

DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-2\(40\)-454-462](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-2(40)-454-462)

УДК 528:004

**Олексій Олександрович Воронков¹, Катерина Олександрівна Долінська²,
Андрій Анатолійович Євдокімов³**

¹кандидат економічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Харків, Україна)

E-mail: Voronkov.Oleksii@kname.edu.ua, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6905-0098>

²студентка 1 курсу магістратури кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Харків, Україна)

E-mail: Kateryna.Dolinska@kname.edu.ua, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0000-9836-7836>

³кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Харків, Україна)

E-mail: Andriy.Evdokimov@kname.edu.ua, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7538-8922>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРИВУ ЗА СУПУТНИКОВИМИ ДАНИМИ

У роботі проведено аналіз земельного покриття басейну річки Десна на основі супутникових даних Sentinel-1 та Sentinel-2 із використанням відкритого продукту ESA WorldCover станом на 2020 та 2021 роки. Дослідження показало, що домінуючими типами землекористування є орні землі, ліси та природні луки. Отримані результати свідчать про стабільність структури земельного покриття в короткотривалій перспективі та демонструють ефективність супутникового моніторингу для просторового аналізу та екологічного оцінювання стану водозбірних територій.

Стаття є публікацією науково-методичного характеру.

Ключові слова: моделювання; земельний покрив; землекористування; дистанційне зондування; супутникові знімки.

Рис.: 1. Табл.: 1. Бібл.: 17.

Актуальність теми дослідження. У сучасних умовах стрімкого зростання антропогенного навантаження на природні ресурси та загострення проблем, пов'язаних із кліматичними змінами, особливої ваги набуває завдання ефективного моніторингу стану земель. Земельний покрив як складова природного середовища безпосередньо впливає на стабільність екосистем, забезпечення продовольчої безпеки, регуляцію гідрологічного циклу та кліматичних процесів. Його просторово-часовий аналіз дозволяє виявляти зміни, викликані як природними чинниками, так і діяльністю людини.

Застосування супутникових знімків Sentinel-1 та Sentinel-2 у поєднанні з відкритими даними ESA WorldCover забезпечує високоточну, регулярну та доступну інформацію про структуру земного покриття на великих територіях. Особливо актуальним є дослідження таких територій, як басейн річки Десна, де природні й антропогенні фактори взаємодіють на міжрівневому екологічному та соціально-економічному рівнях. Отримання достовірної інформації про стан земель дозволяє ухвалювати науково обґрунтовані рішення у сфері просторового планування, охорони довкілля та адаптації до змін клімату.

Таким чином, проведення досліджень земельного покриття із використанням сучасних ГІС-технологій та даних дистанційного зондування Землі є дуже актуальним для сталого управління територіями, збереження біорізноманіття та забезпечення екологічної рівноваги.

Постановка проблеми. Економічне зростання та збільшення чисельності населення призвели до істотних змін у рослинному покритті Землі за останні двісті років, і наявні тенденції свідчать про ймовірне прискорення цих процесів у майбутньому. Ці трансформації відбуваються на тлі довготривалих змін, пов'язаних із коливаннями клімату. Зміна земного покриття може суттєво впливати на здатність планети забезпечувати людську діяльність через надання екосистемних послуг, а також тому, що економічна активність, яка виникає як наслідок таких змін, створює зворотні зв'язки, що впливають на клімат та інші глобальні процеси. У зв'язку з цим виникає потреба в регулярному проведенні систематичного оцінювання земного покриття з достатньою частотою для фіксації як довгострокових змін, так і міжрічної варіативності, а також на такому рівні просторової деталізації, який дозволяє ідентифікувати антропогенні впливи.

