

ISSN 1992-4259 (Print)
ISSN 2415-7651 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ВІСНИК
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
імені В. Н. КАРАЗІНА
СЕРІЯ «ЕКОЛОГІЯ»

ЗАСНОВАНА 2005 р.

Випуск 28

VISNYK
of V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL
UNIVERSITY
SERIES «ECOLOGY»
Issue 28

Харків

2023

У віснику надаються результати теоретичних та прикладних досліджень у галузі екології, географії, біології, екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування. Пріоритет надано розв'язанню актуальних екологічних проблем та найкращим практикам міжнародного досвіду їх вирішення, екологічному менеджменту, медико-екологічним дослідженням, інноваційним дослідженням в галузі біотехнології, біохімії, генетики, екології людини, фізіології рослин і тварин, конструктивної географії, екології та збалансованого природокористування. Викладаються питання організації та методологічних досліджень національної вищої екологічної, біологічної, географічної та природоохоронної освіти.

Для науковців і фахівців-екологів, біологів, географів, а також викладачів, аспірантів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів України та інших країн без будь-яких обмежень

Вісник є фаховим виданням у галузі географічних та біологічних наук (категорія Б)
Наказ МОН України від 17.03.2020 № 409
Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна (протокол № 10 від 26.06.2023 р.)

Головний редактор:

Крайнюков О. М., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Заступник головного редактора:

Тітенко Г. В., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Відповідальний редактор:

Кривицька І. А., канд. біол. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Технічний редактор: **Баскакова Л. В.**, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна.

Редакційна колегія:

Бедункова О. О., д-р біол. наук, проф., Національний університет водного господарства та природокористування;
Бойко С., д-р філософії, Вармінсько-Мазурський університет, Польща;
Гавардашвілі Г., д-р техн. наук, проф., Інститут водного господарства імені Ц. Мірцхулави, Грузія;
Едріппуліге С., д-р географії, Університет Квінсленду, Австралія;
Жолткевич Г. М., д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Кривцов В., д-р філософії, Единбургський університет, Великобританія;
Кульбачко Ю. Л., д-р біол. наук, проф., Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара;
Кучер А. В., д-р екон. наук, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
Максименко Н. В., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
Нахтнебель Х.-П., д-р, проф., Університету природних ресурсів та прикладних наук у Відні – ВОРУ, Австрія;
Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Ричак Н. Л., канд. геогр. наук, доц., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Сафранов Т. А., д-р геол.-мин. наук, проф., Одеський державний екологічний університет;
Страшнюк В. Ю., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Утєвська О. М., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Цапко Ю. Л., д-р біол. наук, с.н.с., ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського НААН»;
Чаплигіна А. Б., д-р біол. наук, проф., Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди;
Шабанов Д. А., д-р біол. наук, проф., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;
Шкаруба А., д-р філософії, Естонський університет наук про життя, Естонія.

Адреса редакційної колегії: 61022, Харків, майдан Свободи, 6, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, навчально-науковий інститут екології, кімн. 473а

тел. (057)707-53-86, 705-09-66, 707-56-36, e-mail : visnykecology@karazin.ua

Web-pages: <http://periodicals.karazin.ua/ecology> (OJS) <http://visnecology.univer.kharkov.ua/>

Статті пройшли подвійне «сліпе» рецензування. Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, власних імен тощо.

Свідчення про державну реєстрацію: КВ № 21557-11457Р від 21.08.2015

© Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, оформлення, 2023

The journal provides the results of theoretical and applied research in the fields of ecology, geography, biology, environmental safety, environmental protection and sustainable use of nature. Priority is given to finding new ways for solution of existing environmental problems and identification of the best international practices, as well as issues of environmental management, medical-environmental researches, innovative research in biotechnology, biochemistry, genetics, human ecology, plant and animal physiology, constructive geography, ecology and sustainable environmental management. The issues of development and methodological researches in national higher education in geographic, biological and environmental sciences are presented.

For scientists and specialists-ecologists, biologists, geographers, as well as for teachers, graduate students, masters and students of higher educational establishments of Ukraine and other countries without any restrictions

Journal is a professional edition in the field of geographical and biological sciences.

Order of MES of Ukraine Nr 409 of March 17, 2020

Approved for printing by the decision of the Academic Council of V.N. Karazin Kharkiv National University
(Minutes Nr 10, dated June 26, 2023)

Editor-in-chief: **Krainiukov O. M.**, DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Deputy Editor: **Titenko, G. V.**, PhD (Geography), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Executive Editor: **Kryvytska, I. A.**, PhD (Biology), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Technical Editor: **Baskakova L. V.**, V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine.

THE EDITORIAL BOARD

Biedunkova O. O., DSc (Biology), Prof., National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine;
Boyko S., PhD, Forest Culture Center in Goluchow, Poland;
Gavardashvili G., DSc (Technical Sciences), Prof., Ts. Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University, Georgia;
Edirippulige S., DSc (Geography), University of Queensland, Australia;
Zholtkevych G. M., DSc (Technical Sciences), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Krivtsov V., PhD, University of Edinburgh, United Kingdom;
Kulbachko Y. L., DSc (Biology), Prof., Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine;
Kucher A. V., DSc (Economy), V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Maksymenko N. V., DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Nachtnebel H.-P., DSc (Technical Sciences), Prof., University of Natural Resources and Life Sciences, Austria;
Nekos A. N., DSc (Geography), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Rychak N. L., PhD (Geography), Assoc. Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Safranov T. A., DSc (Geology and Mineralogy), Prof., Odessa State Environmental University, Ukraine;
Strashnyuk V. Y., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Utevska O. M., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Tsapko Y. L., DSc (Biology), Prof., National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after A.N. Sokolovsky", Ukraine;
Chaplygina A. B., DSc (Biology), Prof., H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine;
Shabanov D. A., DSc (Biology), Prof., V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine;
Shkaruba A., PhD, Estonian University of Life Sciences, Estonia.

