

СОЗОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПОСЕЛЕНЬ ПЕРЛІВНИЦЕВИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛІТЕТІВ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОПУЛЯЦІЙ *UNIO CRASSUS* В УКРАЇНІ

Шевчук Л. М.

Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир
knz_shlm@ztu.edu.ua

Стаття присвячена розробці науково обґрунтованої методики пріоритизації локалітетів перлівниці товстої (*Unio crassus*) для створення національної системи моніторингу виду в Україні. Запропоновано індекс созоологічної значущості (ІСЗ), який інтегрує созоологічний статус охоронюваних видів молюсків родини Unionidae через систему вагових коефіцієнтів, враховуючи присутність *U. crassus* (вага 5), *Anodonta cygnea* (вага 4) та *Pseudanodonta complanata* (вага 4) з нормуванням на загальну кількість нативних видів у локалітеті. Методика дозволяє об'єктивно ранжувати території за природоохоронною цінністю та уникати суб'єктивності при визначенні пріоритетів моніторингу.

На основі значень ІСЗ виділено три категорії пріоритетності: критично важливі локалітети (ІСЗ > 3,0) з присутністю трьох червонокнижних видів, локалітети високої созоологічної цінності (ІСЗ 2,0–3,0) з двома охоронюваними видами та локалітети базової пріоритетності (ІСЗ < 2,0). До критично важливих також віднесено всі моновидові поселення *U. crassus* незалежно від значення ІСЗ через їхнє особливе значення для вивчення лімітуючих факторів. Застосування розробленої методики дозволило ідентифікувати 16 критично важливих локалітетів, які можуть сформувати основу національної мережі моніторингу. За результатами обчислення коефіцієнтів Жаккара та Сьоренсена-Чекановського виявлено чітку структуру міжвидових асоціацій: найвищий ступінь співіснування *U. crassus* демонструє з *U. pictorum* ($Kj = 0,59$; $Ks = 0,74$) та *U. tumidus* ($Kj = 0,52$; $Ks = 0,69$), що свідчить про схожість екологічних переваг. Мінімальні значення коефіцієнтів зафіксовано для *A. cygnea* та інвазивного виду *Sinanodonta woodiana* ($Kj = 0,01$; $Ks = 0,03$), що підтверджує майже повну екологічну відокремленість цих видів.

Запропонована методика створює науково обґрунтовану основу для гармонізації української системи моніторингу *U. crassus* з вимогами статті 17 Директиви Ради 92/43/ЄЕС про оселища щодо регулярної звітності про стан збереження видів. Індекс созоологічної значущості може бути адаптований для оцінки популяцій інших рідкісних видів прісноводної фауни України та застосований при формуванні національної екологічної мережі для визначення ключових територій збереження біорізноманіття прісноводних екосистем. Результати дослідження мають практичне значення для оптимізації природоохоронного планування та ефективного розподілу ресурсів між локалітетами з різною созоологічною цінністю в умовах обмежених фінансових можливостей. *Ключові слова*: перлівниця товста, *Unio crassus*, індекс созоологічної значущості, пріоритизація локалітетів, система моніторингу, Червона книга України, міжвидові асоціації, Директива про оселища.

The socological assessment of thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) habitats as a tool for locating monitoring sites within the environmental security framework for populations in Ukraine. Shevchuk L.

The article is devoted to the development of a scientifically grounded methodology for prioritizing thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) localities to establish a national monitoring system for the species in Ukraine. A Sozological Significance Index (SSI) is proposed, which integrates the conservation status of protected mollusk species of the family Unionidae through a system of weighting coefficients, considering the presence of *U. crassus* (weight 5), *Anodonta cygnea* (weight 4), and *Pseudanodonta complanata* (weight 4), normalized by the total number of native species in the locality. The methodology enables objective ranking of territories by conservation value and avoids subjectivity in determining monitoring priorities.

Based on SSI values, three priority categories were identified: critically important localities (SSI > 3.0) with three Red Book species present, localities of high sozological value (SSI 2.0–3.0) with two protected species, and baseline priority localities (SSI < 2.0). All monospecific *U. crassus* settlements are also classified as critically important regardless of SSI value due to their special significance for studying limiting factors. Application of the developed methodology identified 16 critically important localities that can form the basis of a national monitoring network. Calculation of Jaccard and Sørensen-Czekanowski coefficients revealed a clear structure of interspecific associations: *U. crassus* demonstrates the highest degree of coexistence with *U. pictorum* ($Kj = 0.59$; $Ks = 0.74$) and *U. tumidus* ($Kj = 0.52$; $Ks = 0.69$), indicating similar ecological preferences. Minimal coefficient values were recorded for *A. cygnea* and the invasive species *Sinanodonta woodiana* ($Kj = 0.01$; $Ks = 0.03$), confirming almost complete ecological separation of these species.

The proposed methodology provides a scientifically grounded basis for harmonizing the Ukrainian *U. crassus* monitoring system with the requirements of Article 17 of Council Directive 92/43/EEC on habitats regarding regular reporting on species conservation status. The Sozological Significance Index can be adapted for assessing populations of other rare freshwater fauna species in Ukraine and applied

in forming the national ecological network to identify key territories for freshwater ecosystem biodiversity conservation. The research results have practical significance for optimizing conservation planning and efficient resource allocation among localities with different zoological value under conditions of limited financial resources. *Key words:* thick-shelled river mussel, *Unio crassus*, zoological significance index, locality prioritization, monitoring system, Red Book of Ukraine, interspecific associations, Habitats Directive.

