

Геоінформаційне забезпечення класифікації лісів за функціональним призначенням: кейс Шепетівського району Хмельницької області

Ганна Стракович 

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

Реферат

Запропоновано положення геоінформаційного забезпечення класифікації лісів за функціональним призначенням. Досліджено сучасний стан лісів Шепетівського району Хмельницької області та здійснено їх класифікацію на основі використання космічних знімків високої просторової роздільної здатності «PlanetScope» компанії Planet Labs PBC. Розраховано показники лісистості та співвідношення класів лісів у розрізі територіальних громад Шепетівського району.

Ключові слова

Ліси, ГИС, ДЗЗ, функціональне призначення, Шепетівський район

Надійшла до редакції: 20 червня 2024 / Прийнята: 30 червня 2024 / Опублікована онлайн: 17 липня 2024

Geoinformation support of the forest classification by the functional purpose: the case of Shepetivka rayon of Khmelnytskyi region

Hanna Strakovych

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine

Abstract

The provisions of geoinformation support for classification of forests by functional purpose are proposed. The current state of the forests of Shepetivka rayon of Khmelnytskyi oblast is studied and their classification is carried out on the basis of using high spatial resolution satellite images “PlanetScope” by Planet Labs PBC. Indicators of forest cover and the ratio of forest classes in the context of territorial hromadas of Shepetivka rayon are calculated.

Keywords

Forests, GIS, remote sensing, functional purpose, Shepetivka rayon

Received: 20 June 2023 / Accepted: 30 June 2024 / Published online: 17 July 2024

1. Вступ

Ліси є складними динамічними системами, які надають низку екосистемних послуг. Антропогенна трансформація лісового покриву планети призвела до загострення екологічного стану і появи глобальних змін природного середовища. У зв'язку з цим ведеться пошук нових підходів та методів дослідження цієї проблеми задля подальшої охорони та збереження лісів.

Теоретичні та методологічні основи збереження і відтворення лісів, в тому числі їх класифікації, висвітлено в багатьох наукових працях українських дослідників, зокрема М. Д. Гродзинського (2014), Г. І. Денисика (2012), І. С. Круглова (2020), О. Василюка і Л. Ільмінської (2020), І. П. Соловій (2016), І. М. Коваленка (2018), М. А. Голубеца (2010) та ін.

У результаті аналізу наявних літературних джерел досліджено існуючі схеми класифікації лісів. Ф. Ф. Адамень та Ю. В. Плугатар (2012) удосконалили лісотипологічні засади класифікації лісів. Лісознавці Є. В. Алексєєв, П. С. Погребняк, Д. В. Воробйов, П. П. Кожевников запропонували класифікацію лісів як взаємопов'язану єдність типів деревостану й місця розташування, надаючи домінуючу роль останньому

(Kozhevnikov, 1931). Г. І. Денисик (2012) запропонував класифікувати лісові ландшафти за показником їх антропогенності. І. С. Круглов (2020) виділив фізіономічні класи лісових екосистем.

Ліси України за екологічним і соціально-економічним значенням та залежно від основних виконуваних ними функцій поділяються на такі категорії:

- 1) захисні ліси (виконують переважно водоохоронні, ґрунтозахисні та інші захисні функції);
- 2) рекреаційно-оздоровчі ліси (виконують переважно рекреаційні, санітарні, гігієнічні та оздоровчі функції);
- 3) ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (виконують особливі природоохоронні, естетичні, наукові функції тощо);
- 4) експлуатаційні ліси (*The Forest Code...*).

Методичні підходи до класифікації лісів на основі використання геоінформаційних технологій та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) представлено у наукових дослідженнях В. І. Лялька, Г. М. Жолобака, А. Я. Ходоровського (2019), ними розроблено методику класифікації лісів на прикладі території Карпатського національного природного парку.

Х. В. Бурштинська, Б. В. Поліщук, О. Ю. Ковальчук (2013) дослідили ефективність методів контрольованої

Corresponding author:

Hanna Strakovych, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St, Kyiv, 01601, Ukraine
Email: annastrakovych19@gmail.com

© 2024 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

класифікації за мінімальною відстанню, відстанню Махаланобіса, максимальною правдоподібності, випадкового лісу для ідентифікації лісів на основі матеріалів супутникових знімків Ikonos, QuickBird.