Editorial Board Address: 6 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, V.N. Karazin Kharkiv National University,
The Karazin Institute of Environmental Sciences, office 473a
tel. (057) 707-53-86, 705-09-66, 707-56-36, e-mail: visnykecology@karazin.ua
Web-pages: [http://periodicals.karazin.ua/ecology\(OJS\)](http://periodicals.karazin.ua/ecology(OJS)) <http://visnecology.univer.kharkov.ua/>

Double-blind peer review was conducted. The authors of the published materials are solely responsible for the selection, accuracy of the facts, proper names, etc.

The state registration certificate: KB Nr 21557-11457P dated August 21, 2015

© V.N. Karazin Kharkiv National University, design, 2023

ЗМІСТ

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

Назарук М. М., Бота О. В. Природно-історичні аспекти моніторингу довкілля на території міста Львова.....	6
Шихалєєва Г. М., Юрченко Ю. Ю., Кірюшкіна Г. М. Історія досліджень та стан вивченості геоекосистеми гіпергалінного Куяльницького лиману (Україна, Північно-Західне Причорномор'я).....	15
Безсонний В. Л. Термодинамічні підходи в дослідженнях екологічних проблем.....	30
Максименко Н. В., Тітенко Г. В., Александрова Д. О. Особливості формування зеленої інфраструктури міста Катовіце: проблеми та перспективи.....	42
Гололобова О. О., Невечеря О. В. Впровадження сучасних екологічних трендів озеленення в дизайн-проект студентського парку.....	58

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Ачасов А. Б., Селіверстов О. Ю., Дядін Д. В., Сєдов А. О. Дистанційний моніторинг наслідків бойових дій на території Харківської області.....	71
Крайнюков О. М., Кривицька І. А., Житнецький І. В. Токсикологічна оцінка якості очищення бурових стічних вод	83

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Чеболда І. Ю., Кузик І. Р. Оцінка нематеріальних екосистемних послуг лісів Тернопільської області.....	91
Жук А. В., Мишілюк І. І. Динаміка деревного покриву на соціо-екологічному градієнті Чернівецької області.....	101
Жук Ю. І., Бухта І. О. Гостинність і сталий розвиток: синергія для успішного туристичного сектору.....	112

БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мамедова Ю. П., Чаплигіна А. Б. Екологічний аналіз орнітофауни територій водоочисних споруд Харківської області.....	121
Правила для авторів.....	132

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-28-08>

УДК: 630.6:504:332 (477.84)

І. Ю. ЧЕБОЛДА¹, канд. геогр. наук, доц.,

доцент кафедри геоєкології та методики навчання екологічних дисциплін

e-mail: chebolda1@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3632-8599>

І. Р. КУЗИК¹, доктор філософії,

асистент кафедри геоєкології та методики навчання екологічних дисциплін

e-mail: kuzyk@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4491-1071>

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, Україна, 46027

ОЦІНКА НЕМАТЕРІАЛЬНИХ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Оцінити нематеріальні екосистемні послуги лісів Тернопільської області.

Методи. Описовий, статистичний, математичний, оцінювання та геоєкологічний аналіз.

Результати. Проведено оцінку нематеріальних екосистемних послуг лісів Тернопільської області: рекреаційну ємність, продукування кисню, асиміляцію вуглекислого газу, поглинання парникових газів. В області переважають експлуатаційні ліси, середній вік лісів становить 62 роки. Лісоутворюючими породами на Тернопільщині є дуб, бук, ясен і граб. Визначено, екологічно допустиму рекреаційну ємність лісів Тернопільської області, яка становить 824 400 осіб для усіх земель лісового фонду та 112 500 осіб для рекреаційно-оздоровчих лісів. Встановлено, що середньодобові обсяги продукування кисню лісами області становлять 36,6 тисяч тон, обсяги асиміляції вуглекислого газу – 45,8 тисяч тон. Ліси Тернопільської області, впродовж року, поглинають 875 700 тон парникових газів. Пріоритетним напрямками розвитку лісового господарства області залишається розвиток комплексного використання лісових ресурсів та розширення використання нематеріальних ресурсів лісу.

Висновки. Напрямок наукових досліджень є перспективним та актуальним, особливо в умовах сучасних глобальних та регіональних кліматичних змін. Дослідження варто деталізувати на рівні окремих державних лісогосподарських підприємств, адміністративних районів і територіальних громад оскільки результати сприяють монетизації екосистемних послуг лісів та раціональному управлінню лісовими екосистемами на засадах збалансованого розвитку.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: лісистість, рекреаційна ємність, продукування кисню, асиміляція вуглекислого газу, парникові гази

Як цитувати: Чеболда І. Ю., Кузик І. Р. Оцінка нематеріальних екосистемних послуг лісів Тернопільської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2023. Вип. 28. С. 91 - 100. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-28-08>

In cites: Chebolda, I. Y. & Kuzyk, I. R. (2023). Assessment of intangible ecosystem services of forests of the Ternopil region. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Ecology»*, (28), 91 - 100. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-28-08> (in Ukrainian)

Вступ

Ліс – це надзвичайно складна екосистема, яка виконує безліч різноманітних функцій [1]. Окрім безпосередньо матеріального забезпечення, ліси стабілізують ландшафти, виконують водо-, земле- та атмос-

фероохоронні функції, мають культурно-оздоровчу, рекреаційну та естетичну цінність. Все це є частиною природного капіталу лісу, який для раціонального використання потрібно правильно оцінити [2]. Від-

© Чеболда І. Ю., Кузик І. Р., 2023



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.