Постановка проблеми. Сучасний стан біорізноманіття прісноводних екосистем України характеризується прогресуючою деградацією та скороченням чисельності аборигенних видів молюсків родини Unionidae, що створює загрозу для функціонування річкових екосистем та їхніх екосистемних послуг. Перлівниця товста (*Unio crassus* Philipsson, 1788) (рис. 1) як вид, занесений до Додатку II Бернської конвенції [1] та Червоної книги України [2], потребує впровадження систематичного моніторингу популяцій відповідно до вимог європейських природоохоронних директив. Однак відсутність науково обґрунтованої методики моніторингових досліджень, критеріїв для визначення пріоритетності локалітетів у національній системі моніторингу ускладнює ефективне використання ресурсів та не дозволяє забезпечити адекватну охорону найбільш цінних популяцій виду.



Рис. 1. Черпашка *Unio crassus* (фото автора)

Україна як країна-кандидат на вступ до Європейського Союзу має імплементувати положення Директиви Ради 92/43/ЄЕС про збереження природних оселищ, дикої фауни та флори (Директива про оселища) [3]. Ця Директива зобов'язує держави-члени створити систему моніторингу стану збереження видів, що становлять інтерес для Співтовариства, та подавати регулярні звіти про стан їхніх популяцій згідно зі статтею 17. *U. crassus* є одним із таких видів, що потребує особливої уваги через своє стрімке скорочення у більшості європейських країн [4, 5] та визнання його індикаторної ролі у оцінці якості прісноводних екосистем [6].

За результатами попередніх досліджень, вид виявлено у 46 локалітетах у межах восьми річкових басейнів, що охоплюють значну географічну територію від Закарпаття до Криму. Однак лише у 25 локалітетах зафіксовано популяції з чисельністю, достатньою для проведення популяційних досліджень, тоді як у решті локалітетах виявлено лише одиничні екземпляри. Імплементация європейських вимог до моніторингових програм вимагає розробки дифе-

ренційованого підходу до організації цього процесу з урахуванням не лише екологічних характеристик популяцій, але й їхньої природоохоронної цінності (зоологічної значущості).

Водночас територія України характеризується значним рівнем видового багатства перлівницьких молюсків, де окрім *U. crassus* мешкають ще п'ять нативних видів родини Unionidae, два з яких (*Pseudanodonta complanata* Rossmässler, 1835 та *Anodonta cygnea* Linnaeus, 1758) також занесені до Червоної книги України [2]. Ця обставина створює унікальну можливість для формування багатовидового підходу до моніторингу та охорони малакофауни прісноводних екосистем [7], оскільки європейські підходи вимагають оцінки представленості і інших видів у поселеннях з *U. crassus*. Однак наявність у окремих локалітетах полівидових угруповань з кількома червонокнижними видами одночасно актуалізує питання об'єктивної оцінки їхньої природоохоронної пріоритетності.

Нехтування созологічним підходом при плануванні моніторингових досліджень призводить до нерационального використання фінансових та людських ресурсів, зосередження уваги на випадково обраних локалітетах без урахування їхньої відносної природоохоронної цінності, а також до неможливості об'єктивного ранжування популяцій за ступенем їхньої пріоритетності для включення до національної мережі моніторингу. Це, своєю чергою, ускладнює виконання міжнародних зобов'язань України щодо збереження біорізноманіття та підготовку достовірних звітів про стан охоронюваних видів.

Актуальність дослідження. Існуюча практика моніторингу рідкісних видів в Україні здебільшого базується на фрагментарних дослідженнях окремих локалітетів без системного підходу до визначення їхньої відносної важливості для збереження виду в національному масштабі. Відсутність кількісних критеріїв созологічної оцінки популяцій не дозволяє об'єктивно порівнювати локалітети між собою, визначати критично важливі території для першочергової охорони та оптимально розподіляти ресурси між різними об'єктами моніторингу.

Особливої ваги проблема набуває в контексті кліматичних змін та зростання антропогенного тиску на прісноводні екосистеми України. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, регулювання стоку річок, забруднення водних об'єктів [8], а також потенційна загроза від інвазивних видів (зокрема, китайської беззубки *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), виявленої у басейні Дунаю [9]) вимагають створення ефективної системи моніторингу, здатної своєчасно виявляти негативні тенденції та забезпе-

чувати наукове підґрунтя для прийняття управлінських рішень у сфері охорони природи.

Важливим аспектом проблеми є також необхідність гармонізації української системи моніторингу рідкісних видів з європейськими стандартами. Методологія, розроблена в рамках Директиви про оселища, передбачає використання чітких критеріїв для оцінки стану збереження видів та вибору репрезентативних локалітетів для моніторингу. Створення національної методики созоологічної оцінки популяцій *U. crassus* має бути сумісним з цими вимогами та одночасно враховувати специфіку біогеографічних умов України.

Таким чином, розробка науково обґрунтованого підходу до созоологічної оцінки популяцій *U. crassus* та визначення на його основі пріоритетних локалітетів для включення до національної системи моніторингу є актуальним науковим завданням, вирішення якого створить методологічну основу для забезпечення екологічної безпеки популяцій виду в Україні та виконання міжнародних природоохоронних зобов'язань держави.

Дана робота спрямована на вирішення цієї проблеми шляхом розробки індексу созоологічної значущості (ІСЗ), який інтегрує созоологічний статус охоронюваних видів моллюсків у локалітеті та дозволяє об'єктивно ранжувати території за їхньою природоохоронною пріоритетністю для організації систематичного моніторингу відповідно до вимог екологічної безпеки та європейських стандартів охорони біорізноманіття.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дане дослідження созоологічної оцінки популяцій *U. crassus* та розробка індексу созоологічної значущості безпосередньо корелює з низкою важливих науково-практичних завдань національного та міжнародного рівня.

Дослідження відповідає завданням імплементації Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом в частині наближення природоохоронного законодавства України до правового доробку Спільноти, зокрема щодо впровадження вимог Директиви Ради 92/43/ЄЕС про збереження природних оселищ та дикої фауни і флори [10].