А. Д. Смалійчуком (2014) проаналізовано сучасну структуру наземного покриву північної частини Хмельницької області як важливого індикатора антропогенної трансформації ландшафтів станом на 2014 рік, використовуючи дані з супутника Landsat 8.

Мета дослідження полягає у розробці положень геоінформаційного забезпечення класифікації лісів за функціональним призначенням та перевірці цих положень на прикладі території Шепетівського району Хмельницької області.

Територія дослідження площею 5,35 тис. км² є адміністративним районом у північній частині Хмельницької області (рис. 1), який складається з 18-ти територіальних громад.

У природно-географічному відношенні район дослідження є досить різноманітним, оскільки охоплює східну частину Волинської височини, північну частину Подільської височини, а також частину Малоого Полісся, що розділяє ці височини. У районі переважають сосново-дубові ліси із переважанням сосни звичайної (Gerenchuk, 1980).

2. Матеріали і методи

Для виконання дослідження були використані такі матеріали: 1) супутникові знімки «PlanetScore» компанії Planet Labs PBC з просторовою роздільною здатністю 3 м станом на 17 березня, 14 серпня та 2 листопада 2023 року, за допомогою яких дешифровано масиви лісів досліджуваної території (рис. 2.) (PlanetScore...); 2) межі досліджуваної території завантажено з атласу

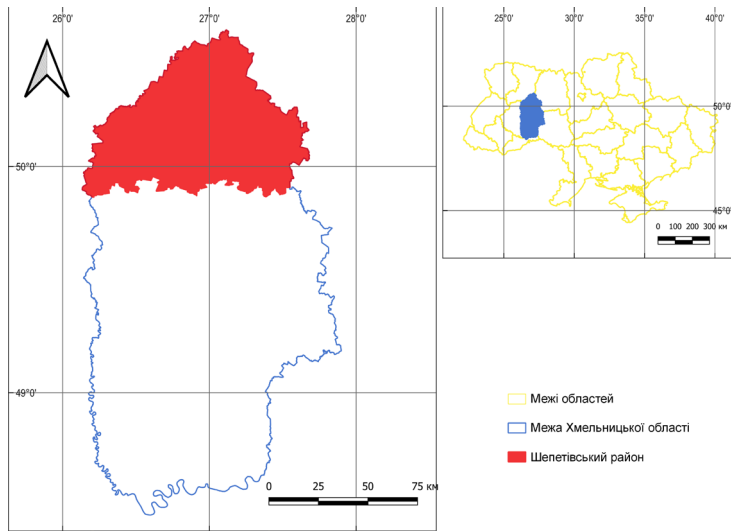


Рис. 1. Територія дослідження.
Fig. 1. The research area.

