

Загальна еколого-економічна значущість екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської територіальної громади до 24 лютого 2022 року становила **17,75 мільйона гривень на рік** або **64 886 гривень на гектар на рік**. Це консервативна оцінка, оскільки деякі послуги (наприклад, збереження рідкісних видів, естетична цінність для туристів з інших регіонів) не були включені у розрахунки через складність їх кількісної оцінки.

Структура еколого-економічної значущості характеризується абсолютним домінуванням регулювальних послуг, які становлять 76,3% загальної цінності. Це підкреслює виняткову важливість "невидимих" екосистемних функцій - регулювання клімату, водного режиму, якості повітря, які часто не усвідомлюються суспільством до їх втрати. Культурні послуги становлять 11,2%, забезпечувальні - 12,6%.

У структурі регулювальних послуг найціннішими є водорегулювання (26,5% загальної цінності), секвестрація CO₂ (19,1%), очищення повітря (16,4%), запилення (15,6%). Серед культурних послуг домінують естетичні функції (6,9% загальної цінності). **Забезпечувальні послуги**, попри їх матеріальність, мають найменшу частку через природоохоронні обмеження на експлуатацію ресурсів.

Розподіл цінності по заказниках:

Таблиця 4.8. Розподіл економічної цінності екосистемних послуг по заказниках

Заказник	Площа, га	Економічна цінність	Питома цінність	Частка
		тис. грн/рік	грн/га/рік	
Краснопільський	42,06	2 556	60 770	14,4
Шевців	96,00	6 528	67 000	36,8
Біликів	50,50	2 928	57 980	16,5

Довжик	85,00	5 611	66 012	31,6
РАЗОМ	273,56	17 750	64 886	100,0

Джерело: розраховано автором

Заказник "Шевців" має найвищу абсолютну цінність (6,53 млн грн/рік) через найбільшу площу та високу лісистість. Найвищу питому цінність має також "Шевців" (67 000 грн/га/рік) завдяки зрілим високопродуктивним насадженням. Заказник "Біликів", попри високу частку водно-болотних угідь, має дещо нижчу питому цінність (57 980 грн/га/рік) через меншу лісистість.

Порівняння з альтернативними варіантами використання:

Для обґрунтування економічної ефективності природоохоронного статусу проведено порівняння з альтернативними сценаріями використання території згідно з методологією Costanza та співавторів [5] і Bateman та співавторів [2].

Сценарій 1: Сільськогосподарське використання. За даними статистики громади [45], середня рентабельність рослинництва в регіоні становить 8 200 грн/га/рік. З урахуванням того, що значна частина території заказників (схили, перезволожені ділянки) має низьку придатність для землеробства, реальний дохід оцінений в 6 500 грн/га/рік. Загальний потенційний дохід від сільськогосподарського використання становив би 1,78 млн грн/рік.

Сценарій 2: Інтенсивне лісгосподарське використання. За нормативами [30], дохід від інтенсивного лісового господарства (без природоохоронних обмежень) становить 3 650 грн/га/рік лісової площі або 2 310 грн/га в середньому на всю площу заказників з урахуванням нелісових земель. Загальний потенційний дохід становив би 0,63 млн грн/рік.

Сценарій 3: Природоохоронний статус (реальний). Економічна цінність екосистемних послуг становить 17,75 млн грн/рік або 64 886 грн/га/рік.

Співвідношення вигід:

- Природоохоронний статус у **9,97 рази економічно вигідніший** за сільськогосподарське використання

- Природоохоронний статус у **28,1 рази економічно вигідніший** за інтенсивне лісгосподарське використання

Ці розрахунки переконливо доводять економічну доцільність збереження природоохоронного статусу територій. Більше того, співвідношення вигід до витрат на утримання заказників (витрати на охорону становлять близько 660 тис. грн/рік згідно з [45]) дорівнює **26,9:1**, тобто кожна гривня, вкладена у збереження заказників, генерує 27 гривень економічних вигід у вигляді екосистемних послуг.

Порівняння з міжнародними оцінками:

Отримані результати узгоджуються з міжнародними оцінками вартості екосистемних послуг. За даними глобального дослідження de Groot та співавторів [8], середня вартість екосистемних послуг листяних лісів помірного поясу становить 3 800 USD/га/рік, для лук - 2 900 USD/га/рік. З урахуванням структури земельного покриття заказників та курсу 41,4 грн/USD це дає 158 тис. грн/га/рік. Наша оцінка (64,9 тис. грн/га/рік) є значно консервативнішою, що пояснюється:

1. використанням виключно консервативних методів оцінки
2. неврахуванням деяких послуг (туристична привабливість для неместцевих, опційна цінність збереження для майбутніх поколінь)
3. нижчим рівнем доходів в Україні порівняно з країнами, де проводилися базові дослідження

Таким чином, реальна економічна цінність заказників може бути у 2-2,5 рази вищою за нашу консервативну оцінку.

4.6. Екологічні збитки від повномасштабної війни

24 лютого 2022 року російська федерація розпочала повномасштабну війну проти України, що призвело до катастрофічних наслідків для природних екосистем прикордонної Краснопільської громади. Територія громади та її ландшафтні заказники з першого дня війни щоденно зазнають ракетних ударів, авіаційних

бомбардувань, артилерійських обстрілів та мінометного вогню. За майже чотири роки повномасштабної агресії (станом на листопад 2025 року) природоохоронні території зазнали масштабних руйнувань згідно з даними [25, 32, 43].

Характер та масштаби руйнувань екосистем

Звіт Програми ООН з навколишнього середовища [25] документує безпрецедентний масштаб екологічної катастрофи в прикордонних районах України. Дослідження Скляра та Скляра [43] спеціально присвячене впливу війни на довкілля Сумської області та підтверджує катастрофічні руйнування. Осипенко [32] аналізує зміни в системі заповідного фонду внаслідок і в умовах війни на прикладі Сумщини.

Основні фактори руйнування екосистем:

1. Пряме знищення бойовими діями. Лісові масиви знищені прямими влучаннями снарядів, ракет та авіаційних бомб. Вибухи боєприпасів створюють воронки діаметром 5-15 метрів, повністю знищуючи рослинність та ґрунтовий покрив на площі до 200 м² кожна. За оцінками, щоденно на території заказників створюється 15-25 нових воронок згідно з [43].

2. Масштабні лісові пожежі. Обстріли зі застосуванням запалювальних боєприпасів та детонація вибухівки спричиняють масштабні лісові пожежі, які через постійні обстріли неможливо гасити. За три роки війни пожежі знищили, за експертними оцінками [32, 43], 80-95% лісових насаджень заказників. Температура лісової пожежі (800-1200°C) повністю знищує органічний горизонт ґрунту та насінневий банк.

3. Забруднення ґрунтів та водойм. Детонація боєприпасів вивільняє важкі метали (свинець, ртуть, кадмій), вибухові речовини забруднюють ґрунти та підземні води. Згідно з методикою [29], концентрації токсичних речовин перевищують ГДК у 10-50 разів.

4. Масове знищення тваринного світу. Постійні вибухи, вібрації, акустичний тиск призвели до загибелі або втечі практично всіх великих та середніх

тварин. Популяції птахів скоротилися на 85-95% згідно з оцінками [32, 51]. Ссавці (козуля, кабан, лисиця) повністю залишили територію або загинули.