повідно до чинного законодавства України до лісових ресурсів відноситься: «деревні, технічні, лікарські та інші продукти лісу, що використовуються для задоволення потреб населення і виробництва та відтворюються у процесі формування лісових природних комплексів» [3].

Відповідно до екосистемного уявлення про біогнеоценози та управління лісами, ряд вчених розглядають сировинну і несировинну продукцію лісу як екосистемну [4, 5]. Це, певною мірою, узгоджується із розвитком екосистемного підходу до лісогосподарювання. Екосистемні послуги, насамперед, включають соціальні та екологічні функції лісів, а також можливість здійснення побічного лісокористування, яким займається населення. Таким чином, екосистемні послуги лісів, можна розглядати, як набуття природним об'єктом якості екосистемного сервісу. Що у свою чергу впливає на ключові підходи до оцінювання якісного та кількісного значення екосистемних послуг лісових ландшафтів.

Концепція екосистемних послуг сьогодні активно напрацьовується та впроваджується у практику різних видів природокористування, багатьох країн світу. Екосистемні послуги досліджують із соціального, економічного та екологічного аспектів. За останні кілька років, в Україні збільшилась кількість наукових розробок та публікацій, щодо розвитку ринку екосистемних послуг, впровадження відповідних механізмів платежів за ці послуги тощо. Сучасні наукові дослідження висвітлюють стратегічні орієнтири та проблематику оцінки екосистемних послуг водно-болотних угідь [6], водокористування [7], лісових екосистем [8] та інші. Важливу роль у формування концепції екосистемних послуг відіграло дослідження О.П. Бурковського та О.В. Василюка [9], про створення

державного агентства екосистемних послуг України.

Аналіз методик оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів у своєму дослідженні проводив В.О. Воронін [10]; сучасний стан та перспективи використання в Україні екосистемних послуг досліджує І.М. Жежжун [11]; кліматорегулюючі екосистемні послуги лісових ландшафтів на прикладі Українських Карпат досліджував колектив львівських науковців А. Смалійчук, І. Круглов, О. Часковський, Г. Смалійчук, В. Біланюк [12].

У контексті дослідження екосистемних послуг лісів, варто звернути увагу на дослідження Р.А. Бунь, І.В. Слуга [13], щодо технології формування кадастрів емісії та поглинання парникових газів у лісовому господарстві Тернопільської області. Тенденції розвитку лісового господарства Тернопільщини, сучасний стан та проблеми лісовідновлення розглянуто у дослідженні І.Р. Кузика [14]. Особливості рекреаційного лісокористування вивчали І.Р.Кузик [15], М.Р. Питуляк, М.В. Питуляк [16]. Перспективи створення нових лісів у Тернопільській області висвітлено у публікації Л.П. Царика, Ю.В. Смеречинського [17]. Економічну оцінку генетико-екологічного потенціалу лісів Тернопільщини провів колектив науковців під керівництвом Ю.І. Гайди [18].

Таким чином, екосистемні послуги, в широкому розумінні – це всі корисні ресурси (як матеріальні продукти, так і нематеріальні властивості) та вигоди, які людина може отримати від природи. Об'єктом дослідження обрано ліси Тернопільської області, предметом – нематеріальні екосистемні послуги (рекреація, продукування кисню, асиміляцію вуглекислого газу, поглинання парникових газів) лісів Тернопільщини.

Методи дослідження

Процес розвитку екосистемних послуг лісів складається з трьох стадій: зародження ринку, його становлення і функціонування [10]. За дослідженням О. Бурковського та О. Василюк [9], усі екосистемні послуги за функціональним призначенням можна поділити на 4 групи:

1) постачання (продовольство, сировина, прісна вода, ґрунти), які можуть бути оцінені у грошовому еквіваленті;

2) регулювання (клімату, погодних умов, якості повітря, якості і кількості прісної води, формування ґрунтів, запилення рослин тощо) – процеси в екосистемах, що формують середовище існування для біологічних видів, в т.ч. і людини;

3) культурні та соціальні (відпочинок, духовне збагачення, наукові знання, натхнення у творчості, формування ідентичності етнічних груп і т. ін.) – нематеріальні

вигоди та блага, що людство отримує від природи;

4) підтримання екосистем – глобальні процеси формування атмосфери, зон клімату, колообігу речовин.

I.M. Жежкун виділяє дві групи екосистемних послуг: матеріальні і нематеріальні [11]. Кожну із цих груп поділяє на види та підвиди (табл. 1).