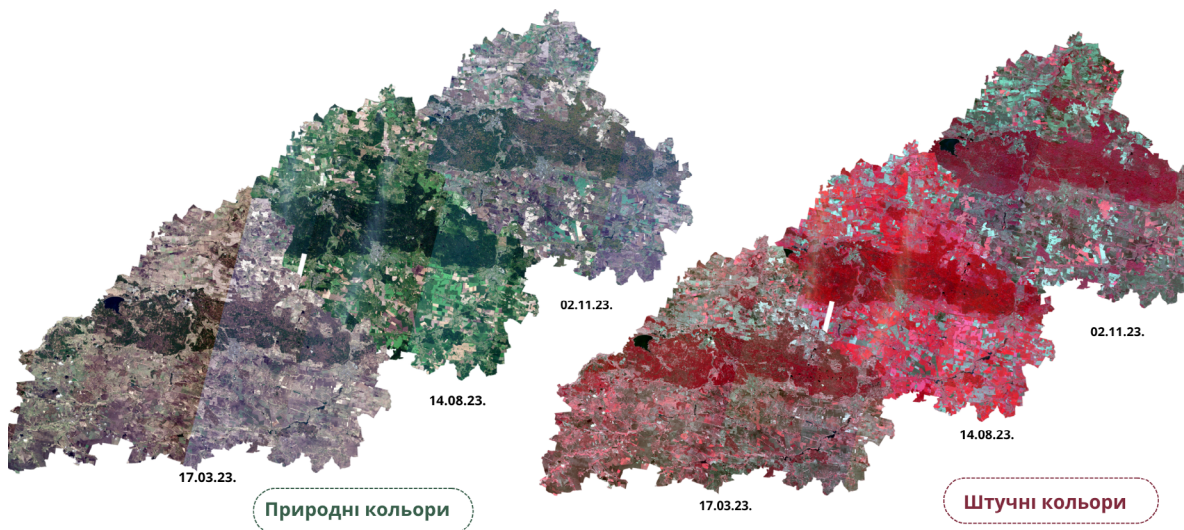


Рис. 2. Багатоканальний мультиспектральний композит супутникових знімків PlanetScore.
Fig. 2. PlanetScore multichannel multispectral satellite image composite.

адміністративно-територіального устрою України (*Atlas of the administrative...*); 3) межі земельних ділянок досліджуваного району завантажено з інформаційного порталу відкритих даних земельного кадастру України (станом на 2024 рік портал є закритим) (*Official public cadastral...*); 4) межі об'єктів природно-заповідного фонду завантажені з Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду України (*State Cadastre...*). Для опрацювання даних застосовано програмне забезпечення QGIS.

У дослідженні було використано комплекс геоінформаційних методів. При аналізі космічних знімків використано метод дистанційного зондування Землі. Для дешифрування масивів лісів використано метод машинного навчання – ітеративний алгоритм «Random Forest». Для дослідження просторового розподілу отриманих даних було використано методи геопросторового аналізу, а саме векторний аналіз,

оверлейний аналіз та інші. При створенні та для подальшого аналізу серії синтетичних та аналітичних карт, які відображають вихідні дані та результати проведеного дослідження – метод геоінформаційного аналізу. Загальну схему проведеного дослідження представлено на рис. 3.

3. Результати

У дослідженні використано схему класифікації лісів за екологічним і соціально-економічним значенням (функціональним призначенням) (*The Forest Code...*) та доповнено п'ятим класом – «ліси перспективні для заповідання (природні ліси)» (рис. 4). Цей клас являє собою лісові масиви, які знаходяться поза межами природно-заповідного фонду (ПЗФ). За даними кадастру вони не використовуються для ведення лісового господарства, також це ліси, які не включені в межі населених пунктів

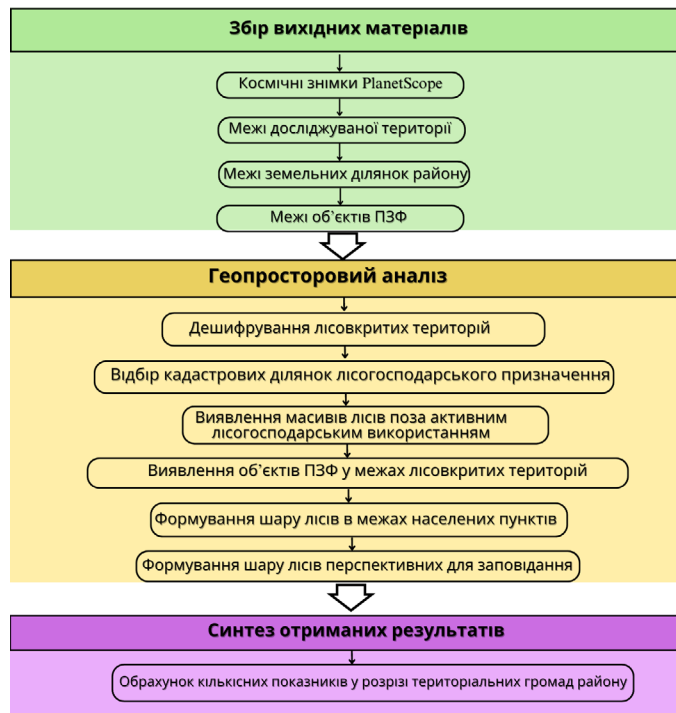


Рис. 3. Схема дослідження.
Fig. 3. The scheme of the research.