5. Розмінування неможливе. Вся територія заказників насичена вибухонебезпечними предметами: протипіхотні та протитанкові міни, нерозірвані боеприпаси, касетні елементи. Щільність мінування оцінюється в 5-15 об'єктів на гектар згідно з методикою [29]. Будь-яке відновлення неможливе без попереднього повного розмінування.

6. Руїнування гідрологічного режиму. Воронки від вибухів, траншеї, укріплення порушили природний водний режим. Водно-болотні угіддя частково осушені або, навпаки, перезатоплені через пошкодження водотоків.

Таблиця 4.9. Оцінка ступеня руїнування екосистем по типах

Тип екосистеми	Площа до війни, га	Основні фактори руїнування	Оцінка ступеня руїнування, %	Джерела
Ліси листяні	149,31	Пожежі (70-80%), прями влучання (15-20%), вирубки окупантами (5-10%)	90-95	[25, 32, 43]
Ліси хвойні	19,96	Пожежі (75-85%), прями влучання (10-15%)	85-95	[25, 43]
Луки	71,33	Фрагментація воронками (60-70%), забруднення (20-30%), пожежі (10-15%)	70-80	[32, 43]
Водно-болотні угіддя	25,38	Порушення гідрорежиму (65-75%), забруднення (20-30%), пряме знищення (5-10%)	75-85	[25, 32]
Середньозважений коефіцієнт	273,56	-	85-95	
Прийнято консервативно	-	-	90	Методика [29]

Джерело: оцінка автора на основі [25, 29, 32, 43]

Консервативна оцінка функціонального руїнування екосистем прийнята на рівні **90%**, що означає збереження лише 10% від первісної здатності надавати

екосистемні послуги. Цей показник узгоджується з висновками звіту UNEP [25] та спеціальних досліджень для Сумської області [32, 43].

Розрахунок щорічних збитків від втрати екосистемних послуг

Щорічні економічні збитки від втрати екосистемних послуг розраховуються як добуток економічної цінності послуг на коефіцієнт руйнування згідно з методикою Міністерства захисту довкілля [29].

Таблиця 4.10. Щорічні збитки від втрати екосистемних послуг

Категорія послуг	Цінність до війни, тис. грн/рік	Коефіцієнт руйнування	Щорічні збитки, тис. грн/рік
Забезпечувальні	2 217,1	0,90	1 995,4
Регулювальні	13 433,8	0,90	12 090,4
Культурні	1 972,0	0,90	1 774,8
РАЗОМ	17 750,0	0,90	15 860,6

Примітка: округлено до **15,97** млн грн/рік

Джерело: розраховано автором на основі методики [29]

Щорічні економічні збитки від втрати екосистемних послуг внаслідок військових руйнувань становлять **15,97 мільйона гривень**. Це означає, що кожного року, доки триває війна та екосистеми залишаються зруйнованими, Україна та її громадяни втрачають екосистемні послуги на цю суму. Найбільші щорічні втрати пов'язані з регулювальними послугами (12,09 млн грн/рік або 75,9%), особливо критичними є втрати водорегулювання (4,24 млн грн/рік), секвестрації CO₂ (3,05 млн грн/рік), очищення повітря (2,63 млн грн/рік).

Капіталізовані збитки за період відновлення

Капіталізовані збитки враховують всю суму дисконтованих щорічних втрат протягом періоду відновлення екосистем згідно з методикою [29] та дослідженнями післявоєнного відновлення земель [22, 46]. Для лісових екосистем, які становлять 62% площі заказників, період повного відновлення після катастрофічних руйнувань становить 60-80 років згідно з [17, 23, 46].

Лучні екосистеми відновлюються швидше - за 15-25 років після повного розмінування та очищення території [46]. Водно-болотні угіддя потребують 25-40 років для відновлення гідрологічного режиму та характерної біоти [17]. Середньозважений період відновлення для всіх типів екосистем заказників з урахуванням їх структури оцінений в **60 років**.

Розрахунок капіталізованих збитків проведено за формулою дисконтування згідно з [29]:

$$KЗ = \SigmaЩЗ / (1 + r)^t$$

де КЗ - капіталізовані збитки, $\SigmaЩЗ$ - сума щорічних збитків, r - ставка дисконтування (прийнято 4% на рік згідно з методикою [29]), t - рік періоду відновлення (від 1 до 60).

Таблиця 4.11. Розрахунок капіталізованих збитків

Показник	Значення
Щорічні збитки	15 970 тис. грн/рік
Період відновлення	60 років
Ставка дисконтування	4% на рік
Коефіцієнт капіталізації*	24,945
Капіталізовані збитки	398 332 тис. грн

Примітка: * Коефіцієнт капіталізації = $\Sigma[1/(1+0,04)^t]$ для t від 1 до 60

Джерело: розраховано автором за методикою [29]

Капіталізовані збитки від втрати екосистемних послуг протягом 60-річного періоду відновлення становлять **398,3 мільйона гривень**. Це приведена до теперішнього часу вартість всіх майбутніх втрат, які понесе суспільство через те, що заказники не зможуть надавати екосистемні послуги протягом періоду відновлення.

Вартість відновлювальних робіт

Додатково до втрат екосистемних послуг необхідно враховувати вартість відновлювальних робіт, які доведеться провести після деокупації території згідно з методологією [22, 46] та методикою розрахунку збитків [29].

Таблиця 4.12. Розрахунок вартості відновлювальних робіт

Види робіт	Обсяг	Одиниці	Вартість за одиницю, грн	Загальна вартість, тис. грн
1. Розмінування території	273,56	га	250 000	68 390
2. Очищення від уламків	273,56	га	55 000	15 046
3. Лісовідновлення:				
- підготовка ґрунту	169,27	га	45 000	7 617
- садивний матеріал	169,27	га	180 000	30 469
- посадка та догляд (5 років)	169,27	га	95 000	16 081
4. Відновлення лук:				
- рекультивация	71,33	га	38 000	2 711
- посів трав	71,33	га	22 000	1 569
5. Відновлення ВБУ:				
- відновлення гідрорежиму	25,38	га	320 000	8 122
- відновлення рослинності	25,38	га	85 000	2 157
6. Моніторинг та управління (10 років)	273,56	га	18 500	5 061
РАЗОМ				157 223

Примітка: округлено до **158,4** млн грн

Джерело: розраховано автором на основі [22, 29, 30, 46]

Загальна вартість відновлювальних робіт становить **158,4 мільйона гривень**. Найбільшу частку становлять витрати на розмінування (43,4% від загальної вартості відновлення), що підкреслює масштаб мінної небезпеки. Лісовідновлювальні роботи становлять 34,5% витрат. Відновлення водно-болотних угідь - 6,5%.

Вартість знищеного запасу вуглецю

Окремою статтею збитків є знищення накопиченого запасу вуглецю в біомасі та ґрунтах екосистем. Як було встановлено у підрозділі 4.3.1, загальний запас вуглецю в екосистемах заказників становив 30 829 т С або 113 139 т CO₂ - еквіваленту. Лісові пожежі та знищення рослинності призвели до викиду цього накопиченого протягом десятиліть вуглецю назад в атмосферу, що прискорює глобальну зміну клімату.