Робота реалізує положення Національної стратегії збереження біологічного різноманіття України, затвердженої Указом Президента України, в частині створення системи моніторингу стану популяцій рідкісних та зникаючих видів тварин [11].

Порушені у статті питання відповідають завданням Стратегії національної екологічної політики України на період до 2030 року стосовно збереження природних екосистем та забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів [12].

Результати дослідження мають прикладне значення для виконання зобов'язань України за Конвенцією про охорону дикої флори і фауни та

природних середовищ існування в Європі (Бернська конвенція) щодо моніторингу видів Додатку II на національній території [1].

Методологічні підходи та розроблений індекс созоологічної значущості можуть бути використані для оптимізації системи моніторингу інших рідкісних видів прісноводної фауни України, включених до Червоної книги України та міжнародних природоохоронних переліків [2].

Представлені в роботі матеріали сприяють вирішенню науково-практичних завдань з формування національної екологічної мережі та визначення ключових територій для збереження біорізноманіття прісноводних екосистем відповідно до Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України [13].

Розроблена методика созоологічної оцінки створює наукове підґрунтя для підготовки Україною звітів про стан збереження видів згідно зі статтею 17 Директиви про оселища, що є обов'язковою умовою для інтеграції до європейського природоохоронного простору.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематика моніторингу та охорони рідкісних видів прісноводних моллюсків, зокрема перлівниці товстої (*U. crassus*), активно розвивається в сучасних екологічних дослідженнях як у Європі, так і в Україні.

Теоретико-методологічні аспекти охорони рідкісних видів та созоологічного підходу в екології ґрунтовно висвітлені в роботах Дідуха Я. П. [14], який розробив концептуальні засади оцінки созоологічної значущості біорізноманіття та запропонував критерії виділення природоохоронних пріоритетів. Шеляг-Сосонко Ю. Р. зі співавторами [15] обґрунтували принципи созоологічного аналізу флори та рослинності, що заклали методологічну основу для розвитку созоологічних досліджень в Україні.

Питання моніторингу популяцій *U. crassus* згідно з вимогами Директиви про оселища детально розглянуто в роботах європейських дослідників. Geist J. [6] узагальнив сучасні підходи до інтегративної охорони прісноводного біорізноманіття та обґрунтував роль *U. crassus* як індикаторного виду якості річкових екосистем. Lopes-Lima et al. [4] проаналізували природоохоронний статус прісноводних моллюсків Європи та встановили, що *U. crassus* зазнав катастрофічного скорочення у більшості європейських країн, що актуалізує необхідність термінових природоохоронних заходів.

Методологія моніторингу популяцій *U. crassus* активно розробляється в країнах Центральної Європи. Було досліджено [16] зв'язки між параметрами середовища та присутністю виду в антропогенно трансформованих водоймах, що має важливе значення для прогнозування змін у популяціях. Було застосовано [17] молекулярно-генетичні методи для вивчення філогеографії та популяційної структури

європейських Unionidae, що дозволило уточнити таксономічний статус окремих популяцій *U. crassus*.

Проблематика створення систем моніторингу рідкісних видів відповідно до статті 17 Директиви про оселища розглядається в методичних рекомендаціях, розроблених для країн-членів ЄС [18]. Ці документи визначають стандартизовані підходи до оцінки стану збереження видів, включаючи параметри популяцій, ареалу та якості оселищ, що є важливим орієнтиром для гармонізації української системи моніторингу з європейськими стандартами.

Вітчизняні дослідження прісноводної малакофауни представлені роботами Стадниченко А. П. [19], яка здійснила фундаментальний аналіз фауни Unionidae України та описала особливості екології видів. Шевчук Л. М. та співавтори [20] узагальнили сучасні дані про поширення та чисельність молюсків родини Unionidae у водоймах України, виявивши тенденції до скорочення популяцій аборигенних видів.

Методологічні підходи до пріоритизації територій для природоохоронних цілей представлені в міжнародних дослідженнях. Rana et al. [21] розробили Conservation Priority Index для оцінки видів рослин у Західних Гімалаях, використовуючи комплексний підхід до визначення природоохоронних пріоритетів. Reese and Noss [22] запропонували індекс для оцінки природоохоронної цінності та вразливості видів в умовах зміни клімату, що має методологічну цінність для розробки аналогічних підходів стосовно прісноводної фауни.

Аналіз публікацій свідчить про активний розвиток досліджень *U. crassus* в європейському контексті, проте в Україні комплексний підхід до оцінки популяцій виду з метою визначення пріоритетних локалітетів для моніторингу залишається недостатньо розробленим. Відсутні кількісні методики інтегральної оцінки природоохоронної значущості локалітетів, що враховували б присутність кількох охоронюваних видів та забезпечували об'єктивне ранжування територій для включення до національної системи моніторингу відповідно до європейських стандартів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на значні напрацювання у сфері дослідження прісноводних молюсків та охорони рідкісних видів, аналіз наукових публікацій дозволяє виділити кілька не вирішених раніше аспектів проблеми, яким присвячена дана стаття.

Відсутність формалізованої методики кількісної созологічної оцінки локалітетів рідкісних видів молюсків в Україні. Наявні дослідження популяцій *U. crassus* здебільшого фокусуються на екологічних характеристиках локалітетів або описовому аналізі поширення виду, проте не пропонують кількісних критеріїв для порівняння природоохоронної цінності різних територій. Існуючі созологічні підходи в українській науці [14, 15] застосовуються переважно для флористичних об'єктів та використо-

вують якісні категорії оцінки без розробки інтегральних числових показників.

Брак методології інтеграції созологічного статусу кількох охоронюваних видів у єдиному показнику для оцінки локалітетів. У полівидових угрупованнях перлівницевих, де одночасно присутні *U. crassus*, *P. complanata* та *A. cygnea*, відсутні об'єктивні критерії визначення сумарної природоохоронної цінності території з урахуванням созологічного статусу кожного виду. Це ускладнює порівняння локалітетів із різною видовою структурою угруповань та не дозволяє обґрунтовано визначити пріоритетність поселень *U. crassus* у моніторингових дослідженнях.

