

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-04>

УДК: 502.15:502.5(23.071)

**Н. В. МАКСИМЕНКО**<sup>1</sup>, д-р географ. наук, проф.,  
завідувачка кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи  
e-mail: [maksymenko@karazin.ua](mailto:maksymenko@karazin.ua) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7921-9990>

**В. О. ВОРОНІН**<sup>1</sup>,  
аспірант кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи  
e-mail: [v.voronin@karazin.ua](mailto:v.voronin@karazin.ua) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5692-9703>

**С. В. БУРЧЕНКО**<sup>1</sup>,  
ст. викладач кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи  
e-mail: [s.burchenko@karazin.ua](mailto:s.burchenko@karazin.ua) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5366-5397>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

## ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ ЯК ПІДҐРУНТЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

**Мета.** Використання геоecологічної оцінки лісових ландшафтiв, як основи для оцінки екосистемних послуг для врахування природно-антропогенних умов їх функціонування.

**Методи.** Результати геоecологічної оцінки лісових ландшафтiв засобами ландшафтно-ecологічного планування переведено у показники екосистемних послуг: з забезпечення та регулювання.

**Результати.** Геоecологічна оцінка лісових ландшафтiв проведена на модельній ділянці Васицівського лісництва Харківської області, як репрезентативної для всіх лісових ландшафтiв Харківської області – вододільних, долинних, балково-яружних. Засобами ландшафтно-ecологічного планування визначено показник величини екосистемних послуг з забезпечення для середньовічних деревостанів за породним складом у розрахунку на 1 га. Так, на основі Аналітичного порталу з системи державного обліку деревини визначено, що на 2022 рік визначено середню вартість деревини за породним складом для Харківської області. Таким чином показник величини екосистемної послуги з забезпечення деревини складає близько 604, 5 млн. грн. У перерахунку на одиницю площі (1 га) показник екосистемної послуги буде складати 13247 грн./га. Показник величини екосистемних послуг з регулювання, зокрема вуглецевої ємності для модельної ділянки визначено для середньовікових деревостанів за породним складом у розрахунку на 1 га.

**Висновки.** Запропоноване використання геоecологічної оцінки на основі ландшафтно-ecологічного підходу надає можливість врахувати ландшафтні умови, вплив антропогенної діяльності, а також результати прийняття управлінських рішень у природокористуванні.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ландшафтно-ecологічне планування, геоecологічна оцінка, екосистемні послуги, ліси, типи лісорослинних умов, ландшафт, соснові, листяні, деревостан

**Як цитувати:** Максименко Н. В., Воронін В. О., Бурченко С. В. Геоecологічна оцінка лісових ландшафтiв як підґрунтя для визначення екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С. 37 - 47. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-04>

**In cites:** Maksymenko, N. V., Voronin, V. O., & Burchenko, S. V. (2023). Geoeological assessment of forest landscapes as a basis for the evaluation of ecosystem services. *Visnykof V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Ecology»*, (29), 37-47. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-04> (in Ukrainian)

### Вступ

Ліси мають велике значення для довкілля та сталого розвитку держави. Вони займають великі площі, а їх деградація невпинно призводить до матеріальних втрат та

зміни стану компонентів довкілля, що у свою чергу призводить до посилення наслідків зміни клімату, міграцій живих організмів, зміни структури ландшафту в цілому.

© Максименко Н. В., Воронін В. О., Бурченко С. В., 2023



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Лісові ландшафти – це найцінніші багатства природи України і проблема їх охорони, раціонального використання і відновлення вимагає глибокого вивчення їх сучасного стану, продуктивності та біологічної стійкості, лісовідтворювальних процесів, водоохоронно-захисної функції, тенденцій природокористування тощо [1]. До заходів з раціонального природокористування лісами відноситься вірне нормування рубок лісу, обґрунтування оптимального віку рубок та обсягів лісозаготівлі, специфіки ведення господарства в лісах різного призначення, підтриманням їх оптимального екологічного стану, використанням лісів з рекреаційною метою.

Термін «екосистемні послуги» вперше вводяться у 1970 році у звіті критичних проблем довкілля [2], у якому представлені результати щомісячної міждисциплінарної експертизи глобальних кліматичних та екологічних наслідків людської діяльності.

Поняття «екосистемні послуги» (з англ. – ecosystem services) вперше вжив британський учений E.F. Schumacher у праці «Small is Beautiful: Economics as if People Mattered» (1973). Досліджуючи глибоку взаємозалежність людини і довкілля, він вводить термін «екосистемні (або екологічні, або довкільні, або природні) послуги» [3].