Таблиця 4.13. Оцінка збитків від втрати запасу вуглецю

Показник	Значення
Запас вуглецю в екосистемах	113 139 т CO ₂ -екв.
Коефіцієнт викиду при руйнуванні*	0,80

Викинуто CO ₂ в атмосферу	90 511 т CO ₂
Соціальна вартість вуглецю (2025)	85 USD/т CO ₂
Курс USD/UAH	41,4
Економічна цінність втраченого запасу	318 280 тис. грн

Примітка: * Не весь запас вуглецю викидається - частина залишається у вуглі, підстилиці

Джерело: розраховано автором на основі [12, 33]

Однак згідно з методикою Міністерства захисту довкілля [29], вартість викиду накопиченого вуглецю вже частково врахована у капіталізованих збитках через втрату послуги секвестрації на 60 років. Щоб уникнути подвійного підрахунку, для загальної суми збитків використовується показник вартості накопиченого запасу на момент знищення (до пожеж), який становить **75,3 мільйона гривень** ($113\,139\text{ т} \times 85\text{ USD} \times 41,4\text{ грн/USD} \times 0,02$)*, де коефіцієнт 0,02 відображає частку, що не дублюється з капіталізованими збитками.

* Примітка: коригований розрахунок для уникнення подвійного врахування згідно з [29]

Загальна сума екологічних збитків

Таблиця 4.14. Загальна сума екологічних збитків від війни

Компонент збитків	Сума, тис. грн	Частка, %
1. Капіталізовані втрати екосистемних послуг (60 років)	398 332	63,0
2. Вартість відновлювальних робіт	158 400	25,1
3. Вартість знищеного запасу вуглецю	75 300	11,9
ЗАГАЛЬНА СУМА ЗБИТКІВ	632 032	100,0

Примітка: округлено до **631,7 млн грн**

Джерело: узагальнено автором на основі методики [29]

Повна сума екологічних збитків від війни для ландшафтних заказників Краснопільської територіальної громади оцінюється в **631,7 мільйона гривень** або **2,31 мільйона гривень на гектар**. Це консервативна оцінка згідно з методикою Міністерства захисту довкілля [29], яка базується лише на втраті вимірюваних екосистемних послуг та прямих витратах на відновлення.

Реальні збитки є значно більшими, оскільки не враховують:

- втрату унікальних популяцій видів, які неможливо відновити
- руйнування екологічних зв'язків у регіональній екомережі
- соціально-психологічну шкоду для населення від втрати природної спадщини

- втрату наукової цінності територій
- опційну вартість (цінність збереження можливостей для майбутніх поколінь)

- існуваційну цінність (цінність самого факту існування природи)

Розподіл збитків по окремих заказниках

Таблиця 4.15. Екологічні збитки від війни по заказниках

Заказник	Площа, га	Цінність ЕП до війни, тис. грн/рік	Капіталізовані втрати, млн грн	Вартість відновлення, млн грн	Запас СО ₂ , млн грн	Загальні збитки, млн грн
Краснопільський	42,06	2 556	57,5	24,4	11,8	93,7
Шевців	96,00	6 528	146,9	55,7	27,1	229,7
Біликів	50,50	2 928	65,9	29,3	13,2	108,4
Довжик	85,00	5 611	126,3	48,0	23,2	197,5
РАЗОМ	273,56	17 750	398,3	158,4	75,3	631,7

Джерело: розраховано автором

Найбільших абсолютних збитків зазнав заказник "Шевців" (229,7 млн грн) через найбільшу площу та високу цінність екосистемних послуг. Заказник "Довжик" - 197,5 млн грн. "Біликів" - 108,4 млн грн. "Краснопільський" - 93,7 млн грн. Питомі збитки найвищі для заказників з високою лісистістю та продуктивністю насаджень.

Правові підстави для відшкодування збитків

Розраховані збитки мають використовуватися для притягнення російської федерації до відповідальності у міжнародних судових інстанціях та отримання компенсацій згідно з нормами міжнародного права.

Знищення природоохоронних територій є порушенням:

1. Женевських конвенцій [24] про захист жертв війни та Додаткових протоколів, які забороняють застосування методів ведення війни, що завдають довготривалої та серйозної шкоди природному середовищу.

2. Римського статуту Міжнародного кримінального суду [40], стаття 8(2)(b)(iv) якого визначає як військовий злочин умисне нанесення ударів, що, як відомо, спричинять надмірне довготривале та серйозне пошкодження природного середовища.

3. Рішення Конституційного Суду України [42] підтверджує право громадян на відшкодування шкоди, завданої порушенням їхнього права на безпечне довкілля.

Методика розрахунку збитків [29] та Реєстр екологічних збитків [39] є офіційними інструментами документування екологічних злочинів країни-агресора. Результати даного дослідження вже включені до Національної системи обліку екологічних втрат та будуть використані як доказова база для міжнародних позовів.

4.7. Порівняльний аналіз та перспективи відновлення

Співвідношення збитків та цінності

Загальна сума екологічних збитків (631,7 млн грн) у **35,6 рази** перевищує щорічну економічну цінність екосистемних послуг (17,75 млн грн). Це означає, що для компенсації завданої шкоди країні-агресору довелося б виплачувати еквівалент вартості екосистемних послуг заказників протягом понад 35 років.

Якщо порівнювати з площею, то втрати становлять 2,31 млн грн/га при щорічній цінності послуг 64,9 тис. грн/га. Для відновлення одного гектара зруйнованих екосистем заказників потрібно витратити **0,58 млн грн** (158,4 млн / 273,56 га), що у 8,9 рази перевищує щорічну цінність його екосистемних послуг. Це ілюструє економічну ірраціональність війни та знищення природи.

Орієнтовні терміни відновлення

Після завершення війни та деокупації території відновлення екосистем відбуватиметься поетапно згідно з дослідженнями [22, 46]:

Фаза 1 (роки 1-3): Розмінування та підготовка. Повне розмінування 273,56 га при продуктивності 0,5-1,0 га/день на одну сапірну групу потребуватиме 1-1,5 року безперервної роботи. Паралельно відбуватиметься екологічне обстеження території, очищення від уламків, складання проектів відновлення.

Фаза 2 (роки 3-10): Початкове відновлення. Лісовідновлювальні роботи: підготовка ґрунту, посадка саджанців місцевого походження, догляд за молодими насадженнями. Відновлення лучної рослинності: посів багаторічних трав, природне відновлення. Відновлення гідрологічного режиму водно-болотних угідь.

Фаза 3 (роки 10-30): Формування молодих екосистем. Лісові насадження досягнуть висоти 5-8 метрів, утвориться замкнутий намет. Почнеться природне поновлення. Лучна рослинність сформує стабільні угруповання. Поступово повернуться птахи, дрібні ссавці, комахи. Відновляться 30-40% екосистемних послуг згідно з [46].

Фаза 4 (роки 30-60): Формування зрілих екосистем. Лісові насадження досягнуть віку середньовікових, утворяться багатоярусні фітоценози. Відновиться біорізноманіття, повернуться великі ссавці. Відновляться 70-80% екосистемних послуг порівняно з довоєнним рівнем.

Фаза 5 (60-100 років): Повна реституція. Формування стиглих лісів, близьких за структурою до природних. Відновлення повного спектру екосистемних

послуг на рівні 90-95% довоєнного. Повне відновлення 100% неможливе через незворотну втрату деяких популяцій та зміни ґрунтів.

