

УДК 911.2/3

DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2019.01.024>**Л. Г. Руденко, О. Г. Голубцов, В. М. Чехній, Л. М. Тимуляк, Ю. М. Фаріон**

Інститут географії Національної академії наук України, Київ

**ЗМІНИ У ВИКОРИСТАННІ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ
ПРОТЯГОМ 1991 – 2018 РОКІВ: МЕТОДИКА, ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ***

Мета цієї публікації – представити результати геоінформаційного аналізу відкритих геоданих щодо визначення трендів та особливостей змін у використанні земель лісостепової зони України протягом 1992 – 2018 років. Вихідні дані – мультиспектральні космічні знімки Landsat та серія геоданих про земний покрив від 1992 по 2015 рік проекту Climate Change Initiative – Land Cover (CCI-LS). Визначено три основні тренди змін у використанні земель: зменшення частки сільськогосподарських угідь на 4 %; зростання частки лісів та лісовкритої площі; зростання частки земель під забудовою. На 2015 рік з виведених із сільськогосподарського використання земель переважна частина (61 %) була забудована. Зростання площі лісів відбулося внаслідок залісення колишніх агроугідь. 36 % земель, які раніше розорювали, у 2015 р. ідентифіковані як лісові насадження. Зміна ріллі на ліс відбулася переважно на непридатних землях – із бідними піщаними ґрунтами, на крутих схилах, заплавах. Нова забудова концентрується довкола великих міст (переважно обласні центри, інші значні міста) та у зоні досяжності автошляхів міжнародного і державного значення. Період найбільших змін у використанні земель припадає на 1994 – 2004 роки. Такі тенденції властиві для адміністративних областей України, що лежать у межах лісостепової зони, зокрема Вінницької і Черкаської, які повністю розташовані у межах цієї зони, та Сумської і Полтавської, більша частина площі яких характеризується лісостеповими ландшафтами. Детальніші дослідження структури земного покриву та змін, що відбулися у використанні земель, здійснено на ключових ділянках у Вінницькій та Сумських областях включно із Вінницею і Сумами. Аналіз змін ґрунтується на власних результатах дешифрування космічних знімків Landsat 4 і 5 (1992), Landsat 8 (2018). Тенденції й особливості змін у використанні земель відповідають загальній ситуації у лісостеповій зоні України. Результати дослідження передано до Вінницької, Черкаської, Сумської і Полтавської обласних державних адміністрацій.

Ключові слова: сучасні ландшафти; геоінформаційні системи (ГІС); використання земель; земний покрив; лісостепова зона.

L. H. Rudenko, O.G. Golubtsov, V. M. Chekhniy, L. M. Tymuliak, Yu. M. Farion

Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

LANDUSE CHANGES IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE DURING 1991 – 2018: METHODOLOGY OF RESEARCH AND MAIN TRENDS

In the paper are presented the results of geoinformation analysis of open geodata on landuse changes in the forest-steppe zone of Ukraine during 1992-2018. The output data are Landsat multispectral satellite imagery and land cover geodata series from 1992 to 2015 by Climate Change Initiative – Land Cover (CCI-LS) project. Three main trends of the land use changes have been identified: reduction of the agricultural land share by 4%; increased share of forests and forest cover area; increase in the share of land under construction. By 2015, the majority of land withdrawn from agricultural use (61%) was built up. The growth of forest area has occurred as a result of afforestation of former agrofields. By 2015, 36% of the land withdrawn from agricultural use is identified as a forest. Changes in arable land to the forest occurred mainly on unfit land – with poor sandy soils, on steep slopes, floodplains. New buildings are concentrated around large cities (mainly regional centers, other significant cities) and in the reach of international and national highways. The major changes in land use occurred in 1994-2004. Such tendencies are characteristic for the administrative regions (oblasts) of Ukraine, which lie within the forest-steppe zone, in particular Vinnytska Oblast and Cherkaska Oblast, which are fully located within this zone, and Sumska Oblast and Poltavaska Oblast, most of whose area is occupied by forest-steppe landscapes. More detailed studies of the land cover structure

*Дослідження виконано у рамках науково-дослідної роботи Інституту географії НАН України «Динамічні зміни у структурі землекористування в лісостеповій зоні України (1991 - 2018)», що виконується у рамках Цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з розроблення наукових засад раціонального використання природно-ресурсного потенціалу та сталого розвитку.