Однією наймасштабніших робіт, можна вважати Оцінку екосистемних послуг на порозі тисячоліття 2003, 2005 років – Millennium Ecosystem Assessment. Оцінка екосистем на порозі тисячоліття дозволила оцінити наслідки зміни екосистем для добробуту людей. З 2001 по 2005 рік в МА працювали більш 1360 експертів з усього світу. Їх результати забезпечують наукову оцінку стану і тенденцій в екосистемах світу та їх послуг, а також наукову основу для дій по їх збереженню і сталому використанню [4].

Тоді ж і вводиться загальноприйняте поняття «екосистемні послуги» – це вигоди, які отримує суспільство від екосистем.

Надалі у 2010 році розвиток концепції екосистемних послуг продовжує проект ТЕЕВ (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) – глобальне дослідження, яке спрямоване на визначення цінності природних комплексів. За допомогою структурного підходу до оцінки, можливо визначити перелік тих переваг, які надаються екосистемами

та загалом біорізноманіттям, а також визначити можливу економічну складову цих переваг [5].

У 2012 році ініціативу розвитку екосистемних послуг отримує Європейське агентство з охорони навколишнього середовища (CICES), згідно з їх підходом послуги екосистем – це вклад, який екосистеми роблять у добробут людини [6]. Це готові послуги в тому розумінні, що вони є вигодами екосистем, які прямо впливають на добробут.

МА, ТЕЕВ та CICES – три основні глобальні проекти з дослідження екосистемних послуг. Важливою частиною кожного з цих проектів надання чіткої, зрозумілої та працюючої класифікації екосистемних послуг. І хоча у кожного проекту розроблена своя класифікація, основна тенденція є однакова у всіх випадках. Так, виділяють:

- послуги з забезпечення;
- послуги з регулювання;
- культурні послуги;
- супровідні.

Між послугами і вигодами немає однозначної відповідності, одна послуга генерує декілька вигід, а для отримання певної вигоди зазвичай необхідно декілька послуг. Вигоди можуть не збігатися з послугами у просторі і часі [7].

Дослідження екосистемних послуг тісно поєднується з картографуванням, зокрема в Європейському Союзі це відображено у програмі MAES – Картографування та оцінка послуг екосистем. Дані щодо практичного створення картографічного матеріалу подаються також у технічних звітах Європейського Союзу [8].

У 2021 році Організацією Об'єднаних націй прийнято новий підхід до статистичного обліку екосистем у національному масштабі – Екосистемний облік (англ. Ecosystem Accounting), який представляє інтегровану та комплексну статистичну структуру для збору та організації даних про середовища існування та ландшафти, оцінки екосистемних послуг та моніторинг змін з прив'язкою до економічних та антропогенних факторів діяльності [9, 10].

Серед вітчизняних досліджень екосистемних послуг можна виділити два основні напрямки:

1. теоретичні дослідження, які полягають у вивченні особливостей самої

концепції екосистемних послуг, аналізі передумов її використання та ін.;

2. практичні дослідження, які базуються на оцінці вартості певних послуг.

Методи оцінки вартості екосистемних послуг базуються на типі використання природних ландшафтів. До таких типів використання відноситься:

1. пряме використання (сировина та продукція, які можна використовувати для споживання, водозабезпечення а також рекреаційні послуги);

2. непряме використання (забезпечення якості води, захист від підтоплення, стабілізація мікроклімату);

3. невикористання (існування екосистеми, заповідання, культурна цінність).

У попередніх дослідженнях проведено аналіз методів і підходів до оцінки екосистемних послуг [11, 12]

### Об'єкти та методи дослідження

Оцінка стану лісових насаджень може бути проведена завдяки використанню різних підходів до ландшафтно-екологічного моделювання лісових насаджень. Користуючись методом моделювання лісових насаджень та аналізу просторово-часової динаміки стану деревного ярусу лісу, Т. С. Мешкова [14] у своїй науковій праці аналізує часові зміни лісу, визначає проблеми погіршення санітарного стану лісу, зазначає період покращення стану лісу, розробляє рекомендації для раціонального використання лісового ресурсу.

Для оцінки екосистемних послуг першочерговим завданням є оцінка стану ландшафту (включаючи всеохоплюючий аналіз компонентів довкілля), ступеню впливу антропогенної діяльності. Для такого попереднього аналізу стану лісових ландшафтів оптимальним є проведення геоекологічної оцінки на основі ландшафтно-екологічного планування (ЛЕП).

Геоекологічна оцінка полягає не лише у дослідженні ландшафту, як природного комплексу, при вивченні стану ландшафту враховується антропогенний вплив на нього в результаті господарської діяльності, що особливо актуально для лісових ландшафтів [15].

Геоекологічну оцінку лісових ландшафтів доцільно проводити за загальною методикою ландшафтно-екологічного плануван-

ня. Як стверджує [13] економічна оцінка екосистемних послуг залежить від повноти наявної інформації щодо цих послуг. Проте автор вказує, що визначити всі екосистемні послуги ландшафтів досить складно, а також дослідити та прогнозувати яким чином ці послуги можуть змінитися внаслідок антропогенної діяльності.