Земельний покрив, що охоплює сукупність біотичних і абіотичних компонентів земної поверхні, є ключовою характеристикою земної системи. Його моніторинг має надзвичайну актуальність з кількох причин. По-перше, земельний покрив активно взаємодіє з атмосферою, впливаючи на гідрологічний цикл і енергетичний баланс, що є критично важливим для прогнозування погоди та змін клімату. Більшість кліматичних моделей включають параметризацію земної поверхні, яка базується на цифрових даних про рослинність і дозволяє оцінювати альбедо, шорсткість поверхні, сумарне випаровування та процеси дихання. По-друге, земельний покрив відіграє центральну роль у глобальному вуглецевому циклі, одночасно виступаючи джерелом і поглиначем вуглецю. Процеси збездіснення, повторного заліснення та відновлення лісів мають значний вплив на викиди CO₂ та його абсорбцію, що напряму пов'язано з інтенсивністю парникового ефекту. По-третє, стан земельного покриву відображає наявність життєво важливих ресурсів – їжі, палива, деревини, волокон і місць проживання – та є індикатором рівня надання інших екосистемних послуг, таких як збереження біорізноманіття. Таким чином, систематичне спостереження за земельним покривом є вкрай необхідним для вирішення широкого кола завдань як національного, так і глобального масштабу від управління водозбірними басейнами до забезпечення сільськогосподарської продуктивності. Необхідність такого моніторингу обумовлена складною взаємодією між кліматичними умовами, станом екосистем і соціальними потребами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні опубліковано досить багато результатів наукових робіт за темою дослідження змін земельного покриву за даними супутникових спостережень. Робота [1] присвячена дослідженню змін земельного покриву на території Київської області. Дослідження виконано за методиками конвенції ООН по боротьбі з опустелюванням. У роботі автори використовують національні карти земельного покриву високої роздільної здатності. Як індикатор досягнення нейтрального рівня деградації земель використано тенденції змін земельного покриву.

У дослідженні [2] наведено результати аналізу земельного покриву території України для потреб державного управління та адміністрування. Автори відзначають, що одним із показників наближення до сталого розвитку територій може бути такий показник, як співвідношення між типами землекористування.

У дослідженні [3] за допомогою ГС-технологій здійснюється аналіз стану землекористування та його змін у Житомирській області, а також розглядається вплив російської агресії проти України на ці процеси.

У статті [4] демонструється цей аналіз ґрунтового покриву з використанням хмарних сервісів і даних дистанційного зондування. Співвідносячи ґрунтовий покрив з топографічними змінними, дослідження висвітлює динаміку розподілу ґрунтового покриву та інформує про політичні рішення, демонструючи переваги масштабованих хмарних обчислень для всебічного просторового аналізу.

Автори роботи [5] представили результати аналізу ґрунтового покриву з використанням даних Landsat 8 і Landsat 9. У роботі проаналізовано п'ять класів: рослинність, забудова, чагарники, водні об'єкти та сільське господарство. Алгоритм максимальної правдоподібності класифікував зображення, досягнувши загальної точності 86 % для 2014 року і 90 % для 2023 року.

Колектив авторів [6] представили результати аналізу земного покриву із застосуванням методів неконтрольованої і контрольованої класифікації. В результаті виділено дев'ять категорій землекористування і земного покриву, включаючи аквакультуру, сільське господарство, водно-болотні угіддя і міські території. Автори підкреслюють динамічний взаємозв'язок між змінами в землекористуванні та місцевими екосистемними послугами.

У дослідженні [7] проаналізовано зміни ґрунтового покриття в суббасейні Тойлі, за десять років із використанням знімків Landsat 8 за 2013 і 2022 роки. За результатами виділено дев'ять класів земного покриття. При виконанні дослідження авторами використано контрольований аналіз зображень, що дозволило досягти рівня точності 88,54 %, і підкреслюється важливість розуміння змін земного покриття для екологічного менеджменту і планування.

У роботі [8] показано, що аналіз ґрунтового покриття передбачає вивчення змін у рослинному і нерослинному покритті за допомогою знімків дистанційного зондування. Автори доводять, що аналіз має вирішальне значення для гуманітарної протимінної діяльності, оскільки він допомагає визначити пріоритети очищення територій, оцінюючи масштаб проблеми і необхідні ресурси. Дослідження, представлене в цій статті, використовує матрицю змін і якісні та кількісні характеристики, щоб рекомендувати пріоритети очищення небезпечних територій, підвищуючи ефективність процесу нетехнічного обстеження.