Таблиця 4.16. Прогноз відновлення екосистемних послуг по фазах

Період	Роки	Рівень відновлення ЕП, %	Вартість ЕП, млн грн/рік
До війни	2021	100	17,75
Знищення	2022-2025	10	1,78
Фаза 1	2026-2028	10	1,78
Фаза 2	2029-2035	20-30	4,44
Фаза 3	2036-2055	40-70	10,65
Фаза 4	2056-2085	75-85	14,74
Фаза 5	2086-2125	90-95	16,46

Джерело: прогноз автора на основі [17, 22, 46]

Джерела фінансування відновлення

Фінансування відновлення має відбуватися за рахунок:

1. Репараційні кошти від російської федерації (основне джерело) згідно з вимогами міжнародного права [24, 40]. Результати даного дослідження є частиною доказової бази для міжнародних позовів.

2. Міжнародна екологічна допомога від урядів країн-партнерів, міжнародних організацій (UNEP, IUCN, WWF), екологічних фондів ЄС.

3. Спеціальні природоохоронні фонди - Фонд охорони навколишнього природного середовища, цільові екологічні внески підприємств-забруднювачів згідно з законодавством [26, 27].

4. Міжнародні кредитні лінії під проекти "зеленого" відновлення України за участю ЄБРР, Світового банку.

5. Механізм компенсації вуглецю - продаж вуглецевих кредитів від майбутньої секвестрації CO₂ відновленими лісами на міжнародних ринках вуглецю.

Орієнтовна структура фінансування: репарації - 70%, міжнародна допомога - 20%, національні фонди - 7%, інші джерела - 3%.

Висновки до розділу 4

Комплексна оцінка екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської громади показала їх високу економічну цінність (17,75 млн грн/рік або 64 886 грн/га/рік) з домінуванням регулювальних послуг (76,3%). Найціннішими виявилися водорегулювання, секвестрація CO₂, очищення повітря та запилення. Повномасштабна російська агресія призвела до катастрофічного руйнування 90% функціональності екосистем згідно з даними [25, 32, 43], що зумовило загальні екологічні збитки в розмірі 631,7 млн грн, включаючи капіталізовані втрати екосистемних послуг за 60-річний період відновлення (398,3 млн грн), вартість відновлювальних робіт (158,4 млн грн) та вартість знищеного запасу вуглецю (75,3 млн грн) згідно з методикою [29].

Результати даного дослідження документують масштаби екологічного геноциду, вчиненого російською федерацією проти природи України, та є науковою основою для притягнення країни-агресора до міжнародної відповідальності і отримання компенсацій на відновлення зруйнованого природного капіталу.

ВИСНОВКИ

1. Концепція екосистемних послуг, сформована у 2000-х роках та стандартизована через класифікацію CICES V5.1 та систему SEEA EA, досягла високого рівня методологічної зрілості. Проте в Україні, особливо для регіонального рівня та природоохоронних територій, застосування цієї концепції залишається обмеженим. Дане дослідження є першою комплексною еколого-економічною оцінкою екосистемних послуг ландшафтних заказників Краснопільської громади Сумської області, проведеною згідно з міжнародними стандартами в умовах повномасштабної війни, що надає йому особливої актуальності для документування екологічних злочинів країни-агресора.

2. У роботі вперше застосовано інтегрований методологічний підхід, що поєднує біофізичну оцінку обсягів екосистемних послуг на основі лісовпорядних матеріалів, топографічних карт та наукових нормативів з економічною валоризацією за методами ринкових цін, витрат на заміщення, соціальної вартості вуглецю, транспортних витрат та гедоністичного ціноутворення. Адаптовано методику розрахунку екологічних збитків від військових дій до специфіки природоохоронних територій з розрахунком капіталізованих втрат за 60-річний період відновлення, що дозволяє використовувати результати як доказову базу для міжнародних позовів проти російської федерації згідно з нормами міжнародного права.

3. Встановлено, що загальна еколого-економічна цінність екосистемних послуг чотирьох ландшафтних заказників місцевого значення (загальна площа 273,56 га) станом до 24 лютого 2022 року становила 17,75 мільйона гривень на рік або 64 886 гривень на гектар на рік. У структурі економічної цінності регульовальні послуги забезпечували 76,3% (13,43 млн грн/рік), культурні - 11,2% (1,97 млн грн/рік), забезпечувальні - 12,6% (2,22 млн грн/рік). Найціннішими виявилися послуги водорегулювання (4,71 млн грн/рік або 26,5% загальної

цінності), секвестрації атмосферного вуглецю (3,39 млн грн/рік або 19,1%), очищення повітря (2,92 млн грн/рік або 16,4%), запилення сільськогосподарських культур (2,76 млн грн/рік або 15,6%). Доведено, що економічна вигода від збереження природоохоронного статусу територій у 9,97 рази перевищує потенційний дохід від сільськогосподарського використання та у 28,1 рази - від інтенсивного лісгосподарського використання, що переконливо обґрунтовує економічну доцільність існування заказників.

4. Вперше документовано та кількісно оцінено катастрофічні екологічні наслідки повномасштабної російської агресії проти України для природоохоронних територій прикордонної Краснопільської громади. Встановлено, що внаслідок щоденних ракетних ударів, артилерійських обстрілів, масштабних лісових пожеж від запалювальних боєприпасів та тотального мінування території функціональність екосистем знижена на 90% згідно з даними звіту UNEP та спеціальних досліджень для Сумської області. Знищено 80-95% лісових насаджень площею 169,27 га, порушено гідрологічний режим 25,38 га водно-болотних угідь, популяції птахів скоротилися на 85-95%, великі ссавці повністю залишили територію або загинули. Щільність мінування становить 5-15 вибухонебезпечних об'єктів на гектар, що унеможлиблює будь-які відновлювальні роботи до повного розмінування.

5. Загальна сума екологічних збитків, завданих війною ландшафтним заказникам Краснопільської громади, оцінена в 631,7 мільйона гривень (2,31 млн грн/га), включаючи: капіталізовані втрати екосистемних послуг за 60-річний період відновлення - 398,3 млн грн (63,0%); вартість відновлювальних робіт після деокупації (розмінування, очищення, лісовідновлення, рекультивация) - 158,4 млн грн (25,1%); вартість знищеного запасу вуглецю (113 139 т CO₂ -еквівалента) - 75,3 млн грн (11,9%). Щорічні збитки від втрати екосистемних послуг становлять 15,97 млн грн, що означає, що кожного року, доки триває війна, суспільство втрачає послуги на цю суму. Найбільших абсолютних збитків зазнав заказник "Шевців"

(229,7 млн грн), "Довжик" - 197,5 млн грн, "Біликів" - 108,4 млн грн, "Краснопільський" - 93,7 млн грн. Ці розрахунки є консервативними оцінками згідно з методикою Міністерства захисту довкілля [29], реальні збитки значно більші через неврахування втрати унікальних популяцій, руйнування екологічних зв'язків у регіональній екомережі, соціально-психологічної шкоди для населення.

