

Міжнародні системи класифікації земного покриття та землекористування: особливості і перспективи використання у ландшафтознавчих дослідженнях

Любов Тимуляк 

Інститут географії Національної академії наук України, вул. Володимирська, 44, Київ, 01054, Україна

Реферат

Метою публікації є огляд міжнародних систем класифікації земного покриття та землекористування, що найчастіше використовуються у ландшафтознавчих або суміжних наукових дослідженнях в Україні – CORINE, LUCAS, EUNIS, LCCS, GlobeLand 30; встановлення тих особливостей кожної із систем, які можуть стати пріоритетними у ландшафтознавчих дослідженнях різного спрямування. Застосовуючи загальнонаукові методи пізнання (аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, порівняльний) опрацьовано методологічні та технічні посібники, що представляють системи класифікації земного покриття та землекористування, а також вітчизняні та зарубіжні публікації з ландшафтознавства, екології, картографії, у яких вони використовуються для вирішення прикладних задач. Використання однієї із розроблених систем класифікації у конкретному дослідженні залежить від його мети, масштабу, вихідних даних і детальності матеріалів польових спостережень. Особливу увагу приділено використанню карт земного покриття чи землекористування для визначення змін, що відбуваються у межах ландшафтів за певний період часу.

Ключові слова

LCCS; CORINE; LUCAS; EUNIS; GlobeLand 30; антропогенне ландшафтознавство; генетичне (класичне) ландшафтознавство

Надійшла до редакції: 1 березня 2023 / Прийнята: 25 серпня 2023 / Опублікована онлайн: 30 листопада 2023

International systems of classification of land cover and land use: features and prospects of use in landscape research

Liubov Tymuliak

Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, Volodymyrska Street, 44, Kyiv, 01054, Ukraine

Abstract

The purpose of the paper is to review the international systems of classification of land cover and land use, which are most often used in landscape or related research in Ukraine – CORINE, LUCAS, EUNIS, LCCS, GlobeLand 30; to identify those features of each of the systems that may become a priority in landscape studies in different areas. Applying general scientific methods of cognition (analysis, synthesis, abstraction, generalization, comparative), methodological and technical manuals representing the classification systems of land cover and land use have been studied. Domestic and foreign papers on landscape, ecology, cartography, in which the systems are used for solving applied tasks have also been examined. The use of one of the developed classification systems in a particular study depends on its purpose, scale, source data and details of field observation materials. Special attention is paid to the use of land cover maps to identify changes occurring within landscapes over a period of time. Classification systems, in the nomenclature of classes of which land use categories predominate, can be basic for works in the field of anthropogenic landscape science, and in the genetic field, the key categories of classification systems are categories of land cover. For recent research, the base is the map of landscape complexes, the rank of which depends on the scale of mapping the area. Field research also retains its decisive role. The use of land cover classification systems, which include field surveys, such as LUCAS and EUNIS, logically fits into large-scale research.

Keywords

LCCS; CORINE; LUCAS; EUNIS; GlobeLand 30; anthropogenic landscape science; genetic (classical) landscape science

Received: 1 March 2023 / Accepted: 25 August 2023 / Published online: 30 November 2023

1. Вступ

Одним із сучасних напрямів ландшафтознавчих досліджень є вивчення антропогенних змін у ландшафтних комплексах різних рангів за певний період часу. Такі дослідження ґрунтуються, переважно, на використанні даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), за допомогою яких дешифрується земний покрив території або землекористування на кожен із обраних часових зрізів. Залежно від масштабу досліджень, їх цілей, детальності

вихідних даних і наявності чи відсутності польових спостережень можна використовувати різні напрацьовані на даний час міжнародні системи класифікації земного покриття та землекористування. Від обраної системи класифікації значною мірою залежить інформативність і якість карти земного покриття (землекористування). Такі карти, укладені на основі космічних знімків із використанням геоінформаційних систем і технологій, дозволяють оперативнo відстежувати природні чи природно-антропогенні процеси і характеризуються

Corresponding author:
Liubov Tymuliak, Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Volodymyrska Street, 44, Kyiv, 01054, Ukraine
Email: tymuljak@gmail.com

© 2023 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.

широким спектром можливостей для розв'язання численних прикладних задач, що постають перед сучасною географічною наукою та господарською практикою. До них, зокрема, належать: моніторинг сільськогосподарських угідь (визначення площ посівів, ідентифікація деградованих сільськогосподарських земель, наповнення Державного земельного кадастру відомостями про земельні ділянки тощо); вирішення проблем лісового господарства (визначення видового складу лісів, облік і моніторинг площ вирубаних лісів, встановлення уражених ділянок шкідниками, пожежами, вітровалами і т. д., обчислення депонування вуглецю в біомасі тощо); розвиток природоохоронних територій (обґрунтування пропозицій щодо створення нових природоохоронних об'єктів, розробка оптимального функціонального зонування); підвищення ефективності управлінських рішень у сфері природокористування, територіального планування тощо. Очевидно, що в Україні карти земного покриву і землекористування матимуть перспективи використання під час досліджень впливу воєнних дій на ландшафти, оцінювання екологічних збитків, спричинених російським вторгненням, у процесі аналізу можливостей для повоєнного відновлення ландшафтних комплексів та землекористування на уражених війною територіях.

Наявність у вільному доступі найновіших супутникових знімків, зокрема представлених на онлайн-ресурсах EarthExplorer Геологічної служби США (USGS), LandViewer (EOSDA), Copernicus Open Access Hub та інших (Sergieieva, 2019) створює передумови для досліджень, у яких використовуються дані ДЗЗ для вирішення тих чи інших завдань. Часто одним із етапів вирішення цих завдань є укладання карти земного покриву чи землекористування. З цією метою розроблено і перевірено на практиці чимало систем класифікації земного покриву і землекористування, частина із яких мають схожу номенклатуру класів на верхньому рівні, деякі є частково сумісними. У наукових дослідженнях в Україні найчастіше послуговуються такими міжнародними системами класифікації земного покриву і землекористування, як CORINE (Brodskij et al., 2009; Kuchma et al., 2012; Bondarenko, Smirnov, 2014; Zielyk et al., 2017), LUCAS (Kussul et al., 2015; Yailymov, 2016; Zielyk et al., 2017), LCCS (Ponomarenko, 2018; Golubtsov et al., 2018; Pysarenko et al., 2019), EUNIS (Kozak, 2015; Kozak, Didukh, 2015; Borsukevych et al., 2018), GlobeLand 30 (Putrenko, 2016a, 2016b). У окремих працях вітчизняних науковців досить детально описуються ті чи інші системи класифікацій – історія їх розроблення, специфіка, номенклатура класів, мета тощо (Brodskij et al., 2009; Smirnov, 2012; Yailymov, 2016; Zielyk et al., 2017). Назрілим питанням є специфіка використання опрацьованих систем класифікацій земного покриву і землекористування у ландшафтознавчих дослідженнях.