У дослідженні [9] використовувалися методи дистанційного зондування та ГІС для аналізу змін рослинного покриття. При виконанні дослідження було опрацьовано супутникові знімки 1985, 1995, 2010 і 2022 років. Отримані дані свідчать про значну деградацію земель, пов'язану з розробкою кар'єрів.

Аналіз земельного покриття в публікації [10] включає оцінку змін у землекористуванні та земельному покритті, за допомогою супутникових знімків Landsat 5 і Landsat 8 за період з 2000 по 2020 рік. Дослідники аналізують чотири класи земельного покриття: площа рослинності, площа землі, водні об'єкти та пасовища.

У статті [11] представлено підхід до аналізу виявлення змін з використанням методів машинного навчання на класифікаційних картах, отриманих на основі багатоспектральних композитних зображень з фальшивим кольором. Дослідники визначають, що такий підхід дозволяє досягти високої точності класифікації на рівні 98,48 % за допомогою машини опорних векторів (SVM), застосованої до зображень ближнього інфрачервоного діапазону (NIR), отриманих із супутника Sentinel 2.

У дослідженні [12] для аналізу ґрунтового покриття було використано дистанційне зондування землі та географічну інформаційну систему. Аналіз полягав у створенні тематичних карт, які класифікували територію на забудовані землі, сільськогосподарські угіддя, водні об'єкти, ліси та пустирі. Автори підкреслюють важливість інтеграції інформації про ґрунтовий покрив з іншими природними ресурсами для ефективного планування землекористування як на макро-, так і на мікрорівні.

Автори роботи [13] відзначають, що аналіз земного покриття передбачає визначення та картографування фізичних характеристик землі, таких як рослинність, водні об'єкти та міські території, за допомогою наборів даних дистанційного зондування. Цей процес, відомий як картографування земного покриття, має важливе значення для розуміння динаміки землекористування та земного покриття. У дослідженні підкреслюється, що методи векторного аналізу змін забезпечують вищу точність виявлення змін порівняно з традиційними методами, заснованими на алгебрі, що робить їх цінними для ефективної класифікації земельного покриття в сільському господарстві.

У статті [14] обговорюється застосування глибинного навчання, зокрема згорткових нейронних мереж (CNN), для картографування земного покриття з використанням супутникових знімків високої роздільної здатності. Було застосовано три моделі семантичної сегментації - PSPNet, UNet та FPN, які досягли показників перетину над об'єднанням (Intersection over Union, IoU) 91, 78 та 64 % відповідно на наборі даних DeepGlobe.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Попри значну кількість досліджень, присвячених аналізу змін земельного покриття на основі даних дистанційного зондування Землі, низка важливих аспектів залишається недостатньо вивченою. Зокрема, більшість досліджень зосереджуються на аналізі глобальних або національних тенденцій, тоді

як регіональні особливості трансформацій ландшафтів, зумовлені локальними природно-кліматичними та соціально-економічними умовами, потребують подальшої деталізації.

У межах басейну річки Десна, який характеризується складною структурою землекористування та транскордонним розташуванням, досі обмежена кількість досліджень була присвячена інтегрованому аналізу земельного покриття із застосуванням комбінації оптичних (Sentinel-2) та радарних (Sentinel-1) супутникових даних. Недостатньо вивчено також потенціал використання відкритого продукту ESA WorldCover для оцінювання міжрічної стабільності земельного покриття на локальному рівні з високою просторовою деталізацією.

Крім того, недостатньо опрацьованим залишається питання інтеграції отриманих результатів із системами управління земельними ресурсами для формування практичних рекомендацій щодо просторового планування та збереження екосистем. Також актуальним є дослідження впливу антропогенних змін у структурі земного покриття на екологічну рівновагу водозбірних басейнів.