Таблиця 1

Екосистемні послуги лісу [11]

Table 1

Ecosystem services of the forest [11]

Група	Вид	Підвид
Матеріальні	Деревина	Ділова деревина, діловий круглий ліс, паливна деревина, біомаса (відходи деревини)
	Продукція мисливства	Мисливські тварини і птахи
	Дикорослі плоди	
	Гриби	
	Ягоди	
	Лікарські рослини	
	Деревні соки	
	Сіно	
	Деревна зелень	
Очерет		
Нематеріальні	Послуги постачання	Зменшення поверхневого стоку
		Лісові генетичні ресурси
	Послуги регулювання	Регулювання клімату
		Поглинання CO ₂
		Виділення кисню (O ₂)
		Асиміляція забруднюючих речовин
	Протиерозійна дія	Запобігання вітрової та водної ерозії
		Полезахисні лісосмуги
	Культурні та соціальні	Рекреація та екотуризм
		Соціальне значення

Таким чином, з аналізу поняття екосистемні послуги та підходи до їх оцінки, можна стверджувати, що основними нематеріальними екосистемними послугами лісів Тернопільської області є рекреація, продукування кисню, асиміляція вуглекислого та інших парникових газів.

Для оцінки рекреаційних нематеріальних екосистемних послуг лісів використано методику оцінки допустимого рекреаційного навантаження на лісові ландшафти [1].

Враховуючи те, що Тернопільська область знаходиться у зоні широколистяних лісів, а лісові комплекси відносяться до малостійких, визначення екологічно допустимої рекреаційної ємності лісів проводиться за формулою:

$$W = P \times S \quad (1)$$

де, W – це екологічно допустима рекреаційна ємність лісів, осіб; P – показник допустимого рекреаційного навантаження на малостійкі

лісові ландшафти, осіб/га (табл. 2); S – площа лісів, га.

Визначення обсягів поглинання парникових газів лісами Тернопільщини, проведено за методикою оцінки викидів (поглинання) парникових газів земельними угіддями різних типів, обґрунтованої фахівцями Міжурядової групи з питань зміни клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change) [19], яка входить до Секретаріату Рамкової конвенції ООН про зміну клімату.

Ця методологія включає наступні основні елементи: необхідну класифікацію видів покриття (структуру земельних угідь); методи розрахунку поглинання (викидів) парникових газів від кожного виду земельного покриття (табл. 3); методику визначення викидів при перетворенні однієї категорії земель в іншу. Сумарний вплив оцінюється в одиницях тон еквіваленті викидів CO₂. Ця методологія є рекомендованою Міністерством енергетики та захисту довкіл

Таблиця 2

Показники допустимого рекреаційного навантаження на малостійкі лісові ландшафти, осіб/га [1]

Table 2

Indicators of permissible recreational load on low-resilience forest landscapes, persons/ha [1]

Категорія лісів	Широколистяні	Змішані	Дрібнолистяні
Ліси зеленої зони	2,3	1,5	3,5
Рекреаційний ліс	4,5	3,6	6,0
Лісопарк	10,0	9,0	12,0
Міські парки	19,0	17,0	22,0

Таблиця 3

Індикатори впливу різних типів земель на зміни клімату (в еквіваленті викидів CO₂) [19]

Table 3

Indicators of the impact of different types of land on climate change (in emissions equivalent CO₂) [19]

№	Категорія земель	Одиниці виміру	Коефіцієнт, тон, еквівалент CO ₂
1	Орні землі	тон CO ₂ екв / га	1,18
2	Пасовища і сіножаті	тон CO ₂ екв / га	0,03
3	Лісові площі	тон CO₂ екв / га	-4,78
4	Землі під водою	тон CO ₂ екв / га	0,0
5	Забудовані землі	тон CO ₂ екв / га	0,0
6	Інші землі	тон CO ₂ екв / га	0,0

довкілля України для оцінки викидів парникових газів від земельних угідь, при розробці документів державного планування [20].

Отож, на сучасному етапі розвитку прикладних геоecологічних досліджень існує багато підходів та методик оцінювання нематеріальних екосистемних послуг лісових

ресурсів. У нашому дослідженні «екосистемні послуги» розглядаються, як екологічні функції, які підтримують і захищають людську діяльність, впливають на загальний добробут та якість життя людини і середовища її існування.

Результати та обговорення

Станом на 01.01.2022 року площа земель лісogосподарського призначення Тернопільської області становила *201,4 тис. га*, з них *183,2 тис. га* земель, вкритих лісовою рослинністю. Лісистість області складає *13,8%*. Ліси на території області розташовані нерівномірно та зосереджені, в основному, у північній (із переважанням соснових деревостанів) і північно-західній (бук, граб) частинах, де лісистість сягає 20-25%, а також у південній частині (дуб, граб), де лісистість сягає 14-18%. У постійному користуванні державних лісogосподарських підприємств перебуває *157,7 тис. га* лісів (78,3%). Ще *21,7%*, а це *43,7 тис. га* лісовкритих площ, належать іншим відомствам, зокрема органам місцевого самоврядування (*23,6 тис. га*), Міністерству інфраструктури України (*3,7 тис. га*), іншим лісокористувачам (*6,6 тис. га*) та ще *9,8 тис. га* лісів державної власності не надані у користування [17].

У Тернопільській області переважають експлуатаційні ліси, площею близько *53 тис. га*, ліси природоохоронного, наукового та історико-культурного призначення займають *42,8 тис. га*, рекреаційно-оздоровчі ліси – *25 тис. га*, захисні ліси – *18,1 тис. га* (рис. 1).

На Тернопільщині основними лісоутворюючими породами є твердолистяні породи (79,6%) – дуб, бук, граб, ясен; хвойні породи (17,2%) – сосна звичайна, ялина, модрина; м'яколистяні породи (3,1%) – береза, осика, вільха (рис. 2). Інші деревні породи та чагарники становлять лише *0,1%* [14].