Рис. 4. Схема класифікації лісів за функціональним призначенням.
Fig. 4. Scheme of the forest classification by the functional purpose.

(території де переважають ліси та інші зелені насадження рекреаційного призначення).

У природних лісах антропогенний вплив проявляється локально і тимчасово, не змінює структури фітоценозів, тому вони здатні протягом короткого часу відновитися природним шляхом до стану пралісових екосистем (*The Forest Code...*). Такі ліси є важливими для посилення екологічного каркасу субрегіону.

Особливе значення мають ліси під діючими об'єктами ПЗФ, оскільки це території, що знаходяться під охороною держави згідно з чинним законодавством. Дані ліси слугують середовищем існування для багатьох рідкісних видів рослин і тварин, зокрема й тих, що занесені до Червоної книги України. Ліси, що є перспективними для заповідання, також є більш стійкими природними екосистемами, оскільки вони зазнали найменшої антропогенної трансформації в порівнянні із наступними класами лісів. Лісами рекреаційного призначення є ділянки, що виконують рекреаційну та оздоровчу функцію і переважно використовуються для туристичних, спортивних, оздоровчих і відпочинкових цілей. Ліси лісогосподарського призначення забезпечують потреби суспільства в лісових ресурсах. Їх виділено на основі кадастрових даних за типом використання території.

До лісів захисного призначення віднесено полезахисні лісосмуги, захисні смуги лісів вздовж залізниць та автомобільних доріг, а також лісосмуги вздовж водних об'єктів. Вони надають такі важливі послуги як захист від вітрової та водної ерозії, а також вони є бар'єром, який зменшує рівень шуму та пилу в населених пунктах. Крім того, лісосмуги формують екологічні коридори, які є місцями існування та міграції багатьох видів рослин та тварин.

На основі дешифрування масивів лісів визначено, що в межах Шепетівського району вони займають 158 тис. га, що становить 29 % від усієї площі адміністративного району. Відповідно, показник лісистості майже вдвічі більший за середній показник заліснення по всій країні (15,9 %) (Vasyluk, 2021). Крім того, частка лісів Шепетівського району становить більше половини площі (56,4 %) усіх лісів Хмельницької області. Основні лісові масиви зосереджені в центральній частині району, яка є осередком природної області Малого Полісся. Дещо менша частка лісів розташована на периферії досліджуваної території (рис. 5).

Аналізуючи показник лісистості (рис. 6), можна побачити значні відмінності у розрізі територіальних громад досліджуваної території. Найбільша частка

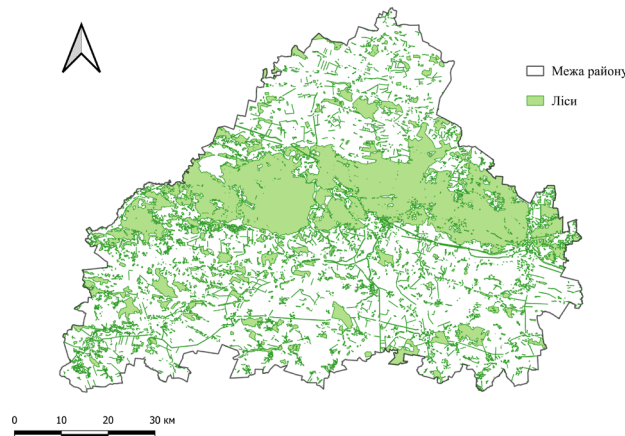


Рис. 5. Лісові масиви Шепетівського району Хмельницької області.
Fig. 5. Forested areas of Shepetivka rayon, Khmelnytskyi region.