Таким чином, потребують подальшого вивчення:

- локальні просторово-часові зміни земельного покриття;
- ефективність поєднання мультисенсорних супутникових даних у регіональному масштабі;
- можливості адаптації результатів супутникового моніторингу для управлінських рішень у сфері сталого розвитку.

Мета дослідження (статті). Метою даної роботи є розробка та застосування геоінформаційного моделювання земельного покриття для виявлення просторово-часових змін у межах басейну річки Десна, а також для оцінки впливу природних і антропогенних чинників на структуру ландшафтів з подальшим формуванням науково обґрунтованих рекомендацій щодо сталого управління земельними ресурсами та збереження екологічної рівноваги в регіоні.

Виклад основного матеріалу. В умовах, що постійно змінюються, потреба в точній, своєчасній і високороздільній інформації про землекористування/грунтово-рослинний покрив і його зміни значно зросла. Однак досі регіональні або континентальні карти ґрунтово-рослинного покриття або використовували зображення низької роздільної здатності (>100 м) як вхідні дані, або ґрунтувалися винятково на даних оптичного спостереження Землі з високою роздільною здатністю, таких як Sentinel-2 або Landsat. Використання даних SAR, таких як Sentinel-1, для створення карт ґрунтово-рослинного покриття великих площ все ще перебуває в зародковому стані. Для поліпшення ситуації, за результатами конференції WorldCover 2017 року (<http://worldcover2017.esa.int>), в якій взяли участь понад 400 учасників, Європейське космічне агентство (ЄКА) ініціювало проєкт WorldCover. Ключовим результатом цього проєкту став випуск у жовтні 2021 р. у вільному доступі глобального продукту про ґрунтово-рослинний покрив із роздільною здатністю 10 м на 2020 р., який ґрунтується на даних Sentinel-1 і Sentinel-2, містить 11 класів ґрунтово-рослинного покриття і пройшов незалежну валідацію із загальною глобальною точністю 74,4 %.

Дані ESA WorldCover щодо глобального покриття ґрунтово-рослинного покриття ґрунту ґрунтуються на досвіді GlobCover і CCI Land Cover, розробленому Європейським космічним агентством. (Arino et al. 2008; ESA 2017). Алгоритм, який використовується для створення даних ESA WorldCover, заснований на алгоритмі створення динамічної щорічної карти земельного покриття Глобальної наземної служби програми "Коперник" (CGLS-LC) з роздільною здатністю 100 м (Buchhorn et al., 2020a). Робочий процес CGLS-LC використовує 100-метрові 5-денні дані Proba-V як вхідні дані, які були повторно оброблені в сітку Sentinel-2 UTM разом із даними навчання, отриманими з роздільною зда-

тністю 10 м. Однак для створення даних WorldCover замість даних Proba-V використовуються дані мультиспектральних зображень Sentinel-2 і дані радіолокатора із синтезованою апертурою (SAR) С-діапазону Sentinel-1 [15].

Дискретна класифікаційна карта містить 11 класів і визначена з використанням Системи класифікації ґрунтово-рослинного покриву (LCCS), розробленої об'єднанням національних (UN) продовольчих і сільськогосподарських організацій (FAO). Систему UN-LCCS було спроектовано як ієрархічну класифікацію, що дає змогу адаптувати тематичну деталізацію легенди до обсягу наявної інформації (табл. 1).

Таблиця 1 – Класи ґрунтово-рослинного покриву

Код карти	Клас ґрунтово-рослинного покриву	Кольоровий код (RGB)
10	Лісові масиви	0,100,0
20	Чагарники	255, 187, 34
30	Луки, сінокоси, пасовища	255, 255, 76
40	Оброблювані землі	240, 150, 255
50	Земля під забудовою	250, 0, 0
60	Рідкісна рослинність	180, 180, 180
70	Сніг та лід	240, 240, 240
80	Постійні водойми	0, 100, 200
90	Трав'янисті водно-болотні угіддя	0, 150, 160
95	Мангрові ліси	0, 207, 117
100	Мох та лишайник	250, 230, 160

Джерело: розроблено авторами.