У структурі лісових насаджень Тернопільщини, за віком переважають середньовікові деревостани (*74,2 тис. га*), близько *23 тис. га* займають стиглі і перестійні ліси, молодняк в області становить *25 тис. га*, пристигаючі ліси – *22,5 тис. га* (рис. 3). Запас деревини у лісах Тернопільського краю оцінюється в межах *32,3 млн. м³*. Середній при

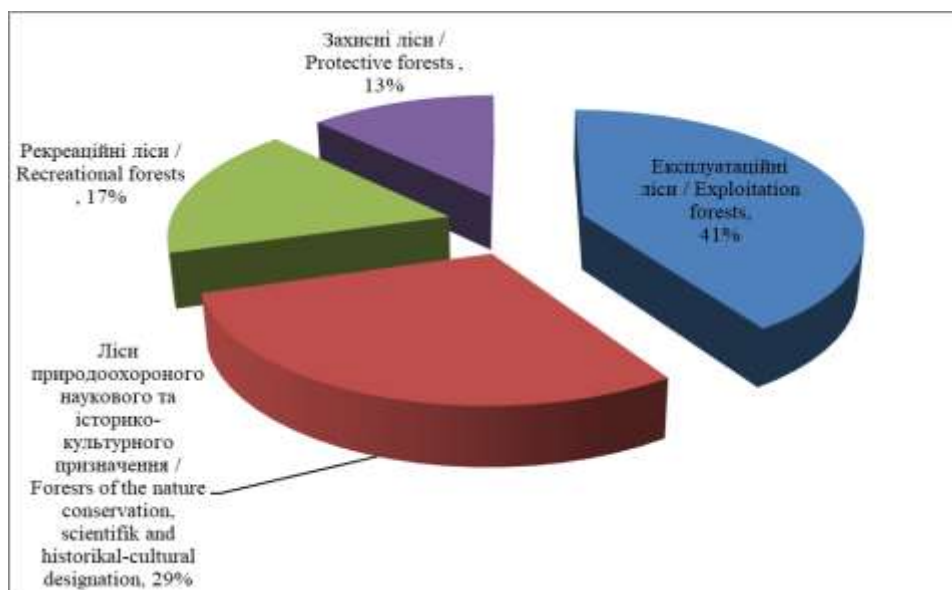


Рис. 1 – Структура лісів Тернопільської області

Fig 1. – Forest structure of the Ternopil region

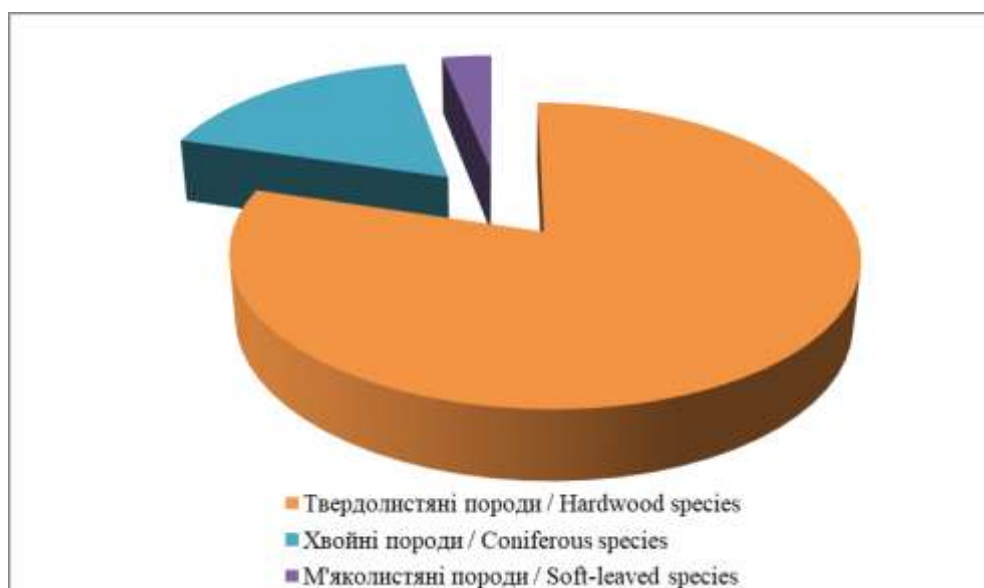


Рис. 2 – Структура насаджень лісів Тернопільської області

Fig. 2 – Structure of forest plantations in the Ternopil region

ріст на 1 га вкритої лісом площі – 3,63 м³. Середній вік лісів Тернопільської області – 62 роки. Основними хворобами деревостанів, які фіксуються у лісах Тернопільщини, є опеньок осінній, бактеріальний рак ясени та прикоренева губка [17].

Основними екосистемними послугами лісів Тернопільської області, окрім матеріальних (деревина, ягоди, гриби тощо) є забезпечення місцями відпочинку громадян, продукування кисню та асиміляція вуглекислого газу. Для оцінки нематеріальних екосистем-

них послуг лісів, використано методи оцінювання рекреаційної ємності лісових масивів області, визначання обсягів продукування кисню та асиміляції вуглекислого газу, окремо звернута увага на оцінку потенціалу поглинання парникових газів лісами Тернопільщини.