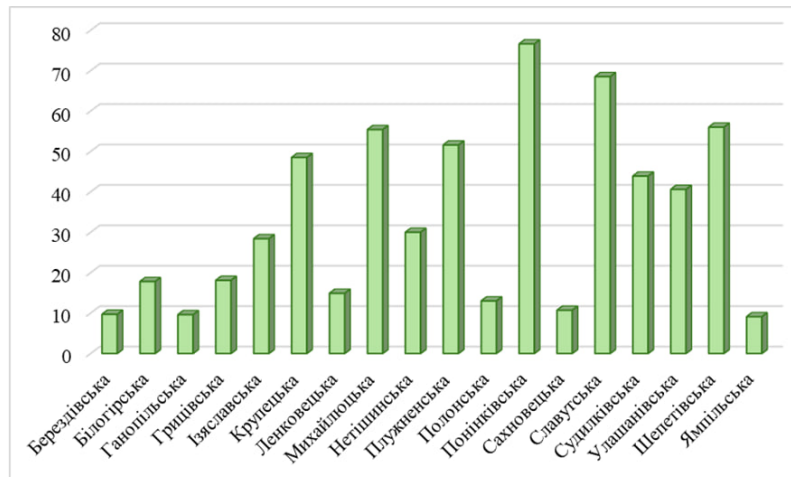


Рис. 6. Показники лісистості територіальних громад Шепетівського району Хмельницької області (%).
Fig. 6. The forest cover indicators in the territorial hromadas of Shepetivka rayon of Khmelnytskyi region (%).

лісистості спостерігається в Понінківській (76,6 % від усієї площі лісів тергромади), Славутській (68,5 %) та Шепетівській (56 %) територіальних громадах. Найменші показники виявлено у Ямпільській (9,1 % від усієї площі лісів тергромади), Ганопільській (9,6 %) і Берездівській (9,7 %) територіальних громадах.

На основі використаної схеми класифікації укладено карту лісів Шепетівського району Хмельницької області за функціональним призначенням (рис. 7).

Більше половини лісових масивів становлять ліси лісогосподарського призначення (57% від загальної площі лісів досліджуваної території) (рис. 8). Найбільша частка лісів даного типу виявлена в Улашанівській територіальній громаді (81,6 % від усієї площі лісів тергромади), а найменша – у Полонській (7,9 %) (табл. 1).

Друге місце займають ліси перспективні для заповідання (27 % від загальної площі лісів досліджуваної території). Найбільшу частку вони займають у Полонській тергромаді (63,3 % від усієї площі лісів тергромади), а найменшу – у Славутській (5,4 %).

На основі аналізу даних Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду України виявлено, що в межах території дослідження розташовано 79 об'єктів ПЗФ. Найбільші території займають НПП «Мале Полісся», загальнозоологічний заказник «Лизнявський» та ландшафтний заказник місцевого значення «Йосипівський». Досліджено, що ліси, які зростають в межах діючих об'єктів ПЗФ, займають 7 % від загальної площі лісів досліджуваної території. У розрізі тергромад їх найбільше у Славутській (41% від