Дані по басейн річки Десна було отримано на інтернет-ресурсі про Основні Річні Басейни Світу із Всесвітнього банку, що забезпечує кордони всіх основних річних басейнів світу у форматі шейп-файлу [16]. Отриманий полігональний шар використовувався як просторовий фільтр для вилучення об'єктів, розташованих за межами визначеної території.

Оскільки річка Десна розташована на території кількох країн, тому для отримання її басейну саме не території України, виконано додаткова геообробка.

У результаті його площа становила 33 316 км², що майже відповідає офіційним даним (33 820 км²).

Дані про глобальний земельний покрив отримано з джерела [17].

Шляхом вибору відповідної частини карти, підготовано дані у форматі GeoTif. Враховуючи географічні координати басейну річки Десна в межах України, до проєкту було інтегровано растрові шари, дані яких зберігаються у спеціалізованих файлах:

- ESA_WorldCover_10m_2020_v100_N48E030
- ESA_WorldCover_10m_2020_v100_N48E033
- ESA_WorldCover_10m_2020_v100_N51E030
- ESA_WorldCover_10m_2020_v100_N51E033

Ці шари було обрано відповідно до координат розташування басейну річки Десна саме на території України.

Шляхом об'єднання вихідних шарів у єдину віртуальну мозаїку з подальшим кропуванням за допомогою векторної маски (межі басейну річки Десна) було сформовано фінальний растровий шар земельного покриву цього водозбору (рис. 1).

У процесі проведення дослідження, було оброблено дані за 2020 та 2021 роки. Таким чином визначено, що на території басейну річки Десна в межах України переважають оброблювані землі, які займають близько 45 % території. На другому місці за площею знаходяться лісові масиви (приблизно 34%), а на третьому – луки, сінокоси та пасовища (майже 19 %). Решта типів земельного покриву представлені у незначних обсягах.

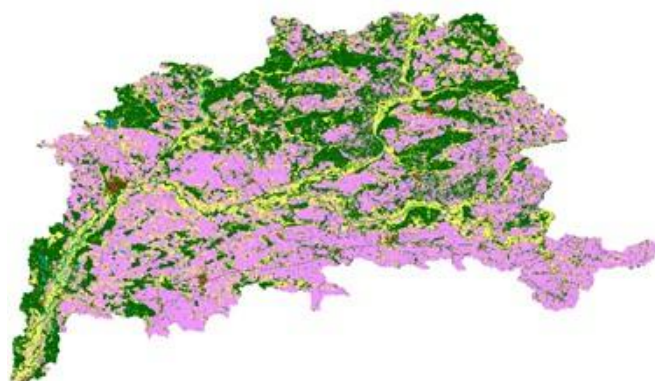


Рис. 1. Растровий шар земельного покрову басейну річки Десна

Джерело: розроблено авторами.

Згідно з припущенням при виконанні цього дослідження, на розглянутому короткому часовому інтервалі істотні зміни в структурі земельного покрову цієї території не спостерігаються.

Висновки. У результаті проведеного дослідження підтверджено високу ефективність використання супутникових даних, зокрема продукту ESA WorldCover, для аналізу земельного покрову на прикладі басейну річки Десна. Застосування даних Sentinel-1 та Sentinel-2 дозволило отримати класифікаційну карту земель з просторовою роздільною здатністю 10 м, що забезпечило точне картографування різних типів земного покрову.

Аналіз показав, що територія басейну річки Десна в межах України здебільшого представлена оброблюваними землями (близько 45 %), лісовими масивами (приблизно 34 %) та луками й пасовищами (майже 19 %). Інші типи покрову мають незначне представлення. На короткому часовому інтервалі (2020–2021 рр.) суттєвих змін у структурі землекористування не зафіксовано, що може свідчити про стабільність земного покрову в цьому регіоні у вказаний період.

Загалом, результати дослідження підкреслюють важливість інтеграції сучасних технологій дистанційного зондування Землі для моніторингу земельного покрову. Такі підходи є ключовими для забезпечення ефективного природокористування, просторового планування та прийняття рішень у сфері охорони навколишнього середовища, управління земельними ресурсами та адаптації до кліматичних змін.