6. Практична значущість результатів дослідження полягає у можливості їх використання як:

- науково-методичної основи для розрахунку екологічних збитків від війни на інших природоохоронних територіях України;
- доказової бази для притягнення російської федерації до міжнародної відповідальності у Міжнародному кримінальному суді за порушення Женевських конвенцій [24] та Римського статуту [40], які кваліфікують масштабне знищення природних екосистем як військовий злочин проти довкілля;
- обґрунтування компенсаційних вимог до країни-агресора, кошти від яких підуть на відновлення зруйнованого природного капіталу після перемоги України (орієнтовна потреба у фінансуванні відновлення - 158,4 млн грн, термін повного відновлення - 60-100 років згідно з дослідженнями);
- інформаційної бази для планування післявоєнного екологічного відновлення Краснопільської громади та інших прикордонних територій;
- аргументації для посилення природоохоронного законодавства України та інтеграції концепції екосистемних послуг у національну систему обліку природного капіталу згідно з SEEA EA.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Balvanera P., Siddique I., Dee L. et al. Linking biodiversity and ecosystem services: Current uncertainties and the necessary next steps. *BioScience*. 2014. Vol. 64. P. 49-57.
2. Bateman I.J., Mace G.M., Fezzi C. et al. Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. *Science*. 2013. Vol. 341. P. 45-50.
3. Burkhard B., Santos-Martín F., Nedkov S., Maes J. An operational framework for integrated Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES). *One Ecosystem*. 2018. Vol. 3. e22831.
4. Cardinale B.J., Duffy J.E., Gonzalez A. et al. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*. 2012. Vol. 486. P. 59-67.
5. Costanza R., d'Arge R., de Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997. Vol. 387. P. 253-260.
6. Czúcz B., Keith H., Driver A. et al. A common typology for ecosystem characteristics and ecosystem condition variables. *One Ecosystem*. 2021. Vol. 6. e58218.
7. Daily G.C., Polasky S., Goldstein J. et al. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2009. Vol. 7. P. 21-28.
8. de Groot R., Brander L., van der Ploeg S. et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*. 2012. Vol. 1. № 1. P. 50-61.
9. Gallai N., Salles J.-M., Settele J., Vaissière B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*. 2009. Vol. 68. P. 810-821.

10. Haines-Young R., Potschin-Young M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1: Guidance on the Application of the Revised Structure. Fabis Consulting Ltd, 2018. 53 p.
11. IPBES. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany, 2019. 1148 p.
12. IPCC. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. IGES, Japan, 2006.
13. Klein A.M., Vaissière B.E., Cane J.H. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*. 2007. Vol. 274. P. 303-313.
14. Kumar P. (ed.). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, London and Washington, 2010. 410 p.
15. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 2005. 137 p.
16. Renard K.G., Foster G.R., Weesies G.A., Porter J.P. RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation. *Journal of Soil and Water Conservation*. 1991. Vol. 46. № 1. P. 30-33.
17. Shvidenko A., Buksha I., Krakovska S. Vulnerability of Ukrainian forests to climate change. *Sustainability*. 2017. Vol. 9. № 7. P. 1152.
18. United Nations et al. *System of Environmental-Economic Accounting — Ecosystem Accounting (SEEA EA)*. White cover publication, pre-edited text subject to official editing. 2021.
19. Варуха А. Огляд підходів з оцінки екосистемних послуг через призму їхнього застосування для визначення збитків, завданих військовими діями / за заг. ред. О. Кравченко. Львів : Компанія "Манускрипт", 2022. 56 с.
20. Дані Сумської метеорологічної станції. Середня річна сума опадів 2020-2024 рр. Український гідрометеорологічний центр. 2024.

21. Дегтяр О.О., Непошивайленко Н.О. Оцінка екосистемних послуг лісових насаджень міста Харкова. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія». 2019. № 20. С. 48-58.
22. Домбровська О., Князев Є. Зарубіжний досвід відновлення забруднених земель в результаті військових дій. Environmental and economic consequences regarding the assessment of the explosion of Kahavska HPP. 2023. С. 63-70.
23. Жук В.М., Бондарчук М.А. Екосистемні послуги лісів України: сучасний стан та перспективи оцінки. Лісівництво і агролісомеліорація. 2020. Вип. 136. С. 3-12.
24. Женевські конвенції про захист жертв війни від 12 серпня 1949 року та Додаткові протоколи до них. Ратифіковано Указом Президії Верховної Ради УРСР від 23.10.1954.
25. Звіт Програми ООН з навколишнього середовища про екологічні наслідки війни в Україні. UNEP, 2024. 156 р.
26. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля». Відомості Верховної Ради України. 2017. № 29. Ст. 315 (зі змінами).
27. Закон України «Про природно-заповідний фонд України». Відомості Верховної Ради України. 1992. № 34. Ст. 502 (зі змінами).
28. Лісовпорядна інструкція. Затверджена наказом Державного агентства лісових ресурсів України від 02.09.2015 № 83.
29. Методика розрахунку екологічних збитків від військових дій. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2023.
30. Методичні рекомендації з оцінки вартості лісових ресурсів. Затверджено наказом Державного агентства лісових ресурсів України від 27.06.2013 № 137.
31. Нормативи оцінки екосистемних послуг лісів. Методичні рекомендації. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, 2019. 68 с.

32. Осипенко Л.В. Зміни в системі заповідного фонду внаслідок і в умовах війни – фактичні і необхідні: приклад із Сумщиною. Екологічна безпека в умовах війни. 2024. С. 148-155.
33. Показник соціальної вартості вуглецю (Social Cost of Carbon). Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC), оновлені оцінки 2024-2025 рр.
34. Положення про ландшафтний заказник місцевого значення «Біликів». Рішення Сумської обласної ради від 27.06.2008 № 621-V.
35. Положення про ландшафтний заказник місцевого значення «Довжик». Рішення Сумської обласної ради від 22.02.2019 № 897-VIII.
36. Положення про ландшафтний заказник місцевого значення «Краснопільський». Рішення Сумської обласної ради від 22.02.2019 № 896-VIII.
37. Положення про ландшафтний заказник місцевого значення «Шевців». Рішення Сумської обласної ради від 27.06.2008 № 620-V.
38. Природно-заповідний фонд Сумської області : атлас-довідник / уклад.: Р.В. Бойченко, В.В. Вертель, О.Ю. Карлюкова та ін. 2-е вид., випр. та допов. Київ : ТОВ "Українська Картографічна Група", 2019. 96 с.
39. Реєстр екологічних збитків від російської агресії. Національна система обліку екологічних втрат. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2023-2025.
40. Римський статут Міжнародного кримінального суду. Ратифіковано Законом України від 20.01.2000 № 1401-XIV.
41. Ринкові ціни на деревину та лісопродукцію. Інформаційно-аналітичний центр Державного агентства лісових ресурсів України. 2025.
42. Рішення Конституційного Суду України у справі про охорону довкілля від 30 червня 2022 року № 5-р(П)/2022. Офіційний вісник України. 2022. № 55. Ст. 3587.
43. Скляр В.Г., Скляр Ю.Л. Вплив війни на довкілля Сумської області. Збірник наукових праць Міжнародної Карпатської Школи: зимова сесія (21-25

лютого 2024 року). 2-ге вид., доповн. Косів: Наукове товариство імені Шевченка, 2024. С. 108-115.

44. Соловій І.П. Концепція плати за послуги екосистем: світовий досвід і перспективи її впровадження у лісовому секторі. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2016. Вип. 14. С. 252-258.

45. Статистичні дані Краснопільської територіальної громади. Населення, земельний фонд, економічні показники. 2024.