Недостатня розробленість критеріїв відбору репрезентативних локалітетів для національної системи моніторингу *U. crassus* відповідно до вимог європейських стандартів. Методичні рекомендації щодо імплементації статті 17 Директиви про оселища [17] передбачають створення мережі моніторингових пунктів, що репрезентують різноманітність умов існування виду, проте адаптовані до українських умов критерії вибору таких локалітетів не розроблені. Це призводить до відсутності наукового обґрунтування при визначенні об'єктів довгострокового моніторингу.

Відсутність системного підходу до ранжування локалітетів *U. crassus* за ступенем їхньої пріоритетності для природоохоронних заходів. Існуюча практика визначення об'єктів охорони базується переважно на експертних оцінках без застосування формалізованих алгоритмів, що унеможливило об'єктивне порівняння територій та оптимальний розподіл обмежених ресурсів між різними локалітетами. Відсутні чіткі категорії пріоритетності, які б дозволяли диференціювати підходи до організації моніторингу та природоохоронних заходів.

Необхідність розробки методології, сумісної з європейськими підходами до оцінки природоохоронної значущості, але адаптованої до специфіки біогеографічних умов та стану популяцій *U. crassus* в Україні. Міжнародні методики оцінки розроблені для інших таксономічних груп та географічних регіонів, що потребує створення оригінального підходу, який враховує особливості прісноводної малакофауни України, структуру метапопуляції *U. crassus* та національний природоохоронний контекст.

Брак науково обґрунтованих рекомендацій щодо визначення критично важливих локалітетів, які потребують першочергової уваги в контексті формування національної екологічної мережі та створення об'єктів природно-заповідного фонду. Існуючі підходи до виділення ключових територій для збереження біорізноманіття [13] не враховують специфіку прісноводних екосистем та особливості просторової структури популяцій рідкісних видів молюсків.

Дана стаття спрямована на заповнення цих прогалин шляхом розробки індексу созоологічної значущості (ІСЗ), який забезпечить кількісну основу для об'єктивного ранжування локалітетів *U. crassus* за їхньою природоохоронною пріоритетністю та створить методологічне підґрунтя для формування науково обґрунтованої національної системи моніторингу виду відповідно до вимог екологічної безпеки та європейських природоохоронних стандартів.

Новизна статті. Новизна даного дослідження полягає у вперше розробленому та апробованому індексі созоологічної значущості (ІСЗ) для кількісної оцінки природоохоронної цінності локалітетів *U. crassus*, який інтегрує созоологічний статус кількох охоронюваних видів молюсків родини Unionidae та дозволяє об'єктивно ранжувати локалітети за їхньою пріоритетністю для включення до національної системи моніторингу. Вперше для території України запропоновано формалізовану методику диференціації локалітетів *U. crassus* на категорії природоохоронної пріоритетності (критично важливі, високої созоологічної цінності, базової пріоритетності) з урахуванням як полівидових угруповань з трьома червонокнижними видами, так і моновидових поселень. Новаторським елементом дослідження є застосування вагових коефіцієнтів, що відображають созоологічний статус охоронюваних видів відповідно до їхнього включення до Червоної книги України, та нормування індексу на загальну кількість нативних видів у локалітеті, що забезпечує порівнянність

оцінок для угруповань різної видової складності. Запропонована методика створює наукове підґрунтя для гармонізації української системи моніторингу рідкісних видів прісноводної малакофауни з вимогами статті 17 Директиви про оселища та може бути адаптована для оцінки популяцій інших охоронюваних видів прісноводної фауни України.

Методологічне та загальнонаукове значення. Методологічне значення дослідження полягає у розробці та апробації кількісного підходу до созоологічної оцінки локалітетів рідкісних видів, що поєднує принципи созоологічного аналізу з математичним моделюванням природоохоронних пріоритетів та збагачує методологічний арсенал природоохоронної біології інструментами об'єктивного ранжування територій для оптимізації систем моніторингу. Запропонована методика розрахунку індексу созоологічної значущості може бути екстрапольована на інші таксономічні групи прісноводної фауни та адаптована до різних біогеографічних регіонів, що надає їй універсальний характер та розширює можливість застосування у природоохоронній практиці (рис. 2). Загальнонаукове значення роботи пов'язане з поглибленням розуміння закономірностей формування полівидових угруповань охоронюваних видів молюсків родини Unionidae та встановленням взаємозв'язків між видовою структурою малакоценозів та їхньою созоологічною цінністю, що створює теоретичне підґрунтя для розвитку концепції багатовидового моніторингу прісноводних екосистем.

ЗНАЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

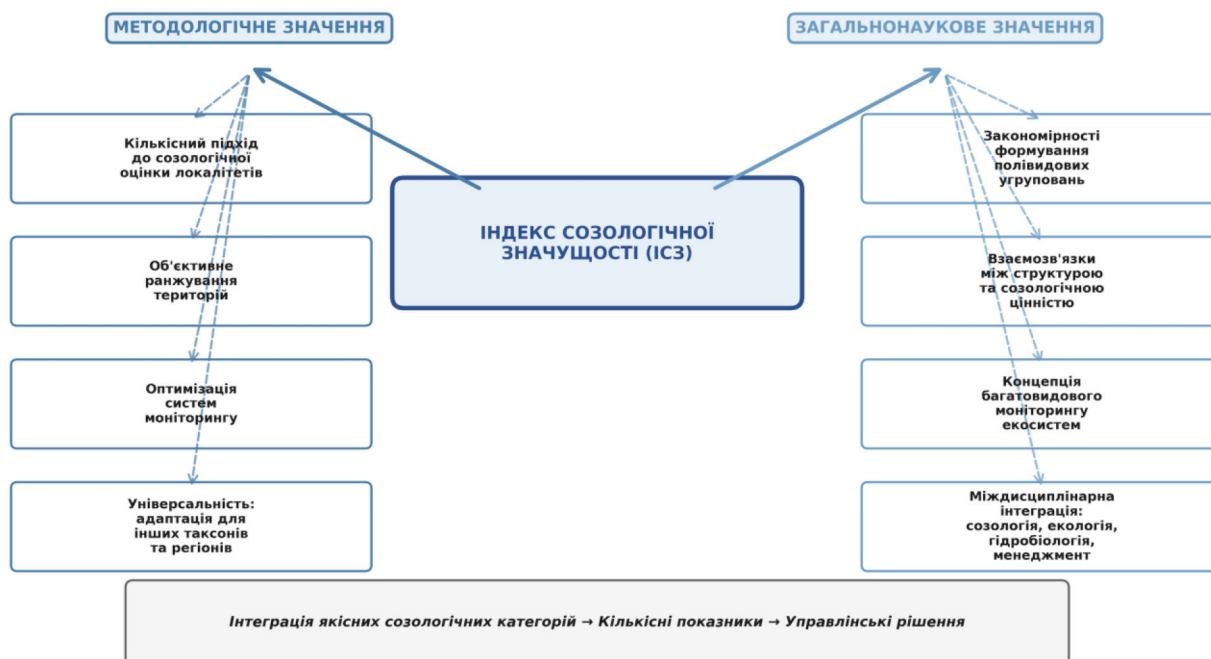


Рис. 2. Схема, що ілюструє значення дослідження

Результати дослідження мають міждисциплінарну цінність на стику созології, популяційної екології, гідробіології та природоохоронного менеджменту, екологічної безпеки, демонструючи можливість інтеграції якісних созологічних категорій у кількісні показники для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері охорони біорізноманіття.

Виклад основного матеріалу. Проведений комплексний аналіз структури видових комплексів представників родини Unionidae у місцях виявлення *U. crassus* на території України. Встановлено, що у близько 18 % випадків (вісім локалітетів) *U. crassus* формує моновидові поселення. При цьому, 75 % таких поселень зосереджено у басейні Дунаю (шість локалітетів у гірських річках Закарпаття), у решті випадків такі поселення локалізовані у Криму. У решті випадків вид співіснує з іншими представниками нативної малакофауни (для водойм України характерно шість нативних видів, включаючи *U. crassus*), формуючи полівидові угруповання різного ступеня складності, або в одному локалітеті (р. Латориця, с. Чабанівка) вид мешкає сумісно з інвазивним видом *S. woodiana* та ще чотирма нативними видами.

Аналіз співіснування *U. crassus* з іншими видами перлівницевих виявив чітку структуру міжвидових асоціацій (рис. 3). За результатами обчислення коефіцієнтів Жаккара (K_j) та Сьоренсена-Чекановського (K_s) встановлено, що *U. crassus* демонструє найвищий ступінь співіснування з представниками свого

роду – *U. pictorum* ($K_j = 0,59$; $K_s = 0,74$) та *U. tumidus* ($K_j = 0,52$; $K_s = 0,69$). Це свідчить про схожість екологічних переваг цих видів та їхню здатність формувати стійкі полівидові угруповання в річкових екосистемах з помірною швидкістю течії.

Значно нижчі показники виявлено для співіснування з *A. anatina* ($K_j = 0,37$; $K_s = 0,54$), що може бути зумовлено частковим перекриттям екологічних ніш цих видів. *P. complanata* демонструє ще менший рівень асоціативності з *U. crassus* ($K_j = 0,23$; $K_s = 0,37$), що вказує на істотні відмінності в їхніх екологічних потребах. Отримані показники також можуть бути пояснені загалом низькою частотою трапляння *P. complanata* (близько 10 %) у водоймах України [20].

Мінімальні значення коефіцієнтів зафіксовано для *A. cygnea* та *S. woodiana* ($K_j = 0,01$; $K_s = 0,03$), що свідчить про майже повну екологічну відокремленість цих видів від *U. crassus*. Такий розподіл може бути результатом різних вимог до умов середовища або конкурентного виключення. Важливо підкреслити, що *S. woodiana* є інвазивним видом і його виявлено в Україні лише у басейні Дунаю [9].

Для об'єктивної оцінки природоохоронної цінності локалітетів розроблено **індекс созологічної значущості (ІСЗ)**, який враховує присутність охоронюваних видів та їх созологічний статус:

$$ICZ = (W_u \times N_u + W_a \times N_a + W_p \times N_p) / N_{заг},$$

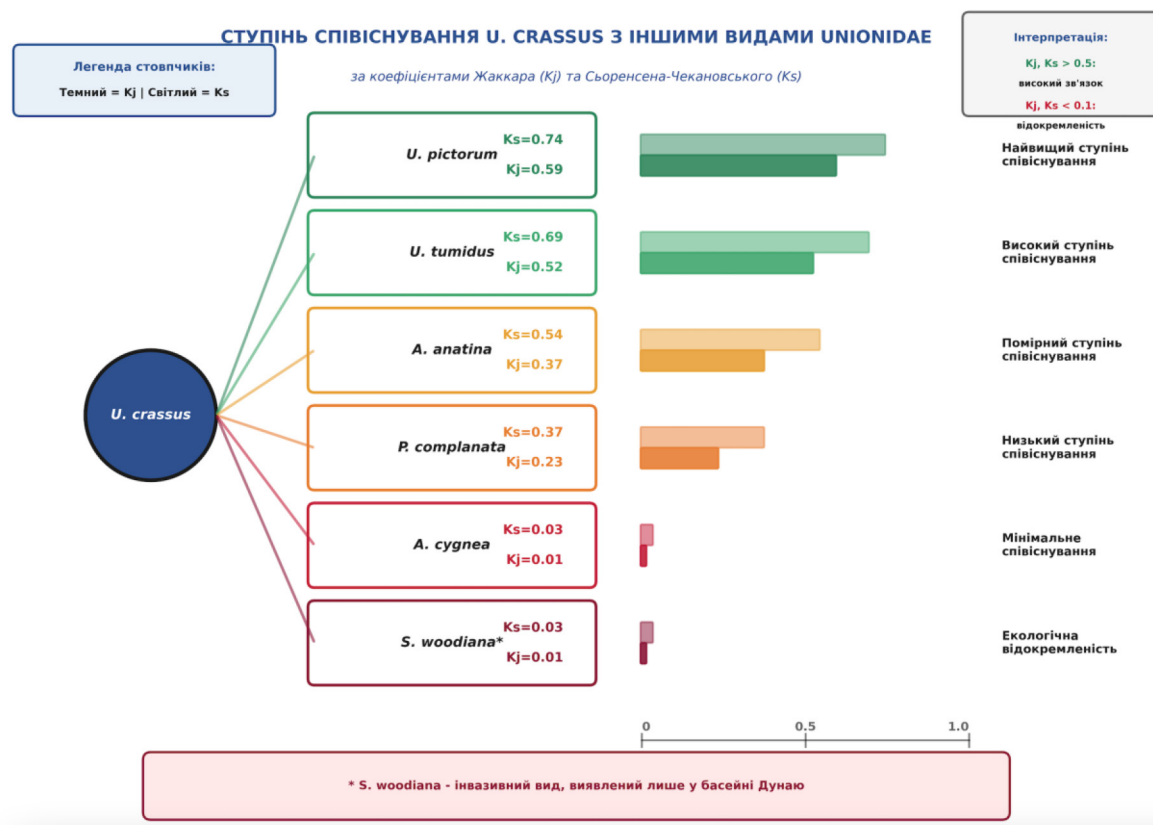


Рис. 3. Ступінь співіснування *U. crassus* з іншими видами перлівницевих



Рис. 4. Категорії пріоритетності локалітетів

де W_u , W_a , W_p – вагові коефіцієнти для *U. crassus* (5), *A. cygnea* (4) та *P. complanata* (4) відповідно до їх созологічного статусу;

N_u , N_a , N_p – присутність відповідних видів (1 або 0); $N_{\text{заг}}$ – загальна кількість нативних видів у локалітеті.

Застосування ІСЗ дозволило виділити три категорії пріоритетності для моніторингу (рис. 4):

1. критично важливі локалітети ($ІСЗ > 3,0$) з присутністю трьох видів, що занесені до Червоної книги України;

2. локалітети високої созологічної цінності ($ІСЗ 2,0-3,0$) з двома охоронюваними видами;

3. локалітети базової пріоритетності ($ІСЗ < 2,0$).

Також до категорії критично важливі локалітети рекомендовано включити моновидові поселення *U. crassus*, які мають особливе значення для вивчення лімітуючих факторів існування виду. Ідентифікація ключових природних територій з максимальним видовим багатством перлівницевих та високими значеннями ІСЗ є фундаментальним компонентом формування регіональної екологічної мережі. Такі території функціонують як ядра збереження генетичного різноманіття популяцій охоронюваних видів, забезпечують підтримання метапопуляційної структури та слугують донорами для реколонізації порушених ділянок річкових систем.

Інтеграція созологічного підходу у систему моніторингу *U. crassus* забезпечує науково обґрунтоване планування природоохоронних заходів, оптиміза-

цію використання обмежених ресурсів та відповідність вимогам екологічної безпеки щодо збереження біорізноманіття прісноводних екосистем України. Запропонована методологія створює основу для розробки національного стандарту моніторингу рідкісних видів молюсків відповідно до європейських природоохоронних директив.

За результатами застосування індексу созологічної значущості ідентифіковано 16 критично важливих локалітетів *U. crassus*, які можуть сформувати основу національної мережі моніторингу виду та які характеризуються найвищою природоохоронною цінністю. Ці території розподілено на два типи угруповань залежно від видової структури малакофауни.

Полівидові угруповання з трьома червонокнижними видами (вісім локалітетів). У басейні Дунаю виявлено чотири такі локалітети: р. Латориця в околицях с. Чабанівка (Закарпатська обл.) з шістьма видами молюсків, р. Латориця (нове русло) поблизу с. Соломонове (Закарпатська обл.) з чотирма видами, р. Боржава біля с. Вари (Закарпатська обл.) з чотирма видами, та р. Сталінешти в районі с. Кошуляни (Чернівецька обл.) з чотирма видами. У басейні Прип'яті один локалітет локалізовано на р. Тня поблизу с. Соколів (Житомирська обл.), де зареєстровано шість видів молюсків. Басейн Дністра представлений двома локалітетами: р. Мурафа в околицях с. Біла (Вінницька обл.) з п'ятьма видами та р. Гнізна поблизу м. Тербовля (Тернопільська обл.) з трьома видами. У басейні Південного Бугу кри-

тично важливий локалітет виявлено на р. Південний Буг у районі м. Південноукраїнськ (Миколаївська обл.), де зареєстровано п'ять видів молюсків.

Моновидові поселення *U. crassus* (вісім локалітетів). Шість локалітетів зосереджено у басейні Дунаю на території Закарпатської області: р. Боржава біля с. Вільхівка, р. Іршава поблизу с. Сільце, р. Латориця в межах м. Мукачеве, р. Апшиця в околицях с. Грушово, р. Уж у межах м. Ужгород, а також один локалітет у Чернівецькій області – р. Сірет (нове русло) поблизу с. Старий Вовчинець. Два моновидові локалітети виявлено на території Криму на р. Чорна: у межах м. Сімферополь та в околицях с. Хмельницьке.