Для розрахунку екологічно допустимої рекреаційної ємності лісів Тернопільської області, використано методу оцінки допустимого рекреаційного навантаження на малостійкі лісові ландшафти [1]. За формулою (1)



Рис. 3 – Вікова структура лісових насаджень Тернопільської області

Fig. 3 – Age structure of forest plantations in the Ternopil region

рекреаційна ємність (W) лісів області становить:

$$W = 4,5 \times 183\,200 \text{ га} = 824\,400 \text{ осіб}$$

Проте, варто відзначити, що не усі ліси області використовуються із рекреаційною метою, а лише їх частина (25 тис. га), так звані рекреаційно-оздоровчі ліси. Таким чином, рекреаційна ємність цієї категорії лісів у Тернопільській області становить:

$$W = 4,5 \times 25\,000 \text{ га} = 112\,500 \text{ осіб}$$

Отож, за результатами вище проведених розрахунків встановлено, що рекреаційна ємність усіх лісів Тернопільської області становить 824,4 тис. осіб. Водночас, рекреаційна ємність відповідної категорії лісів (рекреаційно-оздоровчих) складає лише 112,5 тис. осіб. Що дозволяє одночасно забезпечити місцями відпочинку лише близько 11% мешканців області.

Окрім соціального значення, ліси відіграють важливу екологічну роль – проду-

кують кисень, асимілюють вуглекислий газ та інші парникові гази. Відомо, що 1 га лісу у погожий літній день поглинає 220-275 кг CO_2 та виділяє 180-215 кг кисню [21]. Таким чином, ліси Тернопільської області, площею 183 200 га, за один день в середньому продукують понад 36 тис. тон кисню та асимілюють близько 46 тис. тон вуглекислого газу (CO_2).

Лісові екосистеми та ландшафти виступають важливим регулятором кліматичних параметрів, як на регіональному, так і на глобальному рівнях. Однією із нематеріальних екосистемних послуг лісів є послуги регулювання клімату [11]. Оскільки парникові гази виступають основним фактором порушення кліматичних параметрів, нами оцінено вплив лісів Тернопільщини на асиміляцію таких газів. За даними таблиці 3 та відповідно проведеними розрахунками ($-4,78 \times 183\,200 = -875\,696$ т/рік) встановлено, що ліси Тернопільської області впродовж року поглинають 875,7 тис. тон парникових газів.

Висновки

Аналіз останніх наукових досліджень та публікацій, дозволяє зробити висновки, що екосистемні послуги лісів класифікують на дві групи: матеріальні та нематеріальні. Якщо профільні відомства на державному рівні, регіональні офіси лісового та мисливського господарства ведуть облік та статис-

тику матеріальних послуг лісових екосистем, то нематеріальні залишаються поза увагою. Оцінка деревини (ділової, паливної), мисливських тварин і птахів, грибів, ягід, лікарської сировини проведена державними органами виконавчої влади та затверджена відповідними нормативно-

правовими актами. Тоді як рекреаційна ємність лісів, обсяги продукування кисню та асиміляції вуглекислого газу, роль лісових ландшафтів у регулюванні клімату залишаються не оцінені.

Визначено екологічно допустиму рекреаційну ємність лісів Тернопільської області, яка становить 824,4 тис. осіб для усіх земель лісового фонду та 112,5 тис. осіб для рекреаційно-оздоровчих лісів. Середньодобові обсяги продукування кисню лісами області становлять 36,6 тис. тон, асиміляції вуглекислого газу – 45,8 тис. тон. Ліси Тернопільщини, впродовж року, поглинають 875,7 тис. тон парникових газів, чим здійснюють значний позитивний вплив на стабілізацію кліматичних параметрів регіону.

Пріоритетним напрямками розвитку лісового господарства області залишається розвиток комплексного використання лісових ресурсів, розширення використання нематеріальних ресурсів лісу, у тому числі розвиток лісового туризму; монетизація екосистемних послуг лісів, включно із вилученням з атмосфери та консервування вуглецю, а також адаптацією до змін клімату. Тому з метою забезпечення сталого лісокористування у найкоротші терміни необхідно розробити та затвердити нормативну базу для оцінки та монетизації екосистемних послуг лісів. Такі заходи сприятимуть ефективному та раціональному управлінню лісовими екосистемами на державному та регіональному рівнях.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. *Природокористування: навчальний посібник*. За ред. Царика Л.П. Тернопіль: редакційно-видавничий відділ ТНПУ, 2015, 398 с.
2. Коморна О.М. Теоретико-методологічні підходи до оцінювання екосистемних послуг у лісовому господарстві. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2016, Вип. 26.6, С. 32-39. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2016/26_6/7.pdf
3. *Лісовий Кодекс України*, 1994. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12> (дата звернення 08.05.2023)
4. Mishenin E., Yarovaya I. Ecological economic principles of integrated process management for forestry and agriculture. *Ecological economics and sustainable forest management: developing a transdisciplinary approach for the Carpathian Mountains*. Lviv: Ukrainian National Forestry University Press, Liga-Pres, 2009, P. 317-331. URL: https://www.uvm.edu/~jfarley/publications/EE%20&%20SFM%202009_ebook.pdf
5. Landell-Mills N., Porras I. *Silver bullet or fools' gold? A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor*. International Institute for Environment and Development (IIED). London, 2002, 272 p. URL: <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/9066IIED.pdf>
6. Мішенін Є.В., Дегтярь Н.В. Стратегічні орієнтири в управлінні екосистемними послугами водноболотних угідь. *Механізм регулювання економіки*, 2016, №1, С. 33-41. URL: https://mer.fem.sumdu.edu.ua/content/acticles/issue_28/YEVHEN_V_MISHENIN_NATALIIA_V_DEGTYARStrategical_Directions_in_the_Wetlands_Ecosystem_Services_Management.pdf
7. Сидорук Б.О. Особливості механізму застосування платежів за екосистемні послуги у галузі водокористування. *Сталий розвиток економіки*, 2011, Вип. 3, С. 130-134. URL: https://unep.km.ua/pdf/3_2011.pdf
8. Пелюх О. Р., Загвойська Л.Д. Метод експерименту з вибором в оцінюванні вартості послуг лісових екосистем. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2017, №27(7), С. 46-52. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270708>
9. Бурковський О. П. Василюк О.В. Концепція створення державного агентства екосистемних послуг. *Від заповідання до збалансованого природокористування: Матеріали міжнародної наукової конференції*. Донецьк, 2013, С.176-179.
10. Воронін В.О. Аналіз методик оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи: збірник тез доповідей I Міжнародної Інтернет-конференції*. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2021, С. 36-39.