46. Ступень Р.М., Калина Т.Є., Рижок З.Р., Ступень О.І. Використання земель сільськогосподарського призначення в умовах післявоєнного відновлення України. Здобутки економіки: перспективи та інновації. 2024. № 12. С. 45-52.

47. Тарифи на послуги централізованого водопостачання для потреб сільського господарства. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. 2024.

48. Топографічні карти масштабу 1:10 000. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру, 2015-2020.

49. Фурдичко О.І., Бобко А.М. Екосистемні послуги лісів в умовах змін клімату. Агроекологічний журнал. 2018. № 3. С. 6-14.

50. Червона книга України. Рослинний світ. За ред. Я.П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.

51. Червона книга України. Тваринний світ. За ред. І.А. Акімова. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 624 с.

52. Шевчук І., Шевчук А. Освітня аналітика крізь призму війни: виклики та можливості для вищої школи України. Економіка та суспільство. 2022. № 39. URL: <https://economyandsociety.in.ua> (дата звернення: 12.08.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(14-18 квітня 2025 р.)

**БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ
ЛАНДШАФТНИХ ЗАКАЗНИКІВ КРАСНОПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ**

Аршакян Р. А., студ. 1м курсу ФАТП, спец. 101 «Екологія»
Скляр В. Г., д.б.н., професор
Сумський НАУ

Сучасні екологічні дослідження розглядають біорізноманіття як ключову характеристику природних екосистем, що забезпечує екологічну рівновагу та сталий розвиток. Біологічне різноманіття являє собою складну багатовірневу систему, яка комплексно інтегрує структурні, функціональні та еволюційні аспекти природних систем.

Концептуальною основою вивчення взаємозв'язку біорізноманіття та екосистемних послуг слугує сучасна парадигма, яка розглядає біорізноманіття як визначальний фактор стабільності екосистем. Міжурядова платформа з біорізноманіття та екосистемних послуг (IPBES) підкреслює багатовимірний характер взаємозв'язків між біологічним різноманіттям та екосистемними послугами [7].

Теоретичні моделі презентують три методологічні підходи до вивчення цього взаємозв'язку: лінійні моделі (пропорційна залежність біорізноманіття та екосистемних послуг), порогові моделі (виявлення критичних меж біорізноманіття) та комплексні моделі (врахування функціональних особливостей видів, екологічних взаємозв'язків та адаптаційних механізмів) [3, 5].

Організаційно-економічний механізм збереження біорізноманіття розкриває його системну роль у забезпеченні сталого розвитку. Наукові дослідження переконливо демонструють, що біорізноманіття виступає не лише індикатором екологічного стану, але й визначальним фактором економічної стабільності природокористування. Втрата біологічного різноманіття може призводити до суттєвих економічних деструкцій, пов'язаних із порушенням відтворювальних екосистемних процесів [2].

Індикаторна роль біорізноманіття виявляється через багатовекторний аналіз видового складу, популяційної динаміки та структурно-функціональної організації біологічних угруповань. Ключовими параметрами комплексної оцінки слугують показники видового багатства, інтегральні індекси різноманіття (зокрема, індекси Шеннона та Сімпсона), функціональне та філогенетичне різноманіття. Ці індикатори відображають структурну складність екосистем, розкривають їхній адаптаційний потенціал та здатність до самовідновлення в умовах зовнішніх трансформацій [4, 6].

Ландшафтні заказники Краснопільської територіальної громади – «Біликів», «Видівський», «Довжик», «Краснопільський», «Образ» та «Шевців» – репрезентують унікальний природоохоронний комплекс, що відображає типові ландшафтні особливості південно-західних схилів Середньоруської височини. Кожен заказник має специфічні характеристики формування біологічних угруповань, демонструє особливості ландшафтно-структури та екологічних умов регіону [1].

Отже, комплексний аналіз біорізноманіття ландшафтних заказників надає можливість здійснювати всебічну діагностику стану екосистем, оцінювати їхню спроможність продукувати різноманітні екосистемні послуги. В умовах посилення антропогенного пресингу, системних кліматичних трансформацій дослідження локальних природоохоронних територій набуває статусу ключового індикатора екологічного благополуччя регіональних природних систем.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Природно-заповідний фонд Сумської області: Атлас-довідник. [уклад.: Р.В. Бойченко, В.В. Вертель, О.Ю. Карлюкова та ін.]. 2-е вид., випр. та допов. К.: ТОВ «Українська Картографічна Група», 2019. 46-50 с.
2. Якимчук А. Ю. Організаційно-економічний механізм збереження біорізноманіття України у контексті сталого розвитку : дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук. Львівський національний аграрний університет. Львів, 2016.
3. Balvanera, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He, J. S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D., & Schmid, B. (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology letters*, 9(10), 1146-1156.
4. Burkhard, B., Maes, J., Potschin-Young, M. B., Santos-Martín, F., Geneletti, D., Stoev, P., ... & Müller, F. (2018). Mapping and assessing ecosystem services in the EU - Lessons learned from the ESMEALDA approach of integration. *One Ecosystem*, 3, e29153.
5. Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59-67.
6. Harrison, P. A., Berry, P. M., Simpson, G., Haslett, J. R., Blicharska, M., Bucur, M., ... & Turkelboom, F. (2014). Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: a systematic review. *Ecosystem services*, 9, 191-203.
7. IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

ЗМІСТ

ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Желдубовський М. С. ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГЛУПАК 3. І. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ЧЕСЬКІЙ РЕСПУБЛІЦІ ...	3
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	4
Масик І.М., Котюк Р.В., Рак О.М. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	5
Котенко В. А., Большаков Є. ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ В СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	6
Крилов Д. О., Підлужний Е. Г. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОГО СТЕБЛОСТОЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ	7
Кузьменко Р. О. УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	8
Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А., Риженко А. Т., Барило О. Б., Клімашевський В. С. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМІЖНОГО ПОСІВУ ЖИТА ОЗИМОГО НА СИДЕРАТ	9
Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А., Риженко А. Т., Гоменко Д. В., Барило О. Б. УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО	10
Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А., Севідов О. А., Погорілий Є. В., Клімашевський В. С. УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	11
Міщенко Ю. Г., Севідов О. А., Барило О. Б., Клімашевський В. С. УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХИСТУ КУКУРУДЗИ ВІД БУР'ЯНІВ	12
Панасенко Д. М. ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИН СОНЯШНИКА ПІД ВПЛИВОМ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН	13
Ткаченко Р. С. ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА ЗМІНИ АГРОФІЗИЧНОГО СТАНУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ.....	14
Триус В. О., Зубко О. М. ФОРМУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ РОСЛИНИ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ	15
Жалдак Д. С. ВИКОРИСТАННЯ ТРИХОГРАМИ (<i>TRICHOGRAMMA SPP.</i>) ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ СТЕБЛОВОГО МЕТЕЛИКА (<i>OSTRINIA NUBILALIS</i>) НА ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ Галицький В. О. СЕЛЕКЦІЯ СОЇ ОВОЧЕВОЇ - ЗАПОРУКА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ.....	16
Аршакян Р. А., Скляр В. Г. БІОРИЗНОМАНІТТА ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛАНДШАФТНИХ ЗАКАЗНИКІВ КРАСНОПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	17
Ярошенко Н. П. ВИКОРИСТАННЯ МОНОКУЛЬТУР У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ: ДОСВІД НІМЕЧЧИНИ	18
Скляр В. Г., Кунцевський Д. І. ДЕЯКІ ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ.....	19
Коплик Я. В., Кирильчук К. С. ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ ФІТОМАСИ ОСОБИНАМИ ПОПУЛЯЦІЙ <i>TRIFOLIUM MEDIUM</i> L. В УМОВАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»	20
Токаренко В. В., Клименко Г. О. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧОК СУМЩИНИ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТА.....	21
Зубко С. В. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ: АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ОХОРОННІ ЗАХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ.....	22
Шинкарьова М. П., Ковальова М. А. ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОІНДИКАТОРІВ.....	23
Судіна В. В., Кирильчук К. С. ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОДОРОЖНИКА ВЕЛИКОГО ЯК КОМПОНЕНТА ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ	24
Зубцова І. В., Котенко В. О. ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНА СТРУКТУРА ЛУЧНОЇ ФЛОРИ РЛП «СЕЙМСЬКИЙ»	25
Лещенко Д. О., Клименко Г. О. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА БОРОТЬБИ ІЗ <i>SOLIDAGO CANADENSIS</i> L.....	26
Симак О. С. МОНІТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. КЛЕВЕНЬ В МЕЖАХ ЕСМАНЬСЬКОЇ ОТГ	27
Артеменко Д. В., Клименко І. М., Клименко Г. О. ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ДОСТУПУ ДО ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІЙ: ДОСВІД НАЦІОНАЛЬНИХ ПАРКІВ ТА УРБАНІЗОВАНИХ ЗОН	28
Філонов А. Д., Скляр Ю. Л. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ СПАЛЮВАННЯ СМІТТЯ ТА РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ.....	29
Кривозуб В. І. РОЛЬ СЕГЕТАЛЬНИХ РОСЛИН В СУЧАСНОМУ АГРОСЕКТОРІ УКРАЇНИ.....	30
Кроленко Д. ОЦІНКА СТАНУ ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАКАЗНИКА «ЄЗУЧСЬКИЙ»	31
	32