© Л. Г. Руденко, О. Г. Голубцов, В. М. Чехній, Л. М. Тимуляк, Ю. М. Фаріон, 2019

and changes in land use have been carried out for test areas in Vinnytska and Sum'ska oblasts, including cities of Vinnytsya and Sumy. The analysis of the changes is based on own results of interpretation of Landsat 4 and 5 (1992) and Landsat 8 (2018) space images. The trends and peculiarities of land use changes correspond to the general ones in the forest-steppe zone of Ukraine. The results of the study have been passed to Vinnytska, Cherkaska, Sum'ska and Poltav'ska oblast state administrations.

Keywords: *modern landscapes; geographic information systems (GIS); land use; land cover; forest-steppe zone.*

Актуальність питання

Актуальність і практична спрямованість дослідження змін у використанні земель підтверджується тривалим історичним розвитком суспільства, що ґрунтується на використанні природних ресурсів. Частина ресурсів уже майже вичерпана, інша – стає дедалі важче доступною, ще частина – внаслідок антропогенного впливу вже сьогодні має змінені екологічні властивості. Наявність, якість ресурсів і можливість їх прямого використання дедалі більше впливають на умови життя людини. Ці обставини зумовлюють актуальність проведення досліджень, спрямованих на розуміння довгострокових наслідків використання ландшафтів.

Наявність достовірних вихідних даних про сучасний стан ландшафтів, особливості і тенденції їх змін залежно від суспільних умов є необхідною умовою оцідливої і збалансованої природокористування. Для обґрунтування ефективних природоохоронних заходів важливо знати, які зміни у використанні ландшафтів відбувались і чим вони були зумовлені, наскільки глибоко зміненими є сучасні ландшафти порівняно з їхнім природним станом і чому, якими є регіональні особливості використання ландшафтів. Основою вирішення цих проблем є аналіз просторово-часових змін у використанні земель.

Вихідні передумови

Можливості всеохоплюючого дослідження змін у використанні земель на великих територіях значно зросли з становленням та функціонуванням систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та розвитком методів їх опрацювання. Інформативність матеріалів ДЗЗ у просторовому, часовому та тематичному вимірах роблять їх ключовими просторовими даними для ландшафтознавчих досліджень різного практичного спрямування. Найбільший у світі відкритий (некомерційний) доступний для наукових досліджень обсяг даних про земну поверхню від 1972 р. забезпечує програма Landsat (USGS, NASA, США). В останні роки стали доступними детальніші дані ДЗЗ – Sentinel, які є результатом роботи Європейського

космічного агентства (ESA) та космічної програми ЄС Copernicus.

Дослідження змін використання земель у глобальному, регіональному та локальному вимірах спираються на визначення та інтерпретацію типів використання земель та земного покриву (Land Cover), які можуть бути визначені внаслідок опрацювання мультиспектральних космічних знімків. З метою уніфікації типів використання земель, які дешифруються з матеріалів ДЗЗ, розроблено низку класифікаційних систем, наприклад, Класифікаційна система землекористування та земного покриву (Land Use and Land Cover Classification System – LULC) Геологічної служби США (Anderson et al., 1976), CORINE (COOrdination of INformation on the Environment) Land Cover, ініційованої Європейською комісією 1985 р. (Bossard, Feranec, Otahel, 2000), класифікація біотопів (оселищ) European Nature Information System – EUNIS (Davies, Moss, Hill, 2004).