Виділені 16 критично важливих локалітетів представляють різноманітні гідрологічні умови в межах чотирьох річкових басейнів України та Криму, що забезпечує репрезентативність національної мережі моніторингу *U. crassus* та дозволяє оцінювати стан збереження виду в усіх типових для нього біотопах.

Головні висновки

1. Розроблено та апробовано індекс созологічної значущості (IC3) для кількісної оцінки природоохоронної цінності локалітетів *U. crassus*, який інтегрує созологічний статус охоронюваних видів молюсків родини Unionidae через систему вагових коефіцієнтів (*U. crassus* – 5, *A. cygnea* – 4, *P. complanata* – 4) та нормування на загальну кількість нативних видів у локалітеті. Запропонована методика забезпечує об'єктивне порівняння локалітетів із різною видовою структурою угруповань та дозволяє уникнути суб'єктивності при визначенні природоохоронних пріоритетів.

2. На основі значень IC3 виділено три категорії пріоритетності локалітетів для включення до національної системи моніторингу: критично важливі ($IC3 > 3,0$) з присутністю трьох червонокнижних видів, локалітети високої созологічної цінності ($IC3 2,0-3,0$) з двома охоронюваними видами, та локалітети базової пріоритетності ($IC3 < 2,0$). До критично важливих локалітетів також віднесено всі моновидові поселення *U. crassus* незалежно від значення IC3 через їхнє особливе значення для вивчення лімітуючих факторів існування виду.

3. Застосування розробленої методики до 46 досліджених локалітетів *U. crassus* в Україні дозволило ідентифікувати 16 критично важливих територій, які можуть сформувати основу національної мережі моніторингу виду. Серед них вісім локалітетів представляють полівидові угруповання з трьома червонокнижними видами (басейни Дунаю, Прип'яті, Дністра та Південного Бугу) та вісім локалітетів є моновидовими поселеннями *U. crassus* (переважно у басейні Дунаю та Криму).

4. Встановлено чітку структуру міжвидових асоціацій у перлівницевих молюсків, де *U. crassus* демонструє найвищий ступінь співіснування з представниками свого роду *U. pictorum* ($Kj = 0,59$;

$Ks = 0,74$) та *U. tumidus* ($Kj = 0,52$; $Ks = 0,69$), що свідчить про схожість екологічних переваг цих видів. Мінімальні значення коефіцієнтів виявлено для *A. cygnea* та інвазивного виду *S. woodiana* ($Kj = 0,01$; $Ks = 0,03$), що підтверджує майже повну екологічну відокремленість цих видів від *U. crassus*.

5. Запропонована методика созологічної оцінки створює науково обґрунтовану основу для гармонізації української системи моніторингу *U. crassus* з вимогами статті 17 Директиви про оселища щодо регулярної звітності про стан збереження видів. Індекс созологічної значущості може бути адаптований для оцінки популяцій інших рідкісних видів прісноводної фауни України та застосований при формуванні національної екологічної мережі для визначення ключових територій збереження біорізноманіття прісноводних екосистем.

Перспективи використання результатів дослідження. Розроблена методика созологічної оцінки локалітетів на основі індексу созологічної значущості (IC3) має широкий потенціал практичного застосування у різних напрямках природоохоронної діяльності та наукових досліджень.

Гармонізація системи моніторингу з європейськими стандартами. Запропонований підхід створює методологічну основу для імплементації вимог статті 17 Директиви Ради 92/43/ЄЕС про оселища щодо регулярної звітності про стан збереження видів. Виділені критично важливі локалітети можуть бути включені до національної програми моніторингу біорізноманіття як опорні точки для оцінки популяційних трендів *U. crassus* та формування національних звітів для Європейської Комісії.

Оптимізація природоохоронного планування. Індекс созологічної значущості може бути використаний природоохоронними органами для науково обґрунтованого визначення територій, які потребують включення до складу природно-заповідного фонду України або встановлення спеціального режиму охорони. Кількісна оцінка природоохоронної цінності локалітетів дозволяє об'єктивно ранжувати території при обмежених фінансових та організаційних ресурсах, спрямовуючи зусилля на захист найбільш цінних популяцій. Методика також може бути адаптована для оцінки ефективності існуючих природоохоронних територій через порівняння їхніх показників IC3 із локалітетами поза межами ПЗФ.

Розширення методологічного підходу на інші таксони. Принципи розрахунку IC3 можуть бути екстрапольовані на інші групи рідкісних та зникаючих видів прісноводної фауни України. Адаптація методики передбачає визначення вагових коефіцієнтів відповідно до созологічного статусу кожного виду та специфіки їхніх екологічних угруповань.

Удосконалення методології оцінки стану збереження видів. Результати аналізу структури полівидових угруповань перлівницевих молюсків та встановлені закономірності міжвидових асоці-

ацій створюють основу для розробки інтегральних показників оцінки стану прісноводних екосистем. Виявлені коефіцієнти співіснування видів можуть використовуватися як індикатори екологічної якості водойм та ступеня антропогенної трансформації біотопів. Такий підхід дозволяє перейти від моновидового до багатовидового моніторингу, що забезпечує більш комплексну оцінку стану водних екосистем.

Транскордонне співробітництво у сфері охорони природи. Методика созологічної оцінки може бути впроваджена в рамках міжнародних програм збереження *U. crassus* у транскордонних річкових басейнах (Дунай, Дністер, Прип'ять).

Розвиток концепції екологічних мереж. Ідентифіковані критично важливі локалітети можуть бути інтегровані до національної екологічної мережі як ключові елементи для підтримання популяцій рідкісних видів моллюсків. Просторовий аналіз розташування локалітетів із високим ІСЗ дозволяє визначити екологічні коридори для забезпечення зв'язності між

ізолюваними популяціями та підтримання генетичного різноманіття виду на регіональному рівні.