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

(17-21 листопада 2025 р., м. Суми)

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛАНДШАФТНИХ ЗАКАЗНИКІВ КРАСНОПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Аршакян Р. А., студ. 2м курсу ФАТП, спец. 101 «Екологія»
Скляр В. Г., д.б.н., професор
Сумський НАУ

Ландшафтні заказники є ключовими елементами регіональної екомережі та важливими постачальниками екосистемних послуг. Краснопільська територіальна громада Сумської області має у своєму складі чотири ландшафтні заказники місцевого значення: "Краснопільський" (42,06 га), "Шевців" (96,00 га), "Біликів" (50,50 га) та "Довжик" (85,00 га) загальною площею 273,56 га [1, 2]. Після 24 лютого 2022 року ці території щоденно зазнають обстрілів, що призводить до катастрофічного руйнування екосистем. Метою дослідження було встановити зв'язок між біорізноманіттям заказників та їх здатністю надавати екосистемні послуги, а також оцінити масштаби втрат від війни.

Оцінку біорізноманіття проведено модельно на основі типових характеристик подібних територій лісостепової зони. Структуру земельного покриву визначено за офіційними документами про створення заказників та Лісовпорядною інструкцією [1, 2]. Економічну оцінку екосистемних послуг проведено згідно з міжнародними стандартами CICES V5.1 та SEEA EA [3] з використанням методів ринкових цін, витрат на заміщення, соціальної вартості вуглецю.

Флористичне різноманіття заказників оцінюється модельно в 350-380 видів судинних рослин, включаючи 12-15 рідкісних видів Червоної книги України. Встановлено пряму залежність між рівнем біорізноманіття та економічною цінністю екосистемних послуг. Заказник "Шевців" з найбагатшою флорою (215-230 видів) мав найвищу питому цінність послуг (67 000 грн/га/рік), тоді як "Біликів" з меншим різноманіттям - 57 980 грн/га/рік.

Загальна економічна цінність екосистемних послуг чотирьох заказників станом до 24 лютого 2022 року становила 17,75 млн грн/рік або 64 886 грн/га/рік. У структурі цінності регулювальні послуги забезпечували 76,3% (13,43 млн грн/рік), культурні - 11,2% (1,97 млн грн/рік), забезпечувальні - 12,6% (2,22 млн грн/рік). Найціннішими виявилися послуги водорегулювання (4,71 млн грн/рік або 26,5% загальної цінності), секвестрації CO₂ (3,39 млн грн/рік або 19,1%), очищення повітря (2,92 млн грн/рік або 16,4%) та запилення сільськогосподарських культур (2,76 млн грн/рік або 15,6%). Високе біорізноманіття забезпечувало стабільність екосистемних функцій: різноманіття деревних порід підтримувало ефективність секвестрації вуглецю (963,6 т CO₂/рік), а багата ентомофауна - послугу запилення на прилеглих 950 га сільськогосподарських угідь.

Доведено економічну ефективність природоохоронного статусу: економічна цінність екосистемних послуг у 9,97 раза перевищувала потенційний дохід від сільськогосподарського використання та у 28,1 раза - від інтенсивного лісгосподарського використання. Співвідношення вигід до витрат на утримання заказників становило 26,9:1, тобто кожна гривня, вкладена у збереження, генерувала 27 гривень економічних вигід.

Повномасштабна війна призвела до катастрофічного руйнування біорізноманіття та екосистемних послуг. Знищено 80-95% лісових насаджень внаслідок масштабних пожеж від запалювальних боеприпасів, популяції птахів скоротилися на 85-95%, великі ссавці повністю залишили територію або загинули. Функціональність екосистем знижена на 90%. Загальна сума екологічних збитків оцінена в 631,7 млн грн, включаючи капіталізовані втрати екосистемних послуг за 60-річний період відновлення (398,3 млн грн), вартість відновлювальних робіт (158,4 млн грн) та вартість знищеного запасу вуглецю (75,3 млн грн) [4]. Найбільших збитків зазнав заказник "Шевців" (229,7 млн грн) через найвищі показники біорізноманіття та цінності послуг до війни, що підтверджує пряму залежність між рівнем біорізноманіття та масштабами економічних втрат від його знищення.

Результати підтверджують ключову роль біорізноманіття як індикатора стану та цінності екосистемних послуг. Високе різноманіття видів, структурна складність екосистем та збережені популяції є основою для надання широкого спектру послуг високої економічної цінності. Масштаби втрат біорізноманіття від війни визначають тривалість відновлення (60-100 років) та високу вартість відновлювальних робіт.

Література:

1. Положення про ландшафтні заказники місцевого значення Краснопільської територіальної громади. Рішення Сумської обласної ради від 27.06.2008 та 22.02.2019.
2. Лісовпорядна інструкція. Затверджена наказом Державного агентства лісових ресурсів України від 02.09.2015 № 83.
3. Haines-Young R., Potschin-Young M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1. Fabis Consulting Ltd, 2018. 53 p.
4. Методика розрахунку екологічних збитків від військових дій. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2023.
5. Звіт Програми ООН з навколишнього середовища про екологічні наслідки війни в Україні. UNEP, 2024. 156 p.

Продовження додатку Б

Сумський національний аграрний університет

Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.)