Метою цієї публікації є загальний огляд міжнародних систем класифікації земного покриву та землекористування, що найчастіше використовуються у ландшафтознавчих або суміжних наукових дослідженнях

в Україні, а також визначення тих особливостей кожної із систем, які слугуватимуть перевагою у дослідженнях, що ґрунтуються на засадах класичного (генетичного) чи антропогенного ландшафтознавства.

2. Матеріали і методи

У процесі дослідження використано загальнонаукові методи пізнання – аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, порівняльний.

Матеріалами для аналізу слугували методологічні та технічні посібники, що представляють системи класифікації земного покриву та землекористування (наприклад, (Bossard et al., 2000; Latham et al., 2002; Moss, 2008; Ballin et al., 2018; *Methodology...*, 2018), дослідження, присвячені аналітичним оглядам широковідомих класифікацій (Smirnov, 2012; Zielyk et al., 2017), а також вітчизняні та зарубіжні публікації з ландшафтознавства, екології, картографії та інших суміжних наук, у яких використовуються міжнародні системи класифікації CORINE, LUCAS, EUNIS, LCCS, GlobeLand 30 для вирішення певних прикладних задач.

3. Результати та обговорення

Система класифікації земного покриву LCCS (Land Cover Classification System) була розроблена у середині 90-х рр. XX ст. Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (ФАО) з метою допомоги країнам, що розвиваються, стандартизувати класифікування та картографування їх земельних покривів (Latham et al., 2002). Ця система була створена у межах проекту AFRICOVER, однак може бути використана для реалізації проектів картографування земного покриву в будь-якому регіоні світу. На сьогодні LCCS – це комплексна методологія опису, характеристики, класифікації і порівняння більшості виявлених особливостей земного покриву у будь-якій точці світу, будь-якому масштабі і з будь-яким рівнем детальності.

На відміну від багатьох інших класифікацій, у LCCS чітко розрізняються поняття “земний покрив” та “землекористування”. *Земний покрив* – це спостережуване (біо)фізичне покриття на поверхні Землі. *Землекористування* характеризується домовленостями, діяльністю та ресурсами, які люди здійснюють (використовують) у певному типі земного покриву для його виробництва, зміни або підтримування (Di Gregorio, 2005).

В LCCS клас земного покриву визначається комбінацією набору незалежних діагностичних ознак, які мають назву “класифікаторів”, що розташовані ієрархічно. Кожен нижчий клас визначається шляхом додавання нових класифікаторів до вищого класу земного покриву. Оскільки набір критеріїв може бути необмежено розширений, LCCS є відкритою системою класифікації із практично нескінченною кількістю взаємовиключних класів (Adamo et al., 2020).

LCCS поєднує в собі дві основні фази: дихотомічну та модульно-ієрархічну. Дихотомічна фаза базується на трьох класифікаторах – наявності рослинності, едафічних умовах і штучності покриття – і включає 3 рівні класифікації. Рівень 1 поділяє класи на класи з рослинністю (A) і без рослинності (B). Рівень 2 відокремлює класи з рослинністю (A) на наземні (A1) і водні (A2), як і класи без рослинності (B) – на наземні (B1) і водні (B2). Рівень 3 додатково розчленовує попередні класи на 8 категорій (Di Gregorio, 2005; Adamo et al., 2020):

1. Оброблювальні та керовані землі (A11);
2. Природна і напівприродна наземна рослинність (A12);
3. Культивовані водні або регулярно затоплені райони (A23);
4. Природна і напівприродна водна або регулярно затоплена рослинність (A24);
5. Штучні поверхні (B15);
6. Райони без рослинності (оголені ділянки) (B16);
7. Штучні водойми, сніг та лід (B27);
8. Природні води, сніг та лід (B28).

У наступній, модульно-ієрархічній фазі, класи земного покриття створюються комбінацією наборів заздалегідь визначених класифікаторів для представлення більш детальних класів земного покриття (рівень 4). Ці класифікатори пристосовані до кожного з 8-ми основних типів земного покриття і поділяються на 3 групи: класифікатори чистого земного покриття, екологічні характеристики, конкретні технічні характеристики.

Таким чином, система класифікації LCCS характеризується високим рівнем стандартизації визначення класу. Вона дозволяє динамічно створювати (модифікувати) класи без зобов'язання користувача посилається на наперед означений список. У процесі класифікування за допомогою системи LCCS можуть використовуватись не лише дані ДЗЗ, але й дані статистичних спостережень (Smirnov, 2012).

CORINE – система класифікації земного покриття та землекористування, розроблена Об'єднаним дослідницьким центром (Joint Research Centre) Єврокомісії та Європейським агентством з навколишнього середовища (European Environment Agency, EEA) у межах програми з координації інформації про навколишнє середовище CORINE (Coordination of information on the environment) (Kuchma et al., 2012; Zielyk et al., 2017). Остання започаткована у 1985 р., маючи на меті збір та обмін інформацією про навколишнє середовище для створення узгодженої і співставної бази даних по землекористуванню у країнах Європи у масштабі 1:100 000. Мінімальна площа об'єктів картографування дорівнювала 25 га; заявлена точність тематичної класифікації – не менше 85 %. У межах програми було зібрано інформацію про екологічний стан природних компонентів ландшафту: повітря, вод, ґрунтів, флори, фауни, а також проводилось оцінювання ризиків розвитку надзвичайних ситуацій природного характеру (Smirnov, 2012). Беззаперечним плюсом програми CORINE стала інформація про земний покрив та землекористування у Європейському Союзі. База даних з цією інформацією періодично оновлюється

і є доступною в операційному режимі для більшості регіонів Європи у межах Copernicus Land Monitoring Service (Zielyk et al., 2017). Країни-члени ЕЕА самостійно створюють національні бази даних земного покриття, які з часом об'єднуються у цілісний просторовий набір даних із узгодженими об'єктами земного покриття Європи. Побудова карт земного покриття відбувається за допомогою середовища ГІС ArcInfo.

У 1999-2000-х роках програма CORINE включала в себе не лише чергову побудову карт земного покриття, але й оцінювання змін, що відбулися у земному покритті за період 1990-2000 років (проект I&CLC2000) (Yailymov, 2016). Отримана інформація служить підґрунтям для вивчення еволюції ландшафтів, змін у біорізноманітті, використовується у процесі моніторингу довкілля.

Система класифікації земного покриття CORINE має ієрархічну структуру (табл. 1). Номенклатура класів складається з трьох рівнів (Zielyk et al., 2017): перший рівень (5 найменувань) характеризує основні категорії земного покриття на планеті; другий рівень (15 найменувань) передбачає використання у масштабах 1:500 000 і 1:1 000 000; третій рівень (44 найменування) використовується при масштабі досліджень 1: 100 000.

Під час детальніших досліджень може бути введено четвертий рівень класів, однак методика CORINE передбачає перед його введенням обов'язкове класифікування земного покриття за вищими трьома ієрархічними рівнями (Smirnov, 2012; Bilous, 2018).

На відміну від системи класифікації земного покриття LCCS, у класифікації CORINE номенклатура класів є змішаною – відображає як категорії земного покриття (land cover), так і землекористування (land use). При цьому більша частина номенклатур класів стосується саме землекористування, однак використовується і для позначення одиниць у номенклатурі земного покриття (Zielyk et al., 2017).