11. Жежкун І.М. Стан та перспективи використання в Україні екосистемних послуг лісів. Матеріали Третьої Всеукраїнської наук.-практ. конф. «Євроінтеграція екологічної політики України». Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2021, С. 110-114.
12. Смалійчук А., Круглов І., Часковський О., Смалійчук Г., Біланюк В. Кліматорегулюючі екосистемні послуги лісового ландшафту Українських Карпат. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: географія*, 2021, №2, С. 48-56. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.2.6>
13. Бунь Р.А., Слука І.В. Геоінформаційна технологія формування кадастрів емісій та поглинання парникових газів у лісовому господарстві Тернопільської області. *Штучний інтелект*. 2011, №4, С. 266-272. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/60434/35-Bun.pdf?sequence=1>
14. Кузик І. Сучасний стан і тенденції розвитку лісового господарства Тернопільської області. Громадська оцінка. *Вісник Тернопільського відділу УГТ*, 2019, №3, С. 51-55. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/16255/1/8_KUZYK.pdf
15. Кузик І. Рекреаційна роль лісів комплексної зеленої зони міста Тернопіль під час карантину населення. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*, 2020, 1(48), С. 163-171. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.19>
16. Питуляк М.Р., Питуляк М.В. Особливості рекреаційного лісокористування в Тернопільській області. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*, 2017, №2, С. 185-190. URL: <http://nzs.tnpu.edu.ua/article/view/157501/156786>
17. Царик Л.П., Смеричинський Ю.В. Оцінка перспективи створення нових лісів у Тернопільській області. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2022. Вип. 27. С. 72-79. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-27-06>
18. Гайда Ю.І., Свистух М.Б., Гайда Т.Ю. Економічна оцінка генетико-екологічного потенціалу лісів Тернопільщини. *Український журнал прикладної економіки*, 2016, Vol.1, 29-38. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/2197/1/8.pdf>
19. Офіційний сайт Міжурядової групи з питань зміни клімату *Intergovernmental Panel on Climate Change*. URL: <https://www.ipcc.ch> (дата звернення 02.05.2023).
20. Рекомендацій Міністерства енергетики та захисту довкілля України від 03.03.2020 року №26/1.4-11.3-5650 щодо включення кліматичних питань до документів державного планування. URL: <https://mepr.gov.ua/news/34766.html> (дата звернення 03.05.2023).
21. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: Підручник. Львів: Світ, 2005, 456 с.

Стаття надійшла до редакції 15.05.2023

Стаття рекомендована до друку 20.06.2023

I. Y. CHEBOLDA¹, PhD (Geography),

Associate Professor of the Department of Geoecology and methods of teaching environ. sciences
e-mail: chebolda1@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3632-8599>

I. R. KUZYK¹, PhD (Earth Sciences)

Assistant of the Department of Geoecology and methods of teaching environmental sciences
e-mail: kuzyk@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4491-1071>

¹*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University*

Махыма Kryvonisa str.2, Ternopil, 46027, Ukraine.

ASSESSMENT OF INTANGIBLE ECOSYSTEM SERVICES OF FORESTS OF THE TERNOPIIL REGION

Purpose. Assess the intangible ecosystem services of forests in the Ternopil region.

Methods. Descriptive, statistical, assess and geoenvironmental analysis.

Results. The article assess intangible ecosystem services forests of the Ternopil region: recreational capacity, oxygen production, carbon dioxide assimilation, greenhouse gas absorption. The region is dominated by operational forests, the average age of forests is 62 years. The main forest-forming species are oak, beech, hornbeam and ash. Ecologically permissible recreational capacity of forests of the Ternopil region is 824 400 people for all lands of the forest fund and 112 500 people for recreational-health forests. It is established that the average daily volume of oxygen production by forests of the region is 36,6 thousand tons, the volume of carbon dioxide assimilation – 45,8 thousand tons. Forests of Ternopil region, during the year, absorb 875 700 tons of greenhouse gases. The development of integrated use of forest resources and the expansion of the use of intangible forest resources remain priority areas for the forestry in the region.

Conclusions. This area of research is promising and relevant, especially in the context of current global and regional climate change. Such studies should be detailed at the level of individual state forestry enterprises, administrative districts and territorial communities. The results of such research contribute to the monetization of forest ecosystem services and the rational management of forest ecosystems on the basis of sustainable development.