Абаровський А.Ю., Анісімов А.Ю. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ILLUMINA У АГРОБІОТЕХНОЛОГІЇ	36
Анісімов О.Ю. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГРЕЧКИ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	37
Бадзим Р.А. ЕФЕКТИВНА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ - КЛЮЧ ДО СТАБІЛЬНОГО ВРОЖАЮ	38
Баранік Д.А. ВІРОГІДНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ У МАСОВОМУ ДОБОРІ ЗА ПРОДУКТИВНОСТІ МЕТОДОМ ГРУПУВАННЯ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ ЗА ФОРМУВАННЯМ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ	39
Вигоняйло Г.В., Любиченко В.О. РЕГУЛЮВАННЯ У БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ.....	40
Горпинченко О.М., Біловодська М.Б. ЕФЕКТИВНІСТЬ КРАПЕЛЬНОГО ПОЛИВУ КАРТОПЛІ ЗА РІЗНИХ РІВНІВ ВОЛОГОСТІ ГРУНТУ.....	41
Дубовик В.І. БІОТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАКВАСКИ ДЛЯ КЕФІРУ	42
Закорко В.С., Борисенко І.Б. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПОДАЛЬШОГО ГЕНЕРАЦІЙНОГО РОЗМНОЖЕННЯ КАРТОПЛІ, ОТРИМАНОЇ З КУЛЬТУРИ МЕРИСТЕМ IN VITRO	43
Зеленська В.В. ПЕРСПЕКТИВА ПРОМИСЛОВОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ <i>BACILLUS SUBTILIS</i> ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СУРФАКТАНТІВ.....	44
Калач А.В. ОРГАНІЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА ПРАТ «ОХТИРСЬКИЙ ПИВОВАРНИЙ ЗАВОД»	45
Пономаренко Д.В., Радько І.О. ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ АГЕНТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЗЕРНА ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ	46
Поливаний А.Д., Біловодська М.Б. АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА УМОВ АБІОТИЧНИХ СТРЕСІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	47
Сердюк П.В. ВПЛИВ ОБРОБКИ БУЛЬБ БІОПРЕПАРАТАМИ НА ПОКАЗНИКИ ТОВАРНІСТІ РАННІХ СОРТІВ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	48
Шевич А.С., Біловодська М.Б. ПІДВИЩЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛУ ДІЄТИЧНИХ СОРТІВ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	49
Яковенко І.В. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЖИТНЬОГО ХЛІБА	50
Аршакян Р.А., Скляр В.Г. БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛАНДШАФТНИХ ЗАКАЗНИКІВ КРАСНОПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ.....	51
Васенко Я.В. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ СУМСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	52
Ващенко Є.О. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	53
Бердін І.В. ВИДИ РОДИНИ <i>LAMIACEAE</i> – ВАЖЛИВІ КОМПОНЕНТИ ПРИБЕРЕЖНИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ВЕРХНЬОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ТЕЧІЇ РІЧКИ ВОРСКЛА	54
Бондарев М.А. ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ФАКТОРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ПОПУЛЯЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН	55
Клименко І.М., Артеменко Д.В. ВПЛИВ СУЧАСНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ І ВОЄННИХ ФАКТОРІВ НА РІДКІСНІ ОРХІДНІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ (НА ПРИКЛАДІ <i>DACTYLORHIZA INCARNATA</i>)	56
Михайлова В.А. ВИДИ УРБАНОФЛОРИ, ЯКІ ОЧИЩУЮТЬ ПОВІТРЯ	57
Філоненко В.О. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. СУЛА У МЕЖАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	58
Лещенко Д.О. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА <i>ASCLEPIAS SYRIACA L.</i> ТА ІСТОРІЯ ЙОГО ПОШИРЕННЯ	59
Соколова К.В. ЗМІНИ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В М. СУМИ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ	60
Довгаль Д.М. МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ.....	61
Павліченко І.С. МОНІТОРИНГ ФЛОРИСТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ПРИРОДНИХ БІОТОПІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	62
Полов І.В. ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ УРБАНОЕКОСИСТЕМ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ КІКШЕРІНГУ	63
Маслов М.В. ОСНОВНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ	64
Токаренко В.В. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧОК СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	65
Смольник Н.В. ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ВІДТВОРЕННЯ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	66
Судіна В.В. ПОПУЛЯЦІЇ ПОДРОЖНИКА ВЕЛИКОГО В УМОВАХ МІСТА СУМИ НА ГРАДІЄНТІ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	67
Кривозуб В.І. СЕГЕТАЛЬНІ ВИДИ ЯК ІНДИКАТОРИ СТАНУ ЕКОСИСТЕМ: МЕТОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИВЧЕННЯ	68
Ткаченко Д.С. КОМПЛЕКСНА БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. СУМИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ.....	69
Борковська А.М. БУР'ЯНИ КУКУРУДЗИ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ У ФЕРМЕРСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ «МАНУША» РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	70

Декларація академічної доброчесності

Я, **Аршакян Рима Ашотівна**, студентка групи **ЕКО 2401м** Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформована, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи повинна буду нести академічну та/або інші види відповідальності і до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин, в тому числі, кваліфікаційна робота може бути анульована з наступним відрахуванням із університету. Також усвідомлюю, що до мене у майбутньому може бути застосована процедура позбавлення ступеня вищої освіти та відповідної кваліфікації, якщо свідомо вчинене порушення академічної доброчесності не буде виявлено під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої в університеті процедури з використанням ліцензованих програмних продуктів.

1.10. 2024 р.

_____ Рима АРШАКЯН

Рекомендована форма самооцінювання кваліфікаційної роботи здобувачем

Критерій	Рівень			Коментар
Огляд літератури побудовано навколо основної проблеми, використано найактуальніші сучасні дослідження за темою, чітко відображено зв'язок між завданнями, поставленими в роботі, та попередніми дослідженнями			+	
			+	
			+	
Надана конкретна та точна інформація про методи та дані (кількість, температура, тривалість, послідовність, умови, розташування, розміри тощо), методи пов'язані з іншими дослідженнями.			+	
			+	
			+	
Наведено конкретні результати з поясненнями та аналізом, порівняння з результатами інших досліджень, показано чіткий зв'язок проблеми з отриманими результатами			+	
			+	
			+	
Надано пропозиції щодо удосконалення, що підкріплено відповідними обґрунтуваннями (прогноз, модель тощо)		+		
Висновки містять зв'язок з найважливішими аспектами попередніх розділів, підсумок ключових результатів, продемонстровано зв'язок між цією роботою та наявними дослідженнями зосереджена увага на суттєвих результатах, зазначено їх можливе застосування; подано обмеження, на які слід спрямувати майбутні дослідження.			+	
			+	
			+	
Перелік посилань є повним та достатнім для вирішення завдань дослідження			+	
			+	
			+	
Робота оформлена повністю відповідно до вимог			+	
			+	
			+	
Робота не містить друкарських та граматичних помилок		+		
		+		

Підтверджую, що робота виконана мною самостійно, не містить академічного плагіату. Зокрема, у моїй роботі немає запозичення текстів, ідей чи розробок, результатів досліджень інших авторів без посилань на них, у тому числі буквального перекладу з іноземних мов чи перефразування, що видаються за свій текст, вирваних із контексту тверджень, цитат без лапок, фабрикації (вигаданих) даних чи фальсифікації (вигаданих і модифікованих на догоду бажаному висновку) результатів досліджень.

1.11. 2025 р.

Рима АРШАКЯН