Система класифікації CORINE заслужила славу стандарту у класифікуванні земного покриття і землекористування (Smirnov, 2012; Kuchma et al., 2012), вона все частіше використовується у дослідженнях науковців у всьому світі. Однак ця система класифікації має і свої слабкі сторони, до яких відносять те, що точність класифікації деяких категорій об'єктів нижча від заявленої в CORINE величини загальної точності (85 %), під час класифікування об'єктів на космічних знімках певну роль відіграє суб'єктивний чинник (Felicísimo, Sánchez Gago, 2002; Brodskij et al., 2009), деякі класи є неоднорідними за складом (Smirnov, 2012), номенклатура земного покриття має змішаний характер, необхідне використання дорогої ліцензійної ГІС ARC/INFO (Zielyk et al., 2017).

Статистичне обстеження землекористування/земного покриття (Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey) **LUCAS** проводиться Євростатом (European Statistical Office), починаючи з 2006 р. із метою збору узгодженої інформації про землекористування та земний покрив у країнах Європейського Союзу. Ця інформація використовується Європейською Комісією у просторовому плануванні, під час аналізу впливу сільського господарства

Таблиця 1. Ієрархічні рівні системи класифікації земного покриття та землекористування CORINE (Smirnov, 2012).
 Table 1. Hierarchical levels of the land cover and land use classification system CORINE (Smirnov, 2012).

Рівень 1		Рівень 2		Рівень 3	
Код	Назва класу	Код	Назва класу	Код	Назва класу
1	Штучні поверхні	1.1	Забудовані території	1.1.1	суцільна міська забудова
				1.1.2	несуцільна міська забудова
		1.2	Землі промислового і комерційного призначення та транспорту	1.2.1	промислові та комерційні будівлі
				1.2.2	дороги, залізниці та прилеглі до них території
				1.2.3	порти
				1.2.4	аеропорти
		1.3	Шахти, звалища та території під будівельними майданчиками	1.3.1	території, призначені для видобутку корисних копалин
				1.3.2	звалища
				1.3.3	будівельні майданчики
		1.4	Землі, вкриті рослинністю несільськогосподарського призначення	1.4.1	парки та сквери
				1.4.2	території, призначені для спорту та відпочинку
		2	Сільськогосподарські землі	2.1	Орні землі
2.1.2	зрошувані орні землі				
2.1.3	рисові поля				
2.2	Багаторічні культури			2.2.1	виноградники
				2.2.2	сади та плантації ягід
				2.2.3	насадження олив
2.3	Пасовища			2.3.1	пасовища
2.4	Гетерогенні сільськогосподарські території			2.4.1	однорічні культури з вкрапленнями багаторічних
				2.4.2	складні зразки культивування
				2.4.3	сільськогосподарські землі зі значними територіями, вкритими природною рослинністю
				2.4.4	сільськогосподарські землі, частково вкриті лісом
3	Ліси та напівприродні території			3.1	Ліси
		3.1.2	хвойні ліси		
		3.1.3	мішані ліси		
		3.2	Чагарники і трав'янисті зарослі	3.2.1	природні пасовища
				3.2.2	мохові болота і пустки
				3.2.3	склерофільна рослинність
				3.2.4	чагарники, що переходять у ліс
		3.3	Відкриті землі з незначною рослинністю або без неї	3.3.1	пляжі, дюни та піски
				3.3.2	голі скелі
				3.3.3	землі з незначною рослинністю
				3.3.4	гарі
				3.3.5	льодовики та вічні сніги
4	Болота	4.1	Внутрішні болота	4.1.1	болота
				4.1.2	торфвища
		4.2	Прибережні болота	4.2.1	солончаки
				4.2.2	солонці
				4.2.3	припливні рівнини
5	Водні об'єкти	5.1	Внутрішні води	5.1.1	річки, канали
				5.1.2	озера, ставки
		5.2	Морські води	5.2.1	лагунні
				5.2.2	естуарії
				5.2.3	моря та океани

на довкілля, моніторингу біорізноманіття і змін клімату, управління лісовими і водними ресурсами, у процесі розробки заходів із захисту ґрунтів, охорони природи, запобігання та зменшення природних небезпек тощо (Ballin et al., 2018). Обстеження LUCAS проводяться періодично – кожні 3 роки. Такі дослідження здійснено у 2006, 2009, 2012, 2015, 2018 рр., останнє відбулось у 2022 р. Кількість країн-учасниць зростала до 2015 і 2018 рр., сягнувши 28, а у 2022 р. зменшилась до 27 через вихід Великої Британії з ЄС. Варто зазначити, що під час кожного наступного дослідження задля отримання максимально точних та узгоджених даних коригувалась і удосконалювалась сама методика LUCAS, зберігаючи порівнюваність даних за різні роки. Обстеження LUCAS, як і LCCS, диференціє землекористування та земний покрив. Під *землекористуванням* мається на увазі соціально-економічне використання земель (наприклад, сільське господарство, лісове господарство, рекреаційне або житлове користування), а *земний покрив* стосується біофізичного покриття земної поверхні – це сільськогосподарські культури, трав'янисті рослини, лісові масиви, забудована територія тощо (*Methodology...*, 2018). При цьому цільовою інформацією для обстеження LUCAS є земний покрив, а землекористування вважається допоміжною інформацією.

Ландшафт у LUCAS характеризується як земельна ділянка, характер і функції якої визначаються комплексною і регіональною специфічною взаємодією природного процесу з діяльністю людини через економічні, соціальні, екологічні відношення. Його аналізують через показники ландшафтного різноманіття, ступеня фрагментації тощо (Zielyk et al., 2017).

Обстеження LUCAS складається з двофазної вибірки. Для статистичної вибірки першої фази на територію ЄС накладено регулярну сітку розміром 4 км² (2x2 км), яка включає більше ніж 1 100 000 точок. Кожна з цих точок на основі фотоінтерпретації супутникових знімків класифікується за визначеними категоріями земного покриття. Вибірка другої фази формується з відібраних за спеціальною методикою точок першої фази. Дані про земний покрив, землекористування, різного роду екологічна інформація збираються дослідниками у точках вибірки другої фази за допомогою *безпосередніх спостережень на місцях*. Інформація про земний покрив деякої частини з цих точок отримується шляхом камеральної інтерпретації супутникових знімків або ортофотографій. Так, у обстеженні LUCAS 2018 р. для вибірки другої фази було обрано 337 854 точки, у тому числі 240 174 – для збору даних на місцях та 97 680 – для інтерпретації даних дистанційного зондування Землі (Ballin et al., 2018). В 2022 р. у вибірку другої фази було залучено вже 400 000 точок, при цьому кількість польових даних знизилась порівняно з 2018 р. на 8 %, а дешифрованих – зросла майже вдвічі (Ballin et al., 2022).