Отже, проблема пошуку оптимальних методів оцінки екосистемних послуг, які враховували б всі природні особливості екосистеми та ландшафту в цілому, наразі є досить актуальною. Особливо у контексті екосистемних послуг лісових ландшафтів, які з однієї сторони є важливим ресурсом для лісової галузі країни, а з іншої – цінною природною екосистемою, втрата якої несе значні загрози для довкілля і існування в цілому.

Ця методика надає змогу не тільки визначити стан природних компонентів, а також оцінити рентабельність тих чи інших екосистемних послуг і на основі цього надати відповідне управлінське рішення [16]. Узагальнену модель реалізації та корегування управлінського рішення на основі ЛЕП розроблено [16]. Передумовою реалізації цієї моделі є проведення процедури ландшафтно-екологічного планування для території дослідження. ЛЕП є базою даних про структуру, процеси та екологічний стан ландшафту, що дозволяє визначити ті складові чи можливості ландшафту, які можуть бути використані для створення екосистемних послуг, тобто природний капітал.

На нашу думку ландшафтно-екологічний підхід дозволить оптимізувати ведення лісового господарства. В останні роки ландшафтно-екологічний підхід набуває поширення в багатьох наукових галузях та має досить широкий спектр застосування – від управління водними ресурсами та раціонального природокористування до застосування при проведенні ландшафтно-екологічного моніторингу. Ландшафтно-екологічний підхід для лісового господарства в найпростішому його тлумаченні полягає в аналізі екологічного стану лісових масивів, які належать до земель лісового господарства, за певними ландшафтами. Головною перевагою

ведення лісового господарства на ландшафтно-екологічній основі визначається те, що воно здійснюється в межах однорідних ділянок земної поверхні із урахуванням природних особливостей території та генетично сформованих ділянок лісу [17].

Етапи використання геоекологічної оцінки, як підґрунтя для оцінки екосистемних послуг, має складатися з наступних етапів [18]:

1. аналіз і характер екосистемних послуг лісових ландшафтів відповідно до міжнародної класифікації;
2. проведення інвентаризаційного етапу, який включає аналіз природних умов лісових ландшафтів та аналіз господарського використання лісів, як одного з головних антропогенних факторів впливу;

3. оціночний етап, який включає просторово-часову оцінку стану лісових ландшафтів, а також оцінку впливу військових дій на лісові ландшафти;
4. аналіз та оцінку конфліктів природокористування, що дає змогу визначити основні фактори негативного впливу на лісові ландшафти.

Для розробки управлінського рішення щодо надання чи не надання екосистемних послуг лісовими ландшафтами пропонується перевести з вартісної оцінки, яка на пряму залежить від умов ринку, а в окремих випадках взагалі не використовується (наприклад, для культурних послуг), в показник екосистемної послуги на одиницю площі, що буде враховувати можливі зміни ландшафтних умов при прийнятті управлінських рішень.

### Результати дослідження

Лісові ландшафти Харківської області приурочені до двох фізико-географічних зон – лісостепу і степу. В морфологічному відношенні при порівнянні карти ландшафтів і карти лісів (рис. 1) можна виділити три групи лісів, відповідно до типів місцевостей, де вони ростуть:

- межирічкові – ліси та лісовкриті території, які розташовані на вододілах річок;
- долинні – лісові масиви борових терас річок, складені, головним чином сосною та ділянки листяних лісів лесових терас та заплав річок;
- балково-долинні – листяні або мішані ліси, насаджені з метою попередження ерозії схилів балок і ярів.

Для дослідження у якості модельної ділянки обрано територію Васищівського лісництва ДП Жовтневого лісгоспу Харківської області, зокрема урочища Чорний ліс, Бір 1 та Бір 2, оскільки ця територія є репрезентативною для всіх типів лісових ландшафтів Харківської області. Схема розташування модельної ділянки дослідження показана на рис. 2.