Список використаних джерел

1. Колотій, А. В. (2017). Аналіз змін земного покрову в Україні як індикатор деградації земель. *Індуктивне моделювання складних систем* : зб. наук. пр. МННЦ ІТС НАН та МОН України, 9, 108–114.
2. Путренко, В., & Гапон, С. (2021). Інтелектуальний аналіз землекористування в розрізі територіальних громад України. У *Екологія. Людина. Суспільство* (с. 318–320). КПІ ім. Ігоря Сікорського. <https://doi.org/10.20535/EHS.2021.233529>.
3. Пивовар, П. В., Топольницький, П. П., Скидан, О. В., & Янчевський, С. Л. (2024). Аналіз змін земного покрову на основі ГІС: приклад Житомирської області, Україна. *Космічна наука і технологія*, 29(4), 024–042. <https://doi.org/10.15407/knit2023.04.024>.
4. Strobl, J., & Nazarkulova, A. (2022). Land Cover Cloud Analytics: from Global Services to Regional Insights. *International Journal of Geoinformatics*, 18(6), 1–9. <https://doi.org/10.52939/ijg.v18i6.2451>.
5. Sangita Singh, Kiranmay Sarma. Analyzing the change in land cover dynamics: A case study of Delhi, 03 April 2023, PREPRINT (Version 1). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2743780/v1>.
6. Mukhopadhyay, A., Hornby, D. D., Hutton, C. W., Lázár, A. N., Amoako Johnson, F., & Ghosh, T. (2018). Land cover and land use analysis in coastal bangladesh. In *Ecosystem services for well-being in deltas* (pp. 367–381). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71093-8_20.
7. Suni, M. A., Syukur Asa, Fahrul Himalaya Umar, & Rhamdhani Fitrah Baharuddin. (2023). Analisis perubahan tutupan lahan di sub das toili kabupaten banggai. *Nusantara Hasana Journal*, 2(10), 28–37. <https://doi.org/10.59003/nhj.v2i10.776>.

8. Ibrahim, N., Fahs, S., & AlZoubi, A. (2021). Land cover analysis using satellite imagery for humanitarian mine action and ERW survey. In S. S. Agaian, S. A. Jassim, S. P. DelMarco, & V. K. Asari (Eds.), *Multimodal image exploitation and learning 2021*. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2589792>.
9. Barchok, F. K., Mabwoga, S. O., & Kirui, S. (2024). Assessment of land cover change due to stone quarrying in narok town ward. *Journal of the Kenya National Commission for UNESCO*, 4(2). <https://doi.org/10.62049/jkncu.v4i2.109>.
10. Saket Raj, Kishan Singh Rawat. Land use and Land cover Analysis using Geographical information system (GIS) and Principal component analysis (PCA), 03 May 2024, PREPRINT (Version 1) available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3869619/v1>.
11. Patel, K., Jain, M., Patel, M. I., & Gajjar, R. (2021). A novel approach for change detection analysis of land cover from multispectral FCC optical image using machine learning. In *2021 2nd international conference on range technology (ICORT)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icort52730.2021.9582057>
12. Gope Naik, Dr. V., Ramanarasimha Rao, B., Naresh Kumar K. (2015) An Analysis on Land Use/Land Cover Using Remote Sensing and GIS—A Case Study In and Around Chigicherla Watershed Anantapur District, Andhra Pradesh, India. *International Journal of Scientific Research*, 4(11).
13. Sharma, N., & Chawla, S. (2023). Digital change detection analysis criteria and techniques used for land use and land cover classification in agriculture. In *2023 3rd international conference on advance computing and innovative technologies in engineering (ICACITE)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icacite57410.2023.10182604>.
14. Patil, V., N., Z. S., Bhosale, R., Shetty, N., & Shah, V. (2023). Land cover mapping using semantic segmentation models. In *2023 7th international conference on computing, communication, control and automation (ICCUBE)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/iccubea58933.2023.10392136>.
15. Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.-E., Xu, P., Ramoino, F., & Arino, O. (2022). ESA WorldCover 10 m 2021 v200 (Версия v200) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>.
16. *Major river basins of the world | data catalog*. (n.d.). Data Catalog. <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/major-river-basins-world>.
17. *ESA WorldCover 2020*. (n.d.). ESA WorldCover 2020. <https://worldcover2020.esa.int>.