Дослідження на місцях (польові дослідження) передбачають класифікування земного покриття і видимого землекористування згідно з гармонізованими класифікаціями LUCAS, вивчення структурних елементів

ландшафту, управління зрошенням, а також фотозйомку в напрямках основних чотирьох сторін горизонту. Крім основної програми LUCAS, на місцях збирається інформація по так званих “спеціальних модулях” – трансектах протяжністю 250 м у напрямку на схід, у яких фіксуються всі зміни земного покриття та рельєфу, а також збирається верхній зразок ґрунту (500 г) в 10 % точок обстеження. Зразки ґрунту аналізуються в лабораторіях і використовуються для оцінювання екологічних чинників, оновлення ґрунтових карт Європи, вимірювання кількості органічного вуглецю в ґрунті і т. д.

У результаті обстеження LUCAS генерується три види інформації: 1) мікродані, що містять статистичну інформацію, зібрану у кожній вибірковій точці; 2) фотографії точок, пейзажів; 3) статистичні таблиці з узагальненими результатами по земному покриттю та землекористуванню у просторовому плані.

Номенклатура земного покриття LUCAS поступово удосконалюється з метою отримання максимально точних і узгоджених даних і станом на 2022 р. включає 8 категорій (табл. 2), які розчленовуються на 29 класів та 76 підкласів. Землекористування LUCAS має свою систему класифікації, яка включає 4 основні категорії, 16 класів та 31 підклас (LUCAS ..., 2021).

Європейська природоохоронна інформаційна система класифікації біотопів EUNIS (European Nature Information System Habitat Classification) розроблена Європейським центром захисту природи і біорізноманіття для Європейської екологічної агенції (EEA) і Європейської екологічної інформаційної та наглядової мережі (EIONET) в кінці XX- на початку XXI ст. Ця класифікація сформована на основі раніше існуючих класифікацій, зокрема Палеарктичної класифікації оселищ у межах Європи

Таблиця 2. Верхній рівень класифікації земного покриття LUCAS у дослідженнях 2015-2022 рр. (Ballin et al., 2018; Ballin et al., 2022).

Table 2. The upper level of LUCAS land cover classification in the studies of 2015-2022 years (Ballin et al., 2018; Ballin et al., 2022).

2022 р.	2018 р.	2015 р.
Орні землі	Орні землі	Орні землі
	Багаторічні культури	Багаторічні культури
Луки	Луки	Луки
Ліси	Залісені ділянки	Залісені ділянки та чагарники
Чагарники	Чагарники	
Ділянки не вкриті рослинністю	Ділянки не вкриті рослинністю	Ділянки не вкриті рослинністю, з низькою або рідкою рослинністю
Штучні землі	Штучні землі	Штучні землі
Води	Внутрішні води	Води
Водно-болотні угіддя		
	Перехідні води (лимани, прибережні лагуни)	
	Неможливо фотоінтерпретувати	

(A classification of Palaearctic habitats), переліку біотопів CORINE (Corine Biotopes and Corine Land Cover databases), системи синтаксонів рослинності (European Vegetation Survey), системи типології лісів Європи (European Forest Types (EFTs) та інших (Bilous, 2018). Відповідно, EUNIS узгоджується із класифікацією CORINE Land Cover (Davies et al., 2004).

Підставою для поділу у класифікації EUNIS є біотоп – “habitat” (в українському перекладі також зустрічається як “екотоп”, “оселище”). Біотоп – екосистема топологічного рівня, що вирізняється певними фізико-географічними умовами (грунтом, мікрокліматом, гідрологічним режимом тощо), які забезпечують “... відтворення живих організмів у певному кількісному співвідношенні протягом такого часового проміжку, що задовольняє умови його відтворення” (Didukh, 2018, с. 406). Отже, “habitat” (біотоп) є передусім місцем існування популяції чи угруповання, яке характеризується абіотичними особливостями, а вже потім – видами рослин і тварин, що в ньому проживають (Aloshkina, 2011). У класифікації EUNIS терміни “біотоп” і “екосистема” визначаються як синоніми, однак біотоп трактується як основна одиниця територіального поділу екосистем (Kozak, Didukh, 2015; Kozak, 2015).

EUNIS – ієрархічна класифікація. Вона включає 10 категорій, кожна з яких поділяється на нижчі одиниці 3-4-х рівнів. Категоріями першого рівня є біотопи (Davies et al., 2004):

A Морські (marine);

B Прибережні (coastal);

C Внутрішніх поверхневих вод (inland surface waters);

D Болотні (mires, bogs and fens);

E Лучні та із переважанням різнотрав'я, мохів і лишайників (grasslands and lands dominated by forbs, mosses or lichens);

F Пустель, скребів і тундри (heathland, scrub and tundra);

G Лісів та лісовкритих земель (woodland, forest and other wooded land);

H Внутрішні без рослинності чи з незначною її кількістю (inland unvegetated or sparsely vegetated habitats);

I Ті, що регулярно культивуються для сільського господарства, садівництва, домашнього господарства (regularly or recently cultivated agricultural, horticultural and domestic);

J Забудовані, промислові та інші штучні (constructed, industrial and other artificial).

Використання у дослідженнях системи класифікації EUNIS передбачає не лише звертання до вже створених європейських баз даних, що містять інформацію про навколишнє середовище, і даних ДЗЗ, але й проведення ґрунтовних польових досліджень (Bondarenko, Smirnov, 2015). Практичне значення цієї класифікації полягає, зокрема, у застосуванні її у процесі формування і функціонування Смарагдової мережі (Emerald network) (Onyshchenko, 2016).

Класифікація глобального земного покриття з 30-метровим просторовим розрізненням **GlobeLand 30** була створена у Китаї в 2010 р. Вона розроблена для територій між 80° пн. ш. до 80° пд. ш. Основними даними для класифікування виступають дані ДЗЗ, зокрема отримані від супутників Landsat Thematic Mapper (TM) та Enhanced TM plus (ETM+), а також мультиспектральні зображення китайської системи Environmental Disaster Alleviation Satellite (HJ-1) (Brovelli et al., 2015). Номенклатура GlobeLand 30 налічує 10 типів земного покриття (табл. 3).

Класифікацію земного покриття GlobeLand 30 було перевірено за наземними даними у Китаї, а картографування у глобальному масштабі здійснено

Таблиця 3. Класифікаційна схема *GlobeLand 30* (Putrenko, Pashynska, 2017; *GlobeLand 30*..., 2019).
Table 3. *GlobeLand 30* classification scheme (Putrenko, Pashynska, 2017; *GlobeLand 30*..., 2019).