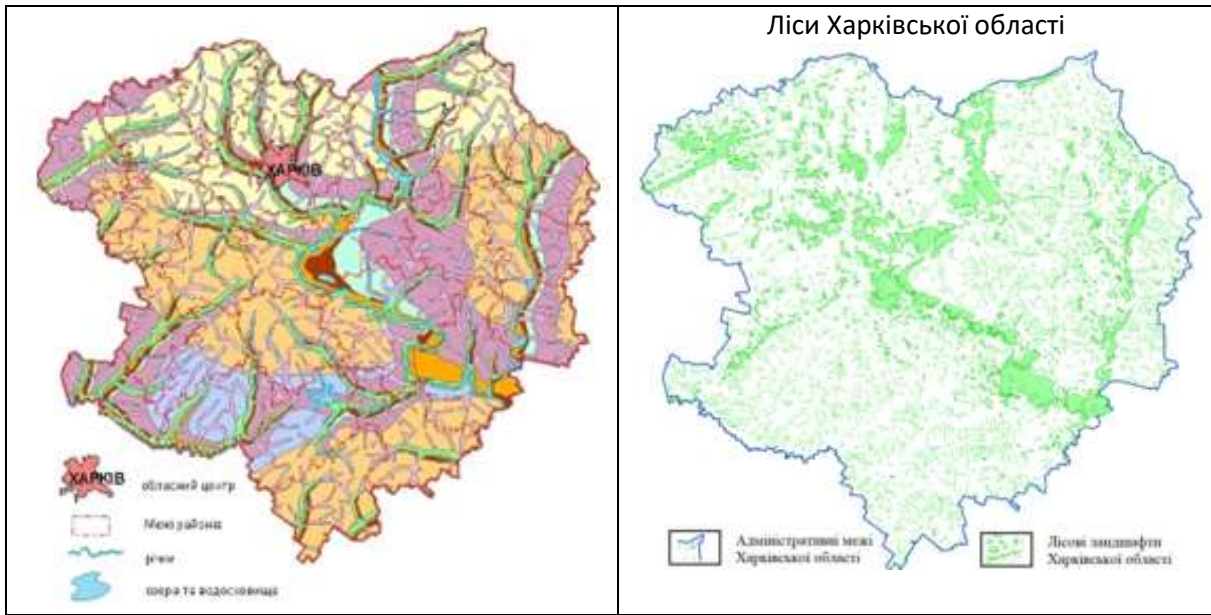
Лісові ландшафти надають цілий ряд екосистемних послуг, важливих для суспільства.

Серед послуг з забезпечення лісових ландшафтів варто виділити наступні послуги:

- забезпечення первинною продукцією – збирання грибів, ягід, рослин, полювання тощо;
- забезпечення сировиною – деревообробна промисловість, використання паливної деревини, використання лікарських рослин для фармацевтичного виробництва.

Серед послуг з регулювання виділяють наступні послуги:

- депонування вуглецю – лісові ландшафти регулюють глобальний клімат, зберігаючи та секвеструючи парникові гази; у міру росту дерев і рослин вони виводять вуглекислий газ з атмосфери і ефективно замикають його у своїх тканинах, таким чином, лісові екосистеми є запасами вуглецю;
- гідрологічні регулюючі послуги лісових ландшафтів – лісові ландшафти виконують водоохоронні та водорегулюючі функції, тим самим впливають на глобальний гідрологічний цикл;
- запобігання ерозії та підтримка родючості ґрунтів – ерозія ґрунту є ключовим фактором у процесі деградації та опустелювання земель; рослинний покрив забезпечує життєво важливу регуляторну послугу, запобігаючи ерозію ґрунту;
- регулювання процесів запилення: комахи та вітер запилюють рослини та дерева, що важливо також для підтримки біорізноманіття;
- біологічний контроль – екосистеми важливі для регулювання шкідників та

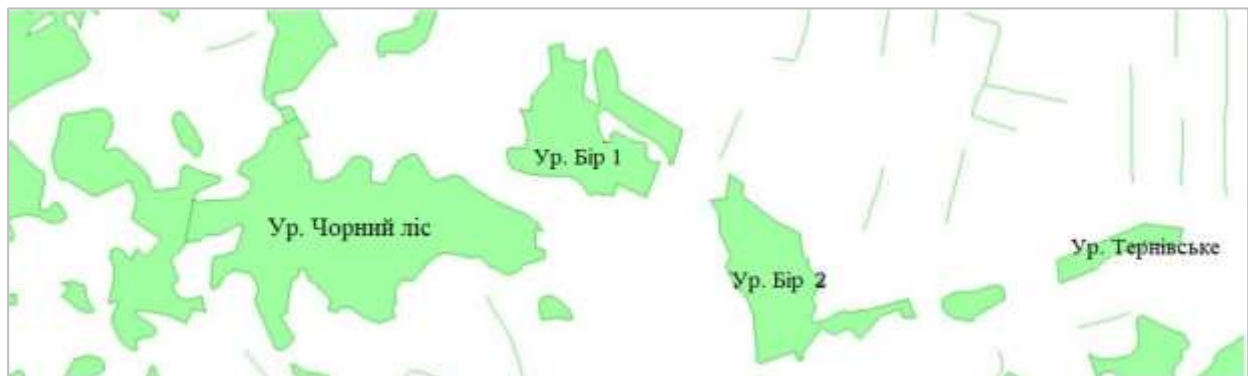


**Умовні позначення**

	<p><b>Міжрічкові природні комплекси</b> Рівнини лесові, піднесені й відносно вирівняні на палеогеновій та неогеновій основі з чорноземами сірими й опідзоленими ґрунтами з кленово-липово-дубовими лісами та сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних лісів, луків і різнотравно-ковилових степів</p>
	<p><b>Долинні природні комплекси</b> Рівнини низовинні, лесово-терасові, піщані й заплавні, плоскі й хвилясті на неогеновому та четвертинному алювії з чорноземами, сірими й темно-сірими дерновими і дерново-підзолистими ґрунтами, із сільсько-господарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчакowo-ковилових степів, іноді під кленово-липово-дубовими лісами.</p>
	<p><b>Балково-долинні природні комплекси</b></p>