Роботи з опрацювання методів дешифрування даних ДЗЗ та аналіз отриманих результатів проводять у ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАНУ» [1, 2]. Виконано дослідження з укладання ретроспективної регіональної карти земного покриву (за шістьма класами) для України [3].

Оцінювання стану та змін ландшафтів України має тривалу історію досліджень в Інституті географії НАН України. Це, зокрема, конструктивно-географічне дослідження Київського Придніпров'я [4], розроблення методики передпланового обґрунтування довгострокових природоохоронних заходів [5], дослідження урбанізованих ландшафтів Передкарпаття (на прикладі м. Івано-Франківська) [6, 7], особливості землекористування та змін ландшафтів у транскордонному регіоні Українського і Білоруського Полісся [8]. Роботи з оцінювання стану використання земель та змін ландшафтів здійснювались у рамках проєктів із впровадження в Україні ландшафтного планування [9-11].

Мета цієї публікації – визначити зміни у використанні земель, оцінити тренди та особли-

вості змін ландшафтів лісостепової зони України, які відбулися протягом 1991 – 2018 років. Ідея дослідження полягає у тому, щоб на основі адаптованих для України загальноприйнятих систем класифікації типів земного покриву з використанням відкритих даних ДЗЗ та застосуванням геоінформаційних технологій визначити використання земель лісостепової зони України на різних часових зрізах, тренди та особливості таких змін.

Окремо аналіз змін у використанні земель здійснено для територій Вінницької і Черкаської областей, що лежать у межах лісостепової зони, та Полтавської і Сумської областей, більша частина площі яких розташована у межах цієї зони (результати передано до державних обласних адміністрацій). Детальніші дослідження структури земного покриву та змін, що відбулися у використанні земель, здійснені на ключових ділянках у Вінницькій та Сумських областях включно із обласними центрами – містами Вінниця і Суми.

Виклад основного матеріалу

Територія дослідження

Лісостепова зона України – регіон давнього, активного й всебічного освоєння природних ресурсів. Вона простягається на схід від зони широколистяних лісів до західних відрогів Середньоруської височини. Її північна межа добре простежується за суцільним поширенням північно-лісостепових ландшафтів, індикаторами яких є сірі лісові ґрунти, чорноземи опідзолені, сформовані на лесових породах. У північній частині лісостепової зони у долинах річок, давніх улоговинах стоку фіксуються мішано-лісові ландшафти [12]. У її межах знаходяться області – Вінницька, Черкаська, переважна частина Полтавської і Сумської, північні частини Одеської, Кіровоградської і Харківської, південні частини Житомирської, Київської, Чернігівської [13] областей. Лісостепова зона займає близько 28 % території України.

Вихідні дані

Основою визначення змін у використанні земель лісостепової зони стали дані про земний покрив (Land Cover). Часто поняття земного покриву вважають синонімом землекористування (LandUse), що не зовсім вірно. Землекористування – це система господарського та іншого використання землі, що склалась у країні під дією об'єктивних

чинників або запроваджена державою¹. В Україні землекористування пов'язане із правовим статусом користування землею і у такому значенні відображене у Земельному кодексі² і Державному земельному кадастрі³.

Земний покрив є сучасним (біо)фізичним покриттям Землі [14]. Тобто, йдеться про стани земної поверхні «як є» – забудова, заасфальтовані ділянки, водні поверхні, рослинний покрив та інше. Отже, дані про земний покрив можуть бути інтерпретовані як характеристики використання земель.

Для визначення динаміки змін у використанні земель лісостепової зони України, зокрема у Вінницькій, Черкаській, Полтавській і Сумській областях, використано відкриті дані проекту Climate Change Initiative – Land Cover (CCI-LS) [15, 16], який виконується у співробітництві багатьох наукових колективів з різних країн світу і координується Об'єднаним дослідницьким центром Європейської Комісії.