Код	Тип земного покриття	Характеристика
10	Сільськогосподарські землі	Землі, що використовуються для сільського господарства, багаторічних насаджень, у тому числі: рисові поля, зрошувані та незрошувані сільгоспугіддя, фруктові сади
20	Ліси	Землі, вкриті лісовою рослинністю з покриттям понад 30 %, у тому числі листяні і хвойні ліси, рідколісся з покриттям 10-30 %
30	Луки	Землі, покриті натуральною трав'янистою рослинністю з покриттям понад 10 %
40	Чагарники	Землі, вкриті чагарниками із покриттям понад 30 %, у тому числі листяні і вічнозелені чагарники і чагарникові степи з покриттям понад 10 %
50	Водні об'єкти	Водні об'єкти у межах суходолу, в тому числі річки, озера, водосховища, ставки для розведення риби тощо
60	Водно-болотні угіддя	Землі, вкриті водно-болотною рослинністю та водоймами, у тому числі внутрішні болота, заболочені озера, тилові частини заплав річок з водно-болотною рослинністю, торф'яні болота тощо
70	Тундра	Землі, вкриті лишайниками, мохами, морозостійкою багаторічною трав'янистою рослинністю і чагарниками в полярних регіонах
80	Штучні поверхні (за Putrenko, Pashynska, 2017 – урбанізовані території)	Землі, модифіковані діяльністю людини, у тому числі всі види житла, промислові і гірничодобувні ділянки, транспортні комунікації, внутрішні міські зелені зони і водойми тощо
90	Пустельні території	Землі з рослинним покривом менше 10 %, у тому числі пустелі, піщані поля, Гобі, голі скелі тощо
100	Постійний сніговий або льодовий покрив	Землі, вкриті вічним снігом, льодовики і крижаний покрив

станом на 2000 та 2010 рр. із заявленою точністю 80,33% (*GlobeLand 30...*, 2019). Така досить висока точність картографування земного покриву у цілому (з незначними відмінностями) підтверджується також у національних дослідженнях через порівняльний аналіз із детальнішими наборами даних про земний покрив (Brovelli et al., 2015; Arsanjani, Tayyebi et al., 2016; Arsanjani, See et al., 2016; Putrenko, 2016a), однак фіксуються великі відмінності у точності класифікування окремих класів. Зокрема, найнижчим значенням точності класифікування характеризується клас водно-болотних угідь, що підтверджується у працях (Brovelli et al., 2015; Arsanjani, Tayyebi et al., 2016; Arsanjani, See et al., 2016), а у деяких регіональних дослідженнях (Sun et al., 2016) вказується на помилки при класифікуванні, що випливають із складності визначення відмінностей між чагарниками і луками, між луками, лісами і пустельними територіями. Однак у цілому вивчення земного покриву на основі супутникових знімків високої роздільної здатності має значні перспективи у регіональних і національних дослідженнях.

4. Обговорення

На основі однієї із перелічених вище, або інших опрацьованих систем класифікації земного покриву і землекористування, використовуючи дані дистанційного зондування Землі створюються карти земного покриву (land cover maps) – геопросторові інформаційні зображення у растровому форматі, на яких земна поверхня поділяється на певну кількість класів (Yailymov, 2016). Такі карти використовують, насамперед, для визначення змін у використанні земель (Shelkovska, 2015; Kolotii, 2017; Rudenko et al., 2019), здійснення обліку й інвентаризації лісів (Babii, Hrytskiv, 2007), при проведенні геопросторового аналізу процесів поглинання та емісії парникових газів лісами (Striamets et al., 2015), для визначення територій, придатних для цілей заповідання (Golubtsov et al., 2018; Didukh, 2019), встановлення пожежонебезпеки у ландшафтах (Sorokina, Petrov, 2020), у територіальному управлінні (Putrenko, Pashynska, 2017) тощо. Завдяки вільному доступу до матеріалів космічних зйомок (Sergieieva, 2019) та інтенсивному розвитку технологій обробки геопросторової інформації, карти земного покриву набувають все ширшого застосування у ландшафтознавчих дослідженнях. Зокрема, на використанні різночасових космічних знімків і створених на їх основі карт земного покриву, ґрунтуються роботи, що мають на меті виявлення антропогенних змін у фізико-географічних районах, областях, краях і природних зонах України (Samoilenko et al., 2018; Rudenko et al., 2019).

Неоднозначність трактування поняття “ландшафт” вносить певні корективи у методику визначення змін, що відбуваються у його межах за певний період часу. Перш за все, це стосується підходу до виокремлення таких змін. Аналіз наукових публікацій свідчить про те, що у працях, які базуються на позиціях *антропогенного*

ландшафтознавства, найчастіше використовується функціональний підхід, апробований Шищенком (Shishchenko, 1988). Цей підхід передбачає оцінювання глибини антропогенних перетворень залежно від соціальної функції, яку виконує той чи інший ландшафтний комплекс (лісогосподарської, сільськогосподарської, сільбищної тощо) (Pashchenko et al., 2007).

У дослідженнях, що опираються на *вчення про антропогенні модифікації ландшафтів* переважно використовується підхід, у якому антропогенна зміненість визначається за глибиною і характером порушення природних компонентів ландшафту. В основі цього підходу лежить, перш за все, принцип нерівнозначності природних компонентів, суть якого полягає у тому, що у ландшафті маса й енергія природних компонентів є різною, різними є зв'язки між ними, і, відповідно, вони відіграють неоднакову роль у формуванні морфологічної структури ландшафтів і їх функціонуванні, у тому числі і під час антропогенного впливу. Згідно з принципом нерівнозначності, провідну роль у ландшафті відіграє літогенна основа, “слабшими” є гідрокліматогенні компоненти, а “найслабшими” – біогенні. Тобто, залежно від характеру впливу, антропогенно змінені ландшафтні комплекси можуть бути літоваріантними, гігроваріантними, або фітоваріантними (Pashchenko et al., 2007).

Відповідно, від приналежності дослідника до певної наукової школи залежить вибір системи класифікації земного покриву чи землекористування, які використовуються для оцінювання змін. Функціональні зміни, що відбуваються у межах певної території, – це зміни, залежні від господарської діяльності, від призначення і функцій земель. Тому для з'ясування функціональних змін доцільнішим вважаємо використання тих класифікацій, номенклатура класів яких відображає, передусім, категорії землекористування (land use) – наприклад, CORINE, система класифікації землекористування LUCAS, а також LCCS, яка диференціює землекористування та земний покрив.

При дослідженні змін за глибиною і характером порушення природних компонентів ландшафту логічніше послуговуватись системами класифікацій, у номенклатурі класів яких представлені категорії земного покриву (land cover). До таких, зокрема, належать системи класифікації LCCS, LUCAS, EUNIS, *GlobeLand 30*. Принципове значення для досліджень, що ґрунтуються на засадах вчення про антропогенні модифікації ландшафтів, має наявність карти, яка відображає природну основу ландшафтів на рівні урочищ чи місцевостей. У такому випадку зміни, що відбуваються протягом певного періоду часу, фіксуються в межах кожного ландшафтного комплексу. Прикладом може служити ландшафтознавче дослідження пожежонебезпеки території Чорнобильської зони відчуження, виконане Сорокіною та Петровим (Sorokina, Petrov, 2020), у якому дешифрування супутникових знімків, наявність кондіційної ландшафтною карти і багаторічних польових даних логічно поєднані для визначення змін у земному покриві основних видів ландшафтних комплексів рангу урочищ.