**Рис. 1** – Співставлення ландшафтів та лісів Харківської області

**Fig. 1** - Comparison of landscapes and forests of the Kharkiv region



**Рис. 2** – Територія модельної ділянки Васищівського лісництва Харківської області

**Fig. 2** – The territory of the model site of the Vasyshchivske forestry of the Kharkiv region

захворювань, що переносяться шкідниками, які атакують рослини, тварин і людей. До культурних послуг лісових ландшафтів відносяться:

- культурні послуги – лісові ландшафти мають духовні та релігійні, освітні та наукові, естетичні та соціальні цінності на суспільства;

- відпочинок та психічне та фізичне здоров'я: Гуляння та заняття спортом на зеленому просторі - це не лише хороша форма фізичних вправ, але й дозволяє людям розслабитися. Роль, яку зелений простір відіграє у підтримці психічного та фізичного здоров'я, все більше визнається, незважаючи на труднощі з вимірюванням

- туризм та рекреація: екосистеми та біорізноманіття відіграють важливу роль для багатьох видів відпочинку, що, в свою чергу, дає значні економічні вигоди і є життєво важливим джерелом доходу для багатьох країн.

До супровідних послуг відноситься забезпечення середовища існування видів та підтримка генетичного та біологічного різноманіття.

Цей перелік не є вичерпним і може доповнюватись відповідно до особливостей кожного типу лісових ландшафтів. Крім того, у багатьох випадках екосистемні послуги лісових ландшафтів пов'язані між собою, так наприклад, послуга з забезпечення збирання ягід, грибів та інших рослин може поєднуватись з культурною послугою з рекреації та відпочинку.

Під час дослідження попередньо проведено 1-3 етапи ландшафтно-екологічного планування для модельної ділянки лісових ландшафтів Харківської області.

Під час першого, інвентаризаційного, етапу, визначено природні умови модельної ділянки, включаючи характеристики клімату (температури повітря, опадів, атмосферного тиску тощо), ґрунтів (хімічні, фізичні властивості, інтенсивність процесів ерозії), ландшафтно-диференціації.

На другому етапі, оціночному, проведено просторово-часову оцінку лісових ландшафтів, засобами ландшафтно-екологічного планування, визначено, що зміну ландшафтного профілю на 27 %. При цьому зміни ландшафтного профілю досліджуваної ділянки мали позитивний характер, як наприклад, заліснення схилів. Оцінка зміни гумусового

складу ґрунту за лінією профілю дозволила зробити висновок, який підтверджує загальну природну закономірність – за гумусовим складом лісовий ґрунт має найнижчу родючість серед ґрунтів досліджених ландшафтів.

На останньому етапі проведено оцінку конфліктів природокористування, визначено, що більшість ділянок, які межують з Васищівським лісництвом мають середню інтенсивність, переважно на місцях розташування селітебних ландшафтах, це свідчить про середній вплив антропогенного навантаження прилеглих територій на лісовий ландшафт.

Для розрахунку індексу величини екосистемних послуг виділено основні екосистемні послуги лісових ландшафтів Харківської області:

з функцій забезпечення – забезпечення деревиною;

з функцій регулювання – депонування вуглецю.

Показник величини екосистемних послуг з забезпечення деревиною визначено для середньовічних деревостанів за породним складом у розрахунку на 1 га.

Так, на основі Аналітичного порталу з системи державного обліку деревини [19] визначено середню вартість деревини за породним складом для Харківської області на 2022 рік.

Показник величини екосистемної послуги з забезпечення для модельної ділянки наведено у таблиці 1.

Таким чином показник величини екосистемної послуги з забезпечення деревини складає близько 604, 5 млн. грн. У перерахунку на одиницю площі (1 га) показник екосистемної послуги буде складати 13247 грн./га.

Показник величини екосистемних послуг з регулювання, зокрема вуглецевої ємності для модельної ділянки визначено для середньовікових деревостанів за породним складом у розрахунку на 1 га.

Породний склад Васищівського лісництва не однорідний і складається з сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), дубу звичайного і дубу червоного (*Quercus robur L*, *Quercus rubra*), клену гостролистого, сріблястого та польового (*Acer platanoides*, *Acer saccharinum*, *Acer campestre*), берези пухнастої (*Betula pubescens*), вільхи (*Alnus*), осики (*Populus tremula*), тополі (*Populus*), липи дрібнолистої (*Tilia cordata*) та акації білої

(*Robinia pseudoacacia*). Найбільшу частку складають угруповання сосни (більше 60%), та дуба (більше 10%), інші види складають частку від 1 до 6% [20].