Наукові дослідження популяційної екології. Виділені моновидові поселення *U. crassus* представляють особливий інтерес для вивчення факторів, що лімітують формування багатовидових угруповань перлівницевих. Дослідження цих унікальних локалітетів може розкрити механізми міжвидової конкуренції, специфіку використання ресурсів та адаптаційні стратегії виду в умовах відсутності конкурентних видів, що має фундаментальне значення для розуміння екології прісноводних моллюсків.

Таким чином, результати дослідження мають значний потенціал для практичного впровадження у систему охорони біорізноманіття України та можуть бути використані як методологічна основа для розробки національної стратегії збереження рідкісних видів прісноводної фауни в контексті європейської інтеграції та виконання міжнародних зобов'язань України.

Література

1. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention). Appendix II. Council of Europe, 1979. URL: <https://rm.coe.int/1680304355> (дата звернення: 11.11.2025).
2. Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ) : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 19.01.2021 № 29. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#n19> (дата звернення: 11.11.2025).
3. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal L. 1992. Vol. 206. P. 7–50. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj/eng> (дата звернення: 11.11.2025).
4. Lopes-Lima M., Sousa R., Geist J. et al. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological Reviews*. 2017. Vol. 92, No. 1. P. 572–607. <https://doi.org/10.1111/brv.12244>
5. Vaessen Q., Houbrechts G., Van Campenhout J., Hambuckers A. Which environmental factors influence the distribution patterns of an endangered freshwater mussel (*Unio crassus*)?. *Geomorphology*. 2024. Vol. 454. 109180. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109180>
6. Geist J. Integrative freshwater ecology and biodiversity conservation. *Ecological Indicators*. 2011. Vol. 11, No. 6. P. 1507–1516.
7. Шевчук Л. М., Васильєва Л. А., Тарадайник М. М. (Пампура), Межжерін С. В. Обґрунтування необхідності внесення до Червоної книги України перлівниці *Unio crassus* (Mollusca, Bivalvia, Unionidae). *Біологія та екологія*. 2019. Т. 5, № 2. С. 32–40. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/30923/1/Біологія%20екологія5-2фінал-32-40.pdf> (дата звернення: 11.11.2025).
8. Шевчук Л. М., Билина Л. В., Васильєва Л. А. Збереження біорізноманіття нативних двостулкових моллюсків України (Mollusca, Bivalvia) як необхідність дотримання вимог оселищної концепції та реалізації стратегії сталого розвитку. *Екологічні науки*. 2023. Випуск 5 (50). С. 153–161. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/5/22.pdf> (дата звернення: 11.11.2025).
9. Shevchuk L., Vasilyeva L., Taradajnyk M., Mezherin S. Freshwater Mussels (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) of the Danube River Basin of Ukraine. *Zoodyversity*. 2021. Vol. 55 (1). P. 41–50. URL: <http://ojs.akademperiodyka.org.ua/index.php/Zoodyversity/article/view/115/68> (дата звернення: 11.11.2025).
10. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Київ, 2014. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text (дата звернення: 11.11.2025).
11. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 15 жовтня 2021 року «Про Стратегію біобезпеки та біологічного захисту»: Указ Президента України від 18.11.2021 № 668/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/668/2021#Text> (дата звернення: 11.11.2025).
12. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 11.11.2025).
13. Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки : Закон України від 21.09.2000 № 1989-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1989-14#Text> (дата звернення: 11.11.2025).
14. Дідух Я. П. Основи біоіндикації : монографія. Київ : Наукова думка, 2012. 344 с.
15. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Дідух Я. П., Корженевський В. В. Методика созологічних досліджень рослинного покриву. *Український ботанічний журнал*. 1991. Т. 48, № 1. С. 5–12.
16. Zając K. 1032 Skójka gruboskorupowa *Unio crassus* Philipsson, 1788. Monitoring gatunków zwierząt. *Przewodnik Metodyczny. Część pierwsza* / ed. M. Makomaska-Juchiewicz. Warszawa : Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2010. P. 157–179.

17. Lopes-Lima M., Froufe E., Do V. T., Ghamizi M., Gonçalves K. E., Karatayev A. Y. et al. Phylogeny of the most species-rich freshwater bivalve family (Bivalvia: Unionida: Unionidae): Defining modern subfamilies and tribes. *Biological Reviews*. 2017. Vol. 92. P. 572–607. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.08.021>
18. Evans D., Arvela M. Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive. Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007–2012. European Topic Centre on Biological Diversity, 2011. 123 p.
19. Стадниченко А. П. Фауна України. Перлівниці. Кулькові (Unionidae, Cycladidae). Київ : Наук. думка, 1984. Т. 29, Вип. 9. 384 с.
20. Шевчук Л. М., Васильєва Л. А., Пампура М. М., Межжерін С. В. Перлівниці (Unionidae) України: ресурсна оцінка (чисельність, динаміка ареалів, особливості репродукції). *Вестник зоології*. 2019. Окремий випуск № 37. 92 с. URL: <http://mail.izan.kiev.ua/vz-pdf/suppl/s37.pdf> (дата звернення: 11.11.2025).
21. Rana D., Kapoor K. S., Samant S. S., Bhatt A. Plant species conservation priority index for preparing management strategies: a case study from the Western Himalayas of India. *Small-scale Forestry*. 2020. Vol. 19. P. 461–481. <https://doi.org/10.1007/s11842-020-09447-4>
22. Reece J. S., Noss R. F. Prioritizing species by conservation value and vulnerability: a new index applied to species threatened by sea-level rise and other risks in Florida. *Natural Areas Journal*. 2014. Vol. 34, No. 1. P. 31–45.

Дата першого надходження рукопису до видання: 14.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025