При виборі системи класифікації земного покриття чи землекористування важливу роль відіграє також детальність вивчення (масштаб картографування) змін: великомасштабні дослідження, окрім космічних знімків високої (10–30 м) чи дуже високої (1–10 м) роздільної здатності (Kupriianchuk, Butenko, 2013), повинні підкріплюватися польовими даними; середньомасштабні – ґрунтуються переважно на польових даних однієї чи кількох ключових ділянок, за якими встановлюється емпірична перевірка (верифікація), а також на використанні знімків відносно високої (30–100 м) роздільної здатності. Для середньомасштабного картографування ландшафтів із відображенням рівня урочищ достатньо інформативними є космічні знімки з роздільною здатністю до 20 м.


5. Висновки

Карта земного покриття – інформаційний продукт, якість якого значною мірою залежить від системи класифікації, на основі якої він створюється. У вітчизняних дослідженнях найчастіше використовуються такі міжнародні системи класифікації земного покриття і землекористування як CORINE, LUCAS, LCCS, EUNIS, GlobeLand 30. Номенклатура класів верхнього рівня у багатьох системах класифікації є схожою, однак деякі класифікації більшою мірою відповідають категоріям землекористування (особливо на нижчих рівнях) – наприклад, CORINE, інші – диференціюють земний покрив і землекористування, як LCCS, LUCAS.

У ландшафтознавстві, залежно від того, представником якої наукової школи є дослідник – антропогенного чи генетичного ландшафтознавства, – обираються різні підходи до встановлення змін у ландшафтах. Використання карт земного покриття (землекористування) створює неабиякі перспективи для вивчення змін за певний період часу в межах обох зазначених напрямів розвитку науки. При цьому для антропогенного ландшафтознавства базовими, здебільшого, будуть системи класифікації, у номенклатурі класів яких переважають категорії землекористування, а для генетичного – категорії земного покриття. Для досліджень у руслі генетичного ландшафтознавства, які вивчають зміни у ландшафтах за глибиною і характером порушення їх природних компонентів, опорною залишається карта ландшафтних комплексів, ранг яких залежить від масштабу картографування території. Свою визначальну роль зберігають і польові дослідження. У великомасштабні дослідження логічно вписується використання систем класифікації земного покриття, які передбачають польові обстеження – наприклад, LUCAS та EUNIS.

Новизна роботи полягає у спробі окреслити специфіку застосування опрацьованих систем класифікацій земного покриття і землекористування у ландшафтознавчих дослідженнях, спрямованих, передусім, на визначення змін у ландшафтних комплексах за певний період часу.

ORCID iD

Liubov Tymuliak  <https://orcid.org/0009-0004-5844-7697>

Список посилань

- Adamo, M., Tomaselli, V., Tarantino, C., Vicario, S., Veronico, G., Lucas, R., & Blonda, P. (2020). Knowledge-based classification of grassland ecosystem based on multi-temporal WorldView-2 data and FAO-LCCS taxonomy. *Remote Sensing*, 12(9), 1447. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12091447>.
- Aloshkina, U. M. (2011). Poshyrennia ta kharakterystyka ridkisnykh biotopiv m. Kyieva [Distribution and characteristics of the rare habitats in Kyiv City]. *Ukr. botan. zhurn.*, 68, № 1, 76–90. [Альошкіна, У. М. (2011). Поширення та характеристика рідкісних біотопів м. Києва. *Український ботанічний журнал*. 68, № 1, 76–90.].
- Arsanjani, J. J., See, L., & Tayyebi, A. (2016). Assessing the suitability of GlobeLand30 for mapping land cover in Germany. *International Journal of Digital Earth*, 9(9), 873–891. DOI: <https://doi.org/10.1080/17538947.2016.1151956>.
- Arsanjani, J. J., Tayyebi, A., & Vaz, E. (2016). GlobeLand30 as an alternative fine-scale global land cover map: Challenges, possibilities, and implications for developing countries. *Habitat International*, 55, 25–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.02.003>.
- Babii L., & Hrytskiv N. (2007). Kosmichni metody DZZ u vyrisnenni zadach lisovoho hospodarstva. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia*, 68, 200–204. [Бабій Л., & Грицьків Н. (2007). Космічні методи ДЗЗ у вирішенні задач лісового господарства. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*, 68, 200–204.].
- Ballin, M. A. R. C. O., Barcaroli, G. I. U. L. I. O., & Masselli, M. A. U. R. O. (2022). New LUCAS 2022 sample and subsamples design: Criticalities and solutions. *Eurostat: statistical working papers*. Doi: 10.2785/957524.
- Ballin, M. A. R. C. O., Barcaroli, G. I. U. L. I. O., Masselli, M. A. U. R. O., & Scarnò, M. A. R. C. O. (2018). Redesign sample for land use/cover area frame survey (LUCAS) 2018. *Eurostat: statistical working papers*. Doi: 10.132365.
- Bilous L. (2018). Strategic environmental assessment for the needs of environmental governance. *Visnyk Kyivskogo nac. univ. imeni Tarasa Shevchenka, Geografija*, 4 (73), 5–9. [Білоус Л. (2018) Стратегічна екологічна оцінка для потреб управління довкіллям. *Вісник Київського нац. унів. імені Тараса Шевченка. Географія*, 4 (73), 5–9.]. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2019.73.1>.
- Bondarenko, E., & Smirnov, Ya. (2014). Metodichni osoblyvosti deshyfruvannia danykh dystantsiinoho zonduvannia zemli dlia heoinformatsiinoho kartohrafuvannia zemelnykh resursiv Chernivetskoï oblasti. *Visnyk Kyivskoho nats. univ. imeni Tarasa Shevchenka. Neohrafiia*, (1), 53–59. [Бондаренко, Е., Смірнов, Я. (2014). Методичні особливості дешифрування даних дистанційного зондування землі для геоінформаційного картографування земельних ресурсів Чернівецької області. *Вісник Київського нац. унів. імені Тараса Шевченка. Географія*, (1), 53–59.].
- Bondarenko, E., & Smirnov, Ya. (2015). Alhorytm heoinformatsiinoho kartohrafuvannia zemelnykh resursiv Chernivetskoï oblasti na osnovi infrastruktur prostorovykh danykh. *Visnyk Kyivskoho nats. univ. imeni Tarasa Shevchenka. Neohrafiia*, (1), 59–64. [Бондаренко, Е., & Смірнов, Я. (2015). Алгоритм геоінформаційного картографування земельних ресурсів Чернівецької області на основі інфраструктур просторових