Показник величини екосистемної регулюючої послуги з депонування вуглецю за

породним складом у розрахунку на 1 га наведено у таблиці 2.

На основі проведеного дослідження [20] визначено, що сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), як домінуючий вид має і найбільшу здатність поглинати вуглець: запас

Таблиця 1

Показник величини екосистемної послуги з забезпечення деревиною  
Васищівського лісництва

Table 1

The indicator of the value of the ecosystem service for the supply of wood  
by the Vasyschivske Forestry

Порода	Середня ціна, грн. за м <sup>3</sup>	Запас, м <sup>3</sup>	Вартість, грн. за м <sup>3</sup>
Дуб	11823	8358	98 817 512
Сосна	2992	167297	500 527 948
Клен	1959	567	1 110 776
Липа	1623	355	576 055
Вільха	1618	1480	2 394 522
Ясен	3798	300	1 139 282

Таблиця 2

Показник величини екосистемної послуги з депонування вуглецю за породним складом  
у розрахунку на 1 га модельної ділянки Васищівського лісництва

Table 2

Indicator of the value of the ecosystem service for carbon sequestration by species composition,  
calculated per 1 ha of the model plot of the Vasyschivske Forestry

Порода	Запас С, т/га	Жива фітомаса, т/га	Разом відмерла фітомаса, С т	Підстилка, т С	Ґрунт, т С	Загальний запас органічного вуглецю, С т	Показник запасу органічного вуглецю, С т/га
Сосна звичайна	89466,8	90324,9	402,8	11422,3	54379,6	291590,8	114211,3
Осіка	3 846,5	3 920,8	0,0	88,1	577,4	6 420,6	4 449,4
Дуб звичайний та червоний	6315,6	6545,9	50,7	1027,3	21832,7	50974,1	11116,2
Береза пухнаста	38879,3	38930,0	0,0	69,3	707,6	44203,9	39549,3
Вільха	991,5	1021,0	–	38,8	730,8	2080,2	1391,1
Клен	2697,8	2793,0	–	518,9	14686,2	35099,8	4769,7
Липа	546,1	563,9	–	79,4	606,4	2 818,0	782,9
Ялиці	984,5	1 002,2	–	710,8	9316,5	17316,2	2417,4
Тополя	478,8	492,8	86,7	34,0	784,5	2098,5	789,8
Акація біла	466,7	481,8	3,7	69,2	1148,1	2795,7	867,3

вуглецю 90 тис. т/га (у деревостані), у живій фітомасі 91 тис. т/га, у підстилці 11,4 тис. т, у ґрунті 54,3 тис. т, загальний запас органічного вуглецю 114,2 тис. т/га.

Загальний показник екосистемної послуги з депонування вуглецю складає лісових ландшафтів модельної ділянки складає 180344,5 т / га.

### Висновки

Сучасні методи оцінки екосистемних послуг ґрунтуються переважно на ринковій вартості, вартості непрямого використання та вартості існування. Проте, у цих методів є недоліки:

- в окремих випадках неможливість переведення у грошовий еквівалент (наприклад, культурні послуги);
- залежність вартості послуг від умов ринку;
- відсутність у методах розрахунку можливості врахування фактору зміни параметрів ландшафту, внаслідок природних та антропогенних факторів, в т. ч. прийняття або не прийняття управлінських рішень.

Запропоновано використання геоecологічної оцінки на основі ландшафтно-ecологічного підходу надає можливість врахувати ландшафтні умови, вплив антропогенної діяльності, а також результати прийняття управлінських рішень у природокористуванні.

На основі ландшафтно-ecологічного планування проведено геоecологічну оцінку ландшафтів модельної ділянки Васищівського лісництва, яке є репрезентативним для лісових ландшафтів Харківської області, та визначено показники величин екосистемних послуг з забезпечення на прикладі забезпечення деревиною та регулюючої послуги на прикладі депонування вуглецю лісовими ландшафтами. Визначено, що показник екосистемної послуги з забезпечення деревиною модельної ділянки складає 604, 5 млн. грн. У перерахунку на одиницю площі (1 га) показник екосистемної послуги буде складати 13247 грн./ га.

Показник величини екосистемних послуг з регулювання, зокрема вуглецевої ємності для модельної ділянки визначено для середньовікових деревостанів за породним складом у розрахунку на 1 га. Загальний показник екосистемної послуги з депонування вуглецю складає лісових ландшафтів модельної ділянки складає 180344,5 т / га.

### Конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

### Список використаної літератури

1. Генсирук С. А. Регіональне природокористування: навч. посібник. Львів: «Світ». 1992. 336 с.
2. Study of Critical Environmental Problems (SCEP). Man's Impact on the Global Environment. – Cambridge, 1970.
3. Schumacher E.F. Small is Beautiful: Economics as if People Mattered. London: Blond and Briggs, 1973. – 288 р.
4. Ecosystems and human well-being/ Ed. by M. E. A. (Program). Washington, D.C : Island Press, 2005. 112 p.
5. TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management . The Economics of Ecosystems and Biodiversity. The Economics of Ecosystems and Biodiversity 2011. URL:<https://teebweb.org/publications/other/teeb-cities/>
6. Haines-Young, R. H, Potschin, M.B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Fabis Consulting Ltd. 2018. URL: <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>
7. Варуха А. Огляд підходів з оцінки екосистемних послуг через призму їхнього застосування для визначення збитків, завданих військовими діями рф на території України. За заг. ред. О. Кравченко. Львів: «Компанія “Манускрипт”», 2022. 56 с.
8. The EU #NatureRestoration Law. Environment. URL: [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/index_en.htm)



9. Данькевич С. М. Потенціал розвитку екосистемних послуг лісів України як фінансового інструменту забезпечення збалансованого землекористування. *Агросвіт*. 2021. № 11. С. 45-56. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2021.11.45>
10. Ecosystem Accounting. System of Environmental Economic Accounting. URL: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>
11. Воронін В. О. Аналіз методик оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи*: зб. тез доп. І міжнар. інтернет - конф., м. Харків, 2021. С. 36 - 38.
12. Maksymenko N., Voronin V. Analysis of methods of assessment of ecosystem services of forest landscapes. *Socio-ecological resilience across Eurasia innovation for sustainability transition*: INTENSE Open Science Conference, Tartu, Estonia, 5-7 October, 2021. P. 34.
13. 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
14. Мешкова Т. С. Оцінка стану деревного ярусу лісових насаджень Лівобережного Лісостепу України за даними моніторингу. Автореферат: Київ – 2007. – 22 с.
15. Нестерчук І. Геоекологічна оцінка територій та схема геоекологічного районування як передумова регіонального управління розвитком територій. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка серія «Географія»*. 2011. № 59. С. 18-23. URL: <https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2016/04/7-59.pdf>.
16. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування, як підґрунтя управлінських рішень про надання екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2016. № 45. С. 153-158. URL: <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/8192>.
17. Максименко Н.В., Добронос А.М., Воронін В.О. Просторово-часові зміни ландшафтів Васищівського лісництва і прилеглих територій. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 1-2 (23). С. 55-62. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/3903>
18. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування: теорія і практика Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. 216 с.
19. Фактичні ціни реалізації лісопродукції в розрізі обласних управлінь. *Державне агентство лісових ресурсів України ДП «Лісогосподарський Інноваційно-аналітичний сервіс»*. URL: <https://stat.ukrforest.com/pages/cost-fact-region>
20. Воронін В. О. Ефективність поглинання вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі Васищівського лісництва Харківської області). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності: матеріали V (XVI) міжнар. конф. молодих учених (Львів, 18-19 жовтня 2023 р.)*. Львів, 2023. С. 21-22.

Стаття надійшла до редакції 30.08.2023

Стаття рекомендована до друку 29.09.2023

**N. V. MAKSYMENKO<sup>1</sup>**, DSc (Geography), Prof.,  
Head of the Department of Environmental Monitoring and Protected Area  
e-mail: [maksymenko@karazin.ua](mailto:maksymenko@karazin.ua) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7921-9990>

**V. O. VORONIN<sup>1</sup>**,  
PhD student of the Department of Environmental Monitoring and Protected Area  
e-mail: [v.voronin@karazin.ua](mailto:v.voronin@karazin.ua) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5692-9703>

**S. V. BURCHENKO<sup>1</sup>**,  
Senior Lecturer of the Department of Environmental Monitoring and Protected Area  
e-mail: [s.burchenko@karazin.ua](mailto:s.burchenko@karazin.ua) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5366-5397>

<sup>1</sup>*V. N. Karazin Kharkiv National University,  
4, SvobodySquare, Kharkiv, 61022, Ukraine*

## **GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF FOREST LANDSCAPES AS A BASIS FOR THE EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES**

**Purpose.** To study the use of geoecological assessment of forest landscapes as a basis for the assessment of ecosystem services to take into account the natural and anthropogenic conditions of their functioning.

**Methods.** The results of the geoecological assessment were translated into indicators of ecosystem services: provision and regulation.