KEY WORDS: forests, recreational capacity, oxygen production, carbon dioxide assimilation, greenhouse gases

References

1. Tsaryk, L.P. (Ed.). (2015). *Nature management: a textbook*. TNPU Editorial and Publishing Department. Ternopil. (in Ukrainian).
2. Komorna, O. M. (2016). Theoretical and Methodical Principles of Assessment of Ecosystem Services in Forestry Management. *Scientific Bulletin of UNFU*, (26.6), 32-39. Retrieved from: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2016/26_6/7.pdf (in Ukrainian).
3. *Forest Code of Ukraine* (2023, May 08). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (in Ukrainian).
4. Mishenin, E. & Yarovaya, I. (2009). Ecological economic principles of integrated process management for forestry and agriculture. *Ecological economics and sustainable forest management: developing a transdisciplinary approach for the Carpatian Mountains*. Lviv: Ukrainian National Forestry University Press, Liga-Pres, 317-331. Retrieved from: https://www.uvm.edu/~jfarley/publications/EE%20&%20SFM%202009_ebook.pdf
5. Landell-Mills, N. & Porras, I. (2002). *Silver bullet or fools' gold? A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor*. International Institute for Environment and Development (IIED). London. Retrieved from: <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/9066IIED.pdf>
6. Mishenin, Y. V. & Degtyar, N. V. (2016). Strategic Directions in the Wetlands Ecosystem Services Management. *Mechanism of Economic Regulation*, 1, 33-41. Retrieved from: https://mer.fem.sumdu.edu.ua/content/acticles/issue_28/YEVHEN_V_MISHENIN_NATALIIA_V_DEGTYARStrategical_Directions_in_the_Wetlands_Ecosystem_Services_Management.pdf (in Ukrainian).
7. Sydoruk, B. O. (2011). Peculiarities of the mechanism for applying payments for ecosystem services in the field of water use. *Sustainable economic development*. 3, 130-134. Retrieved from: https://uniep.km.ua/pdf/3_2011.pdf (in Ukrainian).
8. Pelyukh, O. R., & Zahvoyska, L. D. (2017). Choice Experiment Method in Forest Ecosystem Services Valuation. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(7), 46–52. <https://doi.org/10.15421/40270708> (in Ukrainian).
9. Burkovskiy, O. P. & Vasylyuk, O. V. (2013). Concept of creation of the state agency of ecosystem services. *From conservation to balanced nature management: Materials of the international scientific conference*. Donetsk. 176-179 (in Ukrainian).
10. Voronin, V. O. (2021). Analysis of methods for assessing ecosystem services of forest landscapes. *Actual problems of formal and non-formal education in environmental monitoring and conservation: collection of abstracts of the I International Internet Conference*. Kharkiv. 36-39 (in Ukrainian).
11. Zhezhkun, I. M. (2021). The state and prospects of using forest ecosystem services in Ukraine. Materials of the Third All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «*European Integration of Environmental Policy of Ukraine*». Odesa State Environmental University. Odesa. 110-114 (in Ukrainian).
12. Smaliychuk, A. D., Kruhlov, I. S., Chaskovskiy, O. G., Smaliychuk, G. V. & Bilanyuk, V. I. (2021). Climate regulating ecosystem services of the forest landscape in the Ukrainian Carpathians. *Scientific Notes Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Geography*, 2, 48-56. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.2.6> (in Ukrainian).
13. Bun, R. A. & Sluka, I. V. (2011). Geoinformation Technology for Inventories of Emissions and Removals of Greenhouse Gases in the Forestry of Ternopil Region. *Artificial intelligence*, 4, 266-272. Retrieved from: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/60434/35-Bun.pdf?sequence=1> (in Ukrainian).
14. Kuzyk, I. (2019). Current situation and trends of forestry development of Ternopil region. Public assessment. *Bulletin of the Ternopil branch of the Ukrainian Geographical Society*, 3, 51-55. Retrieved from: http://dSPACE.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/16255/1/8_KUZYK.pdf (in Ukrainian).
15. Kuzyk, I. (2020). Recreational role of forests of the Ternopil city complex green zone during quarantine of population. *Scientific Notes Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Geography*, 1, 163-171. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.19> (in Ukrainian).
16. Pytuliak, M. R. & Pytuliak, M. V. (2017). The peculiarities of the nature forest use in the Ternopil region. *Scientific Notes Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Geography*, 2, 185-190. Retrieved from: <http://nzg.tnpu.edu.ua/article/view/157501/156786> (in Ukrainian).

17. Tsaryk, L. P., & Smerechynskiy, Y. V. (2022). Assessment of the prospects of creating new forests in Ternopil region. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Ecology»*, 27, 72-79. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-27-06> (in Ukrainian).
18. Haida, Yu. I., Svyntuch, M.B. & Haida, T. Yu. (2016). Economic assessment of genetic and ecological potential of forests in the Ternopil region. *Ukrainian Journal of Applied Economics*, 1, 29-38. Retrieved from: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/2197/1/8.pdf> (in Ukrainian).
19. Official website of the *Intergovernmental Panel on Climate Change*. (2023, May 02). Retrieved from: <https://www.ipcc.ch> (in English).
20. Recommendations of the Ministry of Energy and Environmental Protection of Ukraine dated 03.03.2020. №26/1.4-11.3-5650 on the inclusion of climate issues in state planning documents. (2023, May 03). Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/news/34766.html> (in Ukrainian).
21. Kucheriavyi, V. P. (2005). *Landscaping of settlements*: Textbook. Lviv: Svit (in Ukrainian).

The article was received by the editors 15.05.2023

The article is recommended for printing 20.06.2023