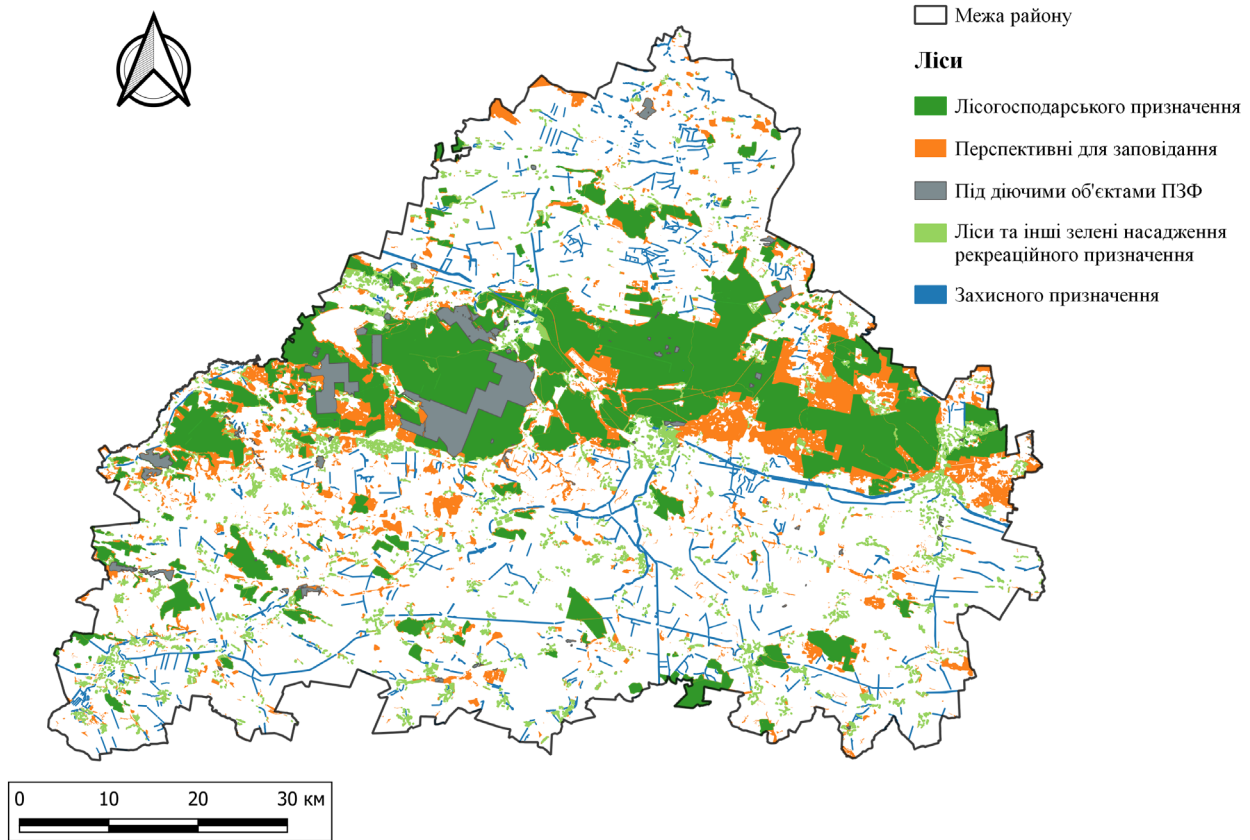


Рис. 7. Ліси Шепетівського району Хмельницької області за функціональним призначенням.
Fig. 7. Forests of Shepetivka rayon of Khmelnytskyi region by the functional purpose.



Рис. 8. Співвідношення частки площ лісів Шепетівського району за функціональним призначенням.
Fig. 8. Functional purpose ratio in Shepetivka rayon.

Таблиця 1. Співвідношення частки площ лісів Шепетівського району за функціональним призначенням у розрізі територіальних громад.
Table 1. Functional purpose ratio in Shepetivka rayon in terms of territorial hromadas.

Територіальна громада	Лісгосподарського призначення, %	Захисного призначення, %	Ліси та інші зелені насадження рекреаційного призначення, %	Під діючими об'єктами ПЗФ, %	Перспективні для заповідання, %
Берездівська	33,3	14,3	4,7	9,8	37,9
Білогірська	44,3	5,3	8,1	8,5	33,8
Ганопільська	21,5	12,2	8,1	1,1	57,2
Грицівська	62,1	5,2	9,1	0,1	23,6
Ізяславська	44,7	3,3	4,9	20,2	26,9
Крупецька	71,2	3,1	1,0	16,7	8,1
Ленковецька	59,4	16,6	7,1	0,0	16,9
Михайлоцька	62,0	1,2	1,8	3,2	31,9
Нетішинська	54,7	4,5	14,1	6,2	20,5
Плужненська	54,9	1,3	4,4	11,2	28,3
Полонська	7,9	10,7	16,4	1,7	63,3
Понінківська	79,8	0,5	2,7	0,0	17,1
Сахновецька	29,4	8,9	23,4	3,3	35,1
Славутська	47,8	0,5	5,3	41,0	5,4
Судилківська	58,9	3,8	1,9	0,4	35,0
Улашанівська	81,6	2,2	1,1	0,6	14,5
Шепетівська	75,8	1,9	5,7	0,5	16,1
Ямпільська	33,3	13,4	22,7	0,0	30,6