Мета проекту – забезпечення вихідною інформацією про ґрунтово-рослинний покрив таких міжнародних ініціатив як Міжнародна конвенція зі зміни клімату, Конвенція по боротьбі з опустелюванням, Рамсарська конвенція та Кіотський протокол.

У процесі дослідження використано серію карт із глобальним покриттям, що містить геодані про стан земного покриву на кожен рік протягом 1992-2015 років. Система координат – географічна система координат (GCS) на основі Світової геодезичної системи 84 (WGS84). Типи земного покриву визначено за даними супутникового знімання ENVISAT, SENTINEL-3, PROBA-V, SPOT-4, SPOT-5, NOAA, MODIS (залежно від року), для дешифрування застосовано алгоритм, що базується на машинному навчанні. Верифікацію даних здійснено для 22 регіонів, для кожного з яких визначено місцевих експертів, які гарантували точну класифікацію LandCover, ґрунтуючись на знаннях про місцевість. Використано Систему класифікації земного покриву (LCCS) [17], яку розробляли FAO і UNEP, що забезпечило розроблення стандартної легенди, яку можна використовувати по всьому світу [16]. Роздільна здатність растрових геоданих – 300×300 м, кожна

² Земельний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>

³ Державний земельний кадастр. URL: <https://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>

¹Економічна енциклопедія: У 3 т. Т. 1. Київ, 2000.

комірка растру містить дані про тип земного покриття згідно глобальної легенди.

Детальніші дослідження структури земного покриття та змін, що сталися у використанні земель, здійснено на ключових ділянках у Вінницькій та Сумських областях включно із Вінницею і Сумами. Як фактологічну основу визначення динамічних змін у використанні земель застосовано мультиспектральні знімки Landsat, отримані з сайту Геологічної служби США [18]: на 2018 рік космознімки Landsat 8, на 1992 рік – космознімки Landsat 4 та 5.

Landsat 4 (на орбіті – 1982-1993 pp.) та Landsat 5 (на орбіті – 1984-2013 pp.) були обладнані MSS сканером (як і Landsat 1 та 2) та новим удосконаленим інструментом – Thematic Mapper (TM), який надавав дані з роздільною здатністю 30 метрів у 6-х оптичних каналах та 1 – у тепловому інфрачервоному. Радіометрична роздільна здатність – 8 біт.

Landsat 8 [19] – найновіший супутник місії Landsat, що виведений на орбіту у 2013 р. На Landsat 8 встановлено 2 скануючих пристрої: Operational Land Imager (OLI) та Thermal Infrared Sensor (TIRS), для робіт використано дані каналів (bands) 2-7, що відповідають спектральним зонам OLI. Роздільна здатність зображення у межах цих каналів 30 м, що співвідносно з масштабом картографування території 1:250 000 – 1:500 000; це є прийнятним для детального відстеження змін типів земного покриття у межах ключових ділянок.

Методичні підходи

Основою науково-дослідної роботи були геоінформаційні технології. Геоінформаційні системи (ГІС) забезпечують організацію вихідних геоданих і наступний аналіз й оцінювання території шляхом застосування спеціалізованих інструментів геообробки та моделей у середовищі ГІС. У дослідженні використано програмне забезпечення ArcGIS for Desktop⁴ та QGIS.

Підготовку, обробку та аналіз використання земель всієї території дослідження протягом 1992 – 2015 років здійснено у середовищі ГІС ArcGIS. Для автоматизації аналізу було розроблено модель в Model Builder, яка обробляє одразу всі 24

Таблиця 1

Групи земного покриття та співвідношення з цільовим призначенням земель

Групи земного покриття [16]		Цільове призначення земель [20]
1	Агроугіддя	Землі сільськогосподарського призначення (рілля)
2	Луки (землі переважно з лучною рослинністю)	Землі сільськогосподарського призначення (сіножаті і пасовища)
3	Ліси (землі переважно з лісовою рослинністю)	Землі лісгосподарського призначення
4	Забудова	Землі громадської, житлової забудови. Землі промисловості (виробничі території)
5	Водойми	Землі водного фонду
6	Болота	Землі водного фонду
7	Розріджена рослинність	Не визначено
8	Території без покриття	Не визначено

щорічні растри і включає такі види обробки:

- Вирізання з глобального набору геоданих растру для лісостепової зони (межі отримано з Національного атласу України [13]).