- даних. *Вісник Київського нац. унів. імені Тараса Шевченка. Географія*, (1), 59–64.].
- Borsukovich, L. M., Didukh, Ya. P., Kuzemko, A. A., Moisiienko, I. I., Onyshchenko, V. A., Sadohurska, S. S., ... & Sharoval, V. V. (2018). *Natsionalnyi kataloh biotopiv Ukrainy*. [Борсукевич, Л. М., Дідух, Я. П., Куземко, А. А., Мойсієнко, І. І., Онищенко, В. А., Садогурська, С. С., ... & Шаповал, В. В. (2018). *Національний каталог біотопів України*.].
- Bossard, M., Feranec, J., & Othahel, J. (2000). *CORINE land cover technical guide: Addendum 2000* (Vol. 40). Copenhagen: European Environment Agency.
- Brodskij, L., Bushuev, E. I., Voloshin, V. I., Kozlova, A. A., Parshina, O. I., Popov, M. A., ... & Tarariko, A. G. (2009). Proekt INTAS po razrabotke avtomatizirovannoj tehnologii klassifikacii zemny'x pokry'tij: nauchny'e zadachi, osnovny'e rezul'taty i perspektivy. *Kosmichna nauka i tekhnologija*, 15(2), 36–48. [Бродский, Л., Бушуев, Е. И., Волошин, В. И., Козлова, А. А., Паршина, О. И., Попов, М. А., ... & Тарарико, А. Г. (2009). Проект INTAS по разработке автоматизированной технологии классификации земных покрытий: научные задачи, основные результаты и перспективы. *Космична наука і технологія*, 15(2), 36–48.].
- Brovelli, M. A., Molinari, M. E., Hussein, E., Chen, J., & Li, R. (2015). The first comprehensive accuracy assessment of GlobeLand30 at a national level: Methodology and results. *Remote Sensing*, 7(4), 4191–4212. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs70404191>.
- Davies, C. E., Moss, D., & Hill, M. O. (2004). EUNIS habitat classification revised 2004. Report to: *European environment agency-European topic centre on nature protection and biodiversity*, 127–143.
- Didukh, Ya.P. (2018). Biotop yak sistema: struktura, dynamika, ekosystemni posluhy. *Ukr. bot. zhurn.*, 75 (5), 405–420. [Дідух, Я. П. (2018). Біотоп як система: структура, динаміка, екосистемні послуги. *Український ботанічний журнал*, 75 (5), 405–420.].
- Didukh, Ya. (2019). Zemlia: yakshcho prodavaty, to y zberihaty. *Dzerkalo tyzhnia*. Vypusk 34, 14–20 veresnia 2019. [Дідух, Я. (2019). Земля: якщо продавати, то й зберігати. *Дзеркало тижня*. Випуск 34, 14–20 вересня 2019 р.].
- Di Gregorio, A. (2005). *Land cover classification system: classification concepts and user manual*: LCCS (Vol. 2). Food & Agriculture Org.
- Felicísimo, A. M., & Sánchez Gago, L. M. (2002, April). Thematic and spatial accuracy: a comparison of the Corine Land Cover with the Forestry Map of Spain. In *5th AGILE Conference on Geographic Information Science* (Vol. 109, p. 118). Spain: Palma, Balearic Islands.
- GlobeLand 30. Product introduction*. (2019). URL : http://www.globallandcover.com/Page/EN_sysFrame/dataIntroduce.html?columnID=81&head=product¶=product&type=data.
- Golubtsov, O. H., Chekhniy, V. M., & Farion, Yu. M. (2018). Geoinformation mapping and analysis of modern landscapes for the purpose of the nature conservation (by the example of the steppe zone of Ukraine). *Ukr. geogr. z.*, 2, 61–71. [Голубцов, О. Г., Чехній, В. М., & Фаріон, Ю. М. (2018). Геоінформаційне картографування та аналіз сучасних ландшафтів для цілей заповідання (на прикладі степової зони України). *Укр. геогр. журн.*, 2 (102), 61–71.]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2018.02.061>.
- Kolotii, A.V. (2017). Analiz zmin zemnoho pokryvu v Ukraini yak indikator dehradatsii zemel. *Induktivne modelivannia skladnykh sistem*, 9, 108–114. [Колодій, А.В. (2017). Аналіз змін земного покриву в Україні як індикатор деградації земель. *Індуктивне моделювання складних систем*, 9, 108–114.].
- Kozak, O.M., & Didukh, Ya.P. (2015). Klasyfikatsiia ta sozologichna otsinka biotopiv basainu r. Latorytsia (Zakarpatska obl.). *Naukovi zapysky NaUKMA. Biologhiia ta ekolohiia*. T. 171, 38–45. [Козак, О., & Дідух, Я. (2015). Класифікація та созологічна оцінка біотопів басейну р. Латориця (Закарпатська обл.). *Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія*. Т. 171, 38–45.].
- Kozak, O. M. (2015). *Pryrodni biotopy basainu r. Latorytsia: klasyfikatsiia, porivnialnyi analiz ta otsinka zmin* (Dys. kand. biol. n.). [Козак, О. (2015). *Природні біотопи басейну р. Латориця: класифікація, порівняльний аналіз та оцінка змін* (Дис. канд. біолог. н.).].
- Kuchma, T., Syrotenko, O., Tarariko, O., Iienko, T., Mykytenko, M., Mudryk, S., Minkevych, N., & Florova, O. (2012). *Metodychni rekomendatsii z ahroekolohichnoi otsinky struktury ahrolandshaftiv i system zemlekorystuvannia za danymy dystantsiinoho zonduvannia Zemli vysokoho prostorovoho rozriznennia*. [Кучма, Т., Сиротенко, О., Тараріко, О., Ільєнко, Т., Микитенко, М., Мудрик, С., Мінкевич, Н., & Фролова, О. (2012). *Методичні рекомендації з агроекологічної оцінки структури агроландшафтів і систем землекористування за даними дистанційного зондування Землі високого просторового розрізнення*.]. DOI: 10.5281/zenodo.1401212.
- Kupriianchuk, I. P., & Butenko, Ye. V. (2013). *Fotogrammetriia ta dystantsiine zonduvannia*. [Купріяничук, І. П., & Бутенко, Є. В. (2013). *Фотограмметрія та дистанційне зондування*.].
- Kussul, N. M., Shelestov, A. Iu., Skakun, S. V., Basarab, R. M., Yailymov, B. Ia., Lavreniuk, M. S., Kolotii, A. V., & Yashchuk, D. Iu. (2015). Retrospektyvna rehionalna karta zemnoho pokryvu dlia Ukrainy: metodolohiia pobudovy ta analiz rezultativ. *Kosmichna nauka i tekhnologija*. T. 21, 3, 31–39. [Куссуль, Н. М., Шелестов, А. Ю., Скакун, С. В., Басараб, Р. М., Яйлимов, Б. Я., Лавренюк, М. С., Колодій, А. В., & Яшук, Д. Ю. (2015). Ретроспективна регіональна карта земного покриву для України: методологія побудови та аналіз результатів. *Космична наука і технологія*. Т. 21, 3, 31–39.].
- Latham, J. S., He, C., Alinovi, L., DiGregorio, A., & Kalensky, Z. (2002). FAO methodologies for land cover classification and mapping. *Linking people, place, and policy: a GIScience approach*, 283–316. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0985-1_13.
- LUCAS - Land use and land cover survey (2021)*. URL : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey#Defining_land_use.2C_land_cover_and_landscape.
- Methodology LAND COVER/USE STATISTICS (LUCAS) (2018)*. URL : <https://ec.europa.eu/eurostat/web/lucas/methodology>
- Moss, D. (2008). EUNIS habitat classification – a guide for users. *European Topic Centre on Biological Diversity*.
- Onyshchenko, V. A. (2016). *Habitats of Ukraine according to the EUNIS classification*. Phytosociocentre. [Онищенко, В. А. (2016). *Оселища України за класифікацією EUNIS*. Фітосоціоцентр].
- Pashchenko, V. M., Chekhniy, V. M., Hrodzynskyi, M. D. ta in. (2007). *Pryntsypy, kryterii ta metody otsiniuvannia landshaftiv dlia optymizatsii pryrodokorystuvannia v Ukraini* (Zvit pro naukovo-doslidnu robotu). Instytut heohrafi NAN Ukrainy. [Пащенко, В. М., Чехній, В. М., Гродзинський, М. Д. та ін. (2007). *Принципи, критерії та методи оцінювання ландшафтів для оптимізації природокористування в Україні*.].