загальної площі лісів тергромади), а найменша частка зафіксована у Грицівській тергромаді (0,1 %). У трьох територіальних громадах (Ленковецька, Понінківська, Ямпільська) досліджуваної території відсутні лісові масиви, які взяті під охорону як об'єкти ПЗФ. Проте, для цих територіальних громад характерні відносно високі показники лісистості – Понінківська (76,62 % площі тергромади), Ленковецька (14,9 %), Ямпільська (9,14 %) та висока частка лісів перспективних для заповідання – Ямпільська (30,6 %), Понінківська (17,1 %), Ленковецька (16,9 %). На основі вищенаведеного, перспективним є проведення подальших польових досліджень для виявлення найбільш цінних ділянок для заповідання.

Ліси та інші зелені насадження рекреаційного призначення становлять 5 % від загальної площі лісів досліджуваної території. Найбільшу частку вони займають у Сахновецькій тергромаді (23,4 % від загальної площі лісів тергромади), а найменшу – у Крупецькій (1,0 %). Найбільша концентрація їх у населених пунктах Нетішин, Славута, Шепетівка, Полонне та Ізяслав.

Найменшу частку становлять лісові масиви захисного призначення – 4 % від загальної площі лісів досліджуваної території. Вони розташовані рівномірно по території району, формуючи домінуючий ландшафтний комплекс полів та полезахисних лісових смуг. Зокрема, аналізуючи цей тип лісів у кожній тергромаді, було виявлено, що найбільшу частку вони займають у Ленковецькій тергромаді (16,6 % від загальної площі лісів тергромади). Найменша частка зафіксована у Славутській та Понінківській тергромадах (0,5 % кожна), тому подальшою перспективою для даних територіальних громад є збільшення площі захисних лісів.

4. Обговорення

Використання супутникових знімків «PlanetScore» компанії Planet Labs PBC з високим просторовим (3 метри на піксель) та часовим (щоденне глобальне оновлення) розрізненням у поєднанні із використанням ГІС-технологій дає можливість оперативного та якісного дешифрування лісів, проведення їх класифікації та подальшого моніторингу. Перевагою даних супутникових знімків є їх висока просторова та часова роздільна здатність у порівнянні із супутниковими знімками Sentinel (10 метрів на піксель) та Landsat (30 метрів на піксель). Недоліком є те, що вони є закритим джерелом даних. Для даного дослідження відповідні супутникові знімки були надані громадською організацією «Товариство дослідників України».

До існуючої схеми класифікації лісів за функціональним призначенням запропоновано додати п'ятий клас лісів – «перспективні для заповідання». Перспективним напрямком подальших досліджень є доопрацювання та удосконалення представлених положень геоінформаційного забезпечення класифікації лісів.

5. Висновки

1. Використання супутникових знімків «PlanetScore» компанії Planet Labs PBC з високим просторовим та часовим розрізненням у поєднанні із використанням ГІС-технологій та методів машинного навчання дає можливість оперативного та якісного дешифрування лісів, проведення їх класифікації та подальшого моніторингу.


2. Загальний показник лісистості Шепетівського району становить 29 %, що майже вдвічі більше у порівнянні з середнім показником по Україні. Найбільша частка лісистості виявлена на території Понінківської (76,6 % площі тергромади), Славутської (68,5 %) та Шепетівської (56 %) територіальних громад. Найменша – у Ямпільській (9,1 %), Ганопільській (9,6 %) і Берездівській (9,7 %) територіальних громадах, що становить менше середнього показника по Україні (15,9 %), відповідно на території даних тергромад потрібно провести роботи щодо відновлення лісів і їх лісорозведення.

3. Більшу частку у межах досліджуваної території становлять ліси лісогосподарського призначення (57 % від усієї площі лісів району) та перспективні для заповідання (27 %), а найменшу частку складають ліси під діючими об'єктами ПЗФ (7 %), ліси та інші зелені насадження рекреаційного призначення (5 %), захисного призначення (4 %).