- Перекласифікація растру для приведення типів земного покриття до загальних груп. Вихідні растри земного покриття CCI-LS відображають детальні характеристики ключового параметра – рослинного покриття. Для аналізу змін у фактичному використанні земель всієї лісостепової зони типи земного покриття були об'єднані у 8 груп (за рекомендаціями CCI-LC) (таблиця 1). Саме ці групи є ключем для інтерпретації та визначення основних типів використання земель за цільовим призначенням згідно законодавства [20].

- Створення додаткових полів у таблиці атрибутів для запису назв груп земного покриття і розрахунку частки території на кожен рік.

- Розрахунок частки (%), яку в лісостеповій зоні займає кожна із груп на кожен рік.

Підготовку знімків для ключових ділянок «Вінниця» та «Суми» та їх дешифрування здійснено у програмному середовищі QGIS 2.18 [21] за допомогою модуля Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) [22]. Використано мультиспектральні знімки Landsat [18]. Для цих територій підібрано: на 2018 р. космознімки Landsat 8, на 1992 р. – космознімки Landsat 4 та 5 на теплу пору року.

⁴Maps throughout this article were created using ArcGIS® software by Esri. ArcGIS® are the intellectual property of Esri and are used herein under license. Copyright © Esri. All rights reserved. For more information about Esri® software, please visit www.esri.com

Таблиця 2
Класифікація земного покриття для ключових ділянок «Вінниця» і «Суми»

І рівень	Код	ІІ рівень	ІІІ рівень
1. Штучні поверхні	1	1.1. Міська забудова	
	2	1.2. Садибна забудова	
	3	1.3. Кар'єри	
	4	1.4. Сквери, парки, газони (зелені зони міст)	
	5	1.5. Дачні масиви	
2. Сільсько-господарські території	6	2.1. Орні землі	
	7	2.2. Багаторічні культури (сади, виноградники, ягідники)	
	8	2.3. Деградовані сільськогосподарські землі	
3. Ліси та території з рослинністю, близькою до природної	9	3.1. Ліси	3.1.1. Листяні ліси
	10		3.1.2. Мішані ліси
	11		3.1.3. Хвойні ліси
	12	3.2. Чагарники	
	13	3.3. Суходільні луки (лучно-степова рослинність)	
	14	3.4. Вологі луки	
	15	3.5. Території з розрідженим рослинним покривом (або без нього)	
4. Водноболотні угіддя	16	4.1. Болота	
5. Водні об'єкти	17	5.1. Водні потоки	

Такі дані (у нашому випадку зображення, що відповідають спектральним каналам 2-7 для Landsat 8, та канали 1-5 та 7 – для Landsat 4 та 5) для проведення класифікації потребують попередньої обробки за допомогою інструментів препроцесінгу (preprocessing). За допомогою

цих інструментів в SCP здійснено перерахунок Digital Number (DN) зображень у показники Top Of Atmosphere (TOA) Reflectance (поєднання відбивної здатності земної поверхні та атмосфери) для того, щоб зменшити варіацію між різними сценами за допомогою нормалізації показників сонячної радіації. Атмосферну кореляцію зображень здійснено за допомогою алгоритму Dark Object Subtraction (DOS) [22].

При створенні навчальних вибірок (Training Areas) у процесі напівавтоматичної (керованої) класифікації точність ідентифікації об'єктів різних класів, що відповідають типам