References

1. Kolotii, A. V. (2017). Analiz zmin zemnoho pokryvu v Ukraini yak indykator dehradatsii zemel. [Analysis of land cover changes in Ukraine as an indicator of land degradation] *Induktyvne modeliuвання складних систем - Inductive modelling of complex systems*, (9), 108- 114. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/133645/11-Kolotiy.pdf?sequence=1>.
2. Putrenko, V. V., & Hapon S. V. (2021) Intelktualnyi analiz zemlekorystuvannya v rozrizi terytorialnykh hromad Ukrainy. [Intellectual analysis of land use in the context of territorial communities of Ukraine]. *U Ekologhiia. Liudyna. Suspilstvo* (s. 318–320). KPI im. Ihoria Sikorskoho - In Ecology. Man. Society (pp. 318-320). Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. <https://doi.org/10.20535/EHS.2021.233529>.
3. Pyvovar, P. V., Topolnytskyi P. P., Skydan O. V., & Yanchevskyi S. L. Analiz zmin zemnoho pokrytu na osnovi HIS: pryklad Zhytomyrskoi oblasti. [Analysis of land cover changes based on GIS: the case of Zhytomyr region, Ukraine]. *Kosmichna nauka i tekhnolohiia – Space Science and Technology*, 29(4), 024–042. <https://doi.org/10.15407/knit2023.04.024>.
4. Strobl, J., & Nazarkulova, A. (2022). Land Cover Cloud Analytics: from Global Services to Regional Insights. *International Journal of Geoinformatics*, 18(6), 1–9. <https://doi.org/10.52939/ijg.v18i6.2451>.
5. Sangita Singh, Kiranmay Sarma. Analyzing the change in land cover dynamics: A case study of Delhi, 03 April 2023, PREPRINT (Version 1). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2743780/v1>.
6. Mukhopadhyay, A., Hornby, D. D., Hutton, C. W., Lázár, A. N., Amoako Johnson, F., & Ghosh, T. (2018). Land cover and land use analysis in coastal bangladesh. In *Ecosystem services for well-being in deltas* (pp. 367–381). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71093-8_20.

7. Suni, M. A., Syukur Asa, Fahrul Himalaya Umar, & Rhamdhani Fitrah Baharuddin. (2023). Analisis perubahan tutupan lahan di sub das toili kabupaten banggai. *Nusantara Hasana Journal*, 2(10), 28–37. <https://doi.org/10.59003/nhj.v2i10.776>.
8. Ibrahim, N., Fahs, S., & AlZoubi, A. (2021). Land cover analysis using satellite imagery for humanitarian mine action and ERW survey. In S. S. Agaian, S. A. Jassim, S. P. DelMarco, & V. K. Asari (Eds.), *Multimodal image exploitation and learning 2021*. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2589792>.
9. Barchok, F. K., Mabwoga, S. O., & Kirui, S. (2024). Assessment of land cover change due to stone quarrying in narok town ward. *Journal of the Kenya National Commission for UNESCO*, 4(2). <https://doi.org/10.62049/jkncu.v4i2.109>.
10. Saket Raj, Kishan Singh Rawat. Land use and Land cover Analysis using Geographical information system (GIS) and Principal component analysis (PCA), 03 May 2024, PREPRINT (Version 1) available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3869619/v1>.
11. Patel, K., Jain, M., Patel, M. I., & Gajjar, R. (2021). A novel approach for change detection analysis of land cover from multispectral FCC optical image using machine learning. In *2021 2nd international conference on range technology (ICORT)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icort52730.2021.9582057>.
12. Gope Naik, Dr. V., Ramanarasimha Rao, B., Naresh Kumar K. (2015) An Analysis on Land Use/Land Cover Using Remote Sensing and GIS—A Case Study In and Around Chigicherla Watershed Anantapur District, Andhra Pradesh, India. *International Journal of Scientific Research*, 4(11).
13. Sharma, N., & Chawla, S. (2023). Digital change detection analysis criteria and techniques used for land use and land cover classification in agriculture. In *2023 3rd international conference on advance computing and innovative technologies in engineering (ICACITE)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icacite57410.2023.10182604>.
14. Patil, V., N., Z. S., Bhosale, R., Shetty, N., & Shah, V. (2023). Land cover mapping using semantic segmentation models. In *2023 7th international conference on computing, communication, control and automation (ICCUBE)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/iccube58933.2023.10392136>.
15. Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.-E., Xu, P., Ramoino, F., & Arino, O. (2022). ESA WorldCover 10 m 2021 v200 (Версія v200) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>.
16. *Major river basins of the world | data catalog*. (n.d.). Data Catalog. <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/major-river-basins-world>.
17. *ESA WorldCover 2020*. (n.d.). ESA WorldCover 2020. <https://worldcover2020.esa.int>.