- (Звіт про науково-дослідну роботу). Інститут географії НАН України.].
- Ponomarenko, S. V. (2018). *Dynamika urozhainosti silskohospodarskykh kultur ta ahroekologichne zonuuvannya terytorii Poltavskoi oblasti*. (Candidate of Sciences' thesis). Zhytomyr. [Пономаренко, С. В. (2018). *Динаміка урожайності сільськогосподарських культур та агроекологічне зонування території Полтавської області*. (Автореф. дис. канд. сільськогосп. н.). Житомир.].
- Putrenko, V. V. (2016a). Klasteryzatsiia heoprosorovykh danykh zemnoho pokryvu Ukrainy. *Chasopys kartohrafiy*, (14), 169-178. [Путренко, В. В. (2016а). Кластеризация геопросторових даних земного покриття України. *Часопис картографії*, (14), 169-178.].
- Putrenko, V. V. (2016b). Data mining of the land cover in Ukraine on the basis of Globeland 30 data. *Astronomical School's Report*, 12(1), 77-85. [Путренко, В. В. (2016b). Інтелектуальний аналіз земного покриття території України на основі даних Globeland 30. *Вісник Астрономічної школи*, (12, № 1), 77-85.].
- Putrenko, V. & Pashynska, N. (2017). Data mining of land cover in Ukraine based on Globeland 30 data. *Management of Development of Complex Systems*, 31, 117-125. [Путренко, В. В., & Пашинська, Н. М. (2017). Інтелектуальний аналіз земного покриття території України на основі даних Globeland 30. *Управління розвитком складних систем*, 31, 117-125.].
- Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., & Dychenko, O. Yu. (2019). Landshaftno-ekologichne riznomanittia terytorii Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (1), 127-133. [Писаренко, П. В., Самойлік, М. С., & Диченко, О. Ю. (2019). Ландшафтно-екологічне різноманіття території Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, (1), 127-133.].
- Rudenko, L. H., Golubtsov, O. G., Chekhnii, V. M., Tymuliak, L. M., & Farion, Yu. M. (2019). Landuse changes in the forest-steppe zone of Ukraine during 1991-2018: methodology of research and main trends. *Ukr. geogr. z.*, 1, 24-32. [Руденко, Л. Г., Голубцов, О. Г., Чехній, В. М., Тимуляк, Л. М., & Фаріон, Ю. М. Зміни у використанні земель лісостепової зони України протягом 1991-2018 років: методика, основні тенденції. *Укр. геогр. журн.*, 1, 24-32.]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2019.01.024>.
- Samoilenko, V. M., Dibrova, I. O., & Plaskalnyi, V. V. (2018). *Anthropization of landscapes*. Nika-Tsentr. [Самойленко, В. М., Діброва, І. О., & Пласкальний, В. В. *Антропоїзація ландшафтів*. Ніка-Центр.].
- Sergieieva, K. (2019, April). *Free Satellite Imagery Sources: Zoom In Our Planet*. URL : <https://eos.com/blog/free-satellite-imagery-sources/>.
- Shelkovska, I. M. (2015). Shliakhy vykorystannia zemelnykh resursiv pryberezhnykh terytorii Kremenchutskoho vodoshkovyshcha. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*. Vypusk 2, 170-175. [Шелковська, І. М. (2015). Шляхи використання земельних ресурсів прибережних територій Кременчуцького водосховища. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 2, 170-175.].
- Shishchenko, P. G. (1988). *Prikladnaya fizicheskaya geografiya. Vyshcha shk.* [Шищенко, П. Г. (1988). *Прикладная физическая география*. Выща шк.].
- Smirnov, Ya. V. (2012). Analitichnyi ohliad yevropeiskykh system klasyfikatsii zemelnykh resursiv. *Neohrafiia ta turyzm*, 22, 290-299. [Смірнов, Я. В. Аналітичний огляд європейських систем класифікації земельних ресурсів. *Геогр. та туризм*, 22, 290-299.].
- Sorokina, L. Yu. & Petrov, M. F. (2020). Chages in the structure of the land cover and fire safety of the Chernobyl exclusion zone landscapes: assessment methods using satellites. *Ukr. geogr. z.*, 2, 45-56. [Сорокіна, Л. Ю. & Петров, М. Ф. (2020). Зміни структури земного покриття та пожежонебезпеки ландшафтів Чорнобильської зони відчуження: методи оцінювання з використанням супутникових знімків. *Укр. геогр. журнал*, 2, 45-56.]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2020.02.045>.
- Striamets, O. S., Bun, R. A., Striamets, S. P., & Danyliv, R. I. (2015). Neoprosorovy analiz pohlynan ta emisii parnykovykh haziv lisamy Polskykh Karpat. *Visnyk Nats. univ. "Lviv. politekhnika"*. *Inform. systemy ta merezhi*. № 814, 476-482. [Стрянець, О. С., Бунь, Р. А., Стрянець, С. П., & Данилів, Р. І. (2015). Геопросторовий аналіз поглинань та емісій парникових газів лісами Польських Карпат. *Вісник Нац. унів. "Львів. політехніка"*. *Інформ. системи та мережі*. № 814, 476-482.].
- Sun, B., Chen, X., & Zhou, Q. (2016). Uncertainty assessment of GlobeLand30 land cover data set over central Asia. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41, 1313.
- Yailymov, B. Ia. (2016). *Avtomatyzovana informatsiina tekhnolohiia kartohrafivannia zemnoho pokryvu na osnovi metodiv ta modelei zlyttia suputnykovykh danykh*. (Dys. kand. tekhnichnykh nauk). [Яйлимов, Б. Я. (2016). *Автоматизована інформаційна технологія картографування земного покриття на основі методів та моделей злиття супутникових даних*. (Дис. канд. технічних наук).].
- Zielyk, Y., Kussul, N., Shelestov, A., & Yailymov, B. (2017). Analytical review of European projects LUCAS and CORINE for monitoring and validation of land cover and landuse on the basis of satellite and ground observations and experience of land cover mapping in Ukraine. *Ukr. journal of remote sensing*, (12), 10-36. [Зелик, Я. І., Куцуль, Н. М., Шелестов, А. Ю., & Яйлимов, Б. Я. (2017). Аналітичний огляд європейських проектів LUCAS і CORINE для моніторингу та валідації земного покриття і землекористування на основі супутникових та наземних спостережень та досвід картографування земного покриття в Україні. *Укр. журн. дистанц. зондув. Землі*, (12), 10-36.].