**Results.** The geocological assessment of forest landscapes was carried out on a model plot of the Vasylshchivske Forestry of Kharkiv Region, as representative for all forest landscapes of Kharkiv Region - watershed, valley, and beam-thrust. On the basis of the previously conducted geocological assessment of the forest landscapes of the model area by the means of landscape and ecological planning, the indicator of the amount of ecosystem services to provide for medieval stands by species composition per 1 ha was determined. Thus, on the basis of the Analytical Portal of the state wood accounting system, it was determined that for 2022, the average value of wood by species composition for the Kharkiv region was determined. Thus, the value of the ecosystem service for providing wood is about 604.5 million hryvnias. In terms of unit area (1 ha), the indicator of the ecosystem service will be UAH 13,247/ha. The indicator of the value of ecosystem services for regulation, in particular of the carbon capacity for the model plot, was determined for medieval stands by species composition per 1 ha.

**Conclusions.** The proposed use of geocological assessment based on the landscape-ecological approach provides an opportunity to take into account landscape conditions, the impact of anthropogenic activity, as well as the results of management decisions in nature management.

**KEY WORDS:** *landscape-ecological planning, geocological assessment, ecosystem services, forest, types of forest site conditions, landscape, pine, deciduous, tree stand*

### References

1. Gensyruk, S. A. (1992). *Regional nature management*. World. (In Ukrainian)
2. Study of Critical Environmental Problems (SCEP). (1970). *Man's Impact on the Global Environment*. MIT Press, Cambridge
3. Schumacher, E.F. (1973). *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*. London: Blond and Briggs.
4. Ecosystems and human well-being (2005). *M. E. A. (Program)*. Island Press.
5. TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. (2011). - *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. The Economics of Ecosystems and Biodiversity*. Retrieved from <https://teebweb.org/publications/other/teeb-cities/>
6. Haines-Young, R. H., & Potschin, M. B. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. Fabis Consulting Ltd. Retrieved from <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>
7. Varukha, A.. (2022). *A review of approaches to the assessment of ecosystem services through the prism of their application to determine the damage caused by the military actions of the Russian Federation on the territory of Ukraine*. "Manuscript Company". (In Ukrainian)
8. The EU #NatureRestoration Law. *Environment*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/index_en.htm)
9. Dankevych, S. (2021). Development Potential Of Forest Ecosystem Services In Ukraine As A Financial Tool To Ensure Balanced Land Use. *Agrosvit*, (11), 45-56. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2021.11.45> (In Ukrainian)
10. Ecosystem Accounting. System of Environmental Economic Accounting. Retrieved from <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>
11. Voronin, V. O. (2021). Analysis of methods for assessing ecosystem services of forest landscapes. *Proceedings of the I International Internet Conference "Actual problems of formal and non-formal education in environmental monitoring and conservation"*, Kharkiv. 36-39. (in Ukrainian).
12. Maksymenko, N., & Voronin, V. (2021). Analysis of methods of assessment of ecosystem services of forest landscapes. *Socio-ecological resilience across Eurasia innovation for sustainability transition* (p. 34).
13. Solovyi, I. P. (2016). The concept of payment for ecosystem services: World experience and prospects for its implementation in the forest sector. *Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, (14), 252-258. (In Ukrainian)
14. Meshkova, T. S. (2008). *Assessment of the condition of the tree layer of forest plantations of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine according to monitoring data*. Thesis Ph.D. [agricultural sciences]. National Agrarian University. (In Ukrainian)
15. Nesterchuk, I. (2011). Geocological assessment of the territory and the scheme of geocological zoning as a prerequisite for regional management of the development of territories. *Visnyk of Taras Shevchenko Kyiv National University, series "Geography"*, (59), 18-23. Retrieved from <https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2016/04/7-59.pdf>. (In Ukrainian)
16. Maksymenko, N. V. (2016). Landscape and ecological planning as a basis for management decisions on the provision of ecosystem services. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University series "Geology. Geography. Ecology"*, (45), 153-158. Retrieved from <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/8192> (In Ukrainian)

17. Maksymenko, N., Dobronos, A., & Voronin, V. (2015). Spatial-temporal changes in the landscapes of the Vasischevskogo forestry and connected areas. *Man and environment. Problems of neoecology*, (1-2(23), 55-62. Retrieved from <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/3903> (In Ukrainian)
18. Maksymenko, N. V. (2017). *Landscape and ecological planning: theory and practice*. Karazin Kharkiv National University. (In Ukrainian)
19. Actual sales prices of forest products by regional administrations. State Agency of Forest Resources of Ukraine GE "Forestry Innovative and Analytical Service". Retrieved from <https://stat.ukrforest.com/pages/cost-fact-region> (In Ukrainian)
20. Voronin, V. O. (2023). Efficiency Of Carbon Sequetration By Forest Ecosystems (On The Example Of Vasyschivske Forestry Of Kharkiv Region). *In Scientific basis of conservation of biotic diversity* (p. 21-22)

The article was received by the editors 30.08.2023

The article is recommended for printing 29.09.2023