4. У трьох територіальних громадах (Ленковецька, Понінківська, Ямпільська) досліджуваної території взагалі відсутні лісові масиви, які взяті під охорону як об'єкти ПЗФ. Проте, для цих територіальних громад характерним є відносно високі показники лісистості – Понінківська (76,62 % площі тергромади), Ленковецька (14,9 %), Ямпільська (9,14) та висока частка лісів перспективних для заповідання – Ямпільська (30,6 % від усієї площі лісів тергромади), Понінківська (17,1 %), Ленковецька (16,9 %). На основі вищенаведеного, перспективним є проведення подальших польових досліджень для виявлення найбільш цінних ділянок для заповідання.

5. Представлені положення геоінформаційного забезпечення класифікації лісів можуть бути використані у подальших аналогічних дослідженнях для інших територій України. Вони є універсальними для досліджень, як у розрізі адміністративно-територіальних, так і фізико-географічних одиниць (підхід фізико-географічного районування, басейновий підхід).

ORCID iD

Hanna Strakovych  <https://orcid.org/0009-0001-9286-5313>

Список посилань

- Adamen, F. & Pluhatar, Y. (2012). Forest typology classification of Ukrainian forests. *Tavrian Scientific Bulletin*, 83, 231-237.
- Burshtynska, H., Polishchuk, B. & Kovalchuk, O. (2013). Investigation of forest classification methods using high resolution satellite images. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*, 78, 101-110.
- Denysyk, G. (2012). *Anthropogenic landscape learning: tutorial. Part I. Basis of anthropogenic landscape learning*. Vinnytsya: PE «TD Vydavnytstvo Edelveys i K».
- Gerenchuk, K. (1980). *Nature of the Khmelnytskyi oblast*. Lviv: Vyshysia Shkola.
- Golubets, M. (2010). *Typological ordering of the diversity of forest hromadas in Ukraine*. Lviv: Manuscript.
- Grodzynskyi, M. (2014). *Landscape ecology: textbook*. Kyiv: Znannia.
- Kovalenko, I. (2018). *Forest ecology with basics of reforestation and afforestation: textbook*. Sumy: PF "University Book Publishing House".
- Kozhevnikov, P. (1931). *Forest types and forest associations of Podillya. Forest and vegetation conditions of Podillya*. Kharkiv.
- Kruglov, I. (2020). *Transdisciplinary geocology: monograph*. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv.
- Lyalko, V., Zholobak, G., Khodorovskiy, A., Apostolov, O., Sibirtseva, O., Yelistratova, L., Romanchuk, I., Dorofei, E. (2019). Space-based environmental monitoring as an effective mechanism for forest protection. *Ukrainian Journal of Remote Sensing of the Earth*, 20, 4-12.
- Official public cadastral map* (2021). URL: <https://kadastr.live/>
- Ostapenko, P., Perkhaliuk, R., Bonchkovskiy, O. & Ostapenko, S. (2021). *Atlas of the administrative and territorial structure of Ukraine*. URL: <https://decentralization.gov.ua/news/13404>.
- PlanetScope* (2023). URL: <https://developers.planet.com/docs/data/planetscope/>
- Smaliychuk, A. (2014). Current land cover of the northern part of Khmelnytskyi oblast based on remote sensing data. *Visnyk of the Lviv University*, 48, 180-186.
- Soloviy, I. (2016). *Evaluation of forest ecosystem services provided by forests of Ukraine and proposals on PES mechanisms*. Enpi East Fleg II, 92.
- State Cadastre of Territories and Nature Reserve Fund of Ukraine* (2023). URL: https://data.gov.ua/dataset/mepi_05
- The Forest Code of Ukraine* dated 21.01.1994, No. 3852-XII, as amended by the Law of Ukraine dated 04.01.2024, No. 3505-IX / Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrayiny. 2023. № 17. Article 100.
- Vasilyuk, O. & Ilminska, L. (2020). *Ecosystem services. An overview*. Published by the Charitable Foundation for the Protection of Biodiversity of Ukraine.