Отримано 22.05.2025

UDC 528:004

Oleksii Voronkov¹, Kateryna Dolinska², Andrii Yevdokimov³¹PhD in Economy Sciences, Associate Professor

Associate Professor, Department of Land Administration and Geoinformation Systems

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine)

E-mail: Voronkov.Oleksii@kname.edu.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6905-0098>²Master's student, 1st year, Department of Land Administration and Geoinformation Systems, O. M. Beketov National

University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine)

E-mail: Kateryna.Dolinska@kname.edu.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0000-9836-7836>³PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of Department of Land Administration and Geoinformation Systems

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine)

E-mail: Andriy.Evdokimov@kname.edu.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7538-8922>**STUDY OF LAND COVER USING SATELLITE DATA**

This study presents the analysis of land cover in the Desna River basin using satellite data from Sentinel-1 and Sentinel-2 based on the open-access ESA WorldCover dataset for 2020–2021. The research focuses on spatial distribution and classification of land cover types within the Ukrainian part of the river Desna basin, utilizing remote sensing and GIS tools to process and interpret the data. Boundaries of the River Desna basin were defined using shapefiles provided by the World Bank, followed by geospatial processing to isolate the relevant Ukrainian territory. The processed data, formatted as GeoTIFF raster layers, were compiled into a virtual mosaic and clipped according to the Desna basin boundary to generate the comprehensive land cover map.

The results indicate that arable lands dominate the area, accounting for approximately 45% of the territory. Forests occupy about 34%, while meadows, hayfields, and pastures represent nearly 19 %. Other land cover types, such as wetlands and artificial surfaces, are present in smaller proportions. The comparative assessment of data from 2020 and 2021 revealed no significant structural changes in land cover during the observed period, supporting the hypothesis of short-term land use stability.

This study highlights the importance of high-resolution satellite data for monitoring and evaluating land use patterns and ecosystem dynamics, especially in transboundary river basins. The integration of optical (Sentinel-2) and radar (Sentinel-1) data enhances classification accuracy and allows for comprehensive environmental assessment. The use of the ESA World-Cover dataset, based on the UN-LCCS classification system, ensures consistency and comparability of results across regions and timeframes. The findings may support sustainable land management, environmental planning, and policy-making at regional and national levels.

Geoinformation modeling of the land cover is a powerful tool for identifying and forecasting changes in natural ecosystems. This study provides important scientific foundations for land resource management and the sustainable development of the Desna River basin. The use of geographic information systems and land cover models enables informed decision-making aimed at preserving biodiversity, mitigating anthropogenic impacts, and fostering a sustainable ecological balance in the region.

Keywords: modeling; land cover; land use; remote sensing; satellite images.

Fig.: 1. Table: 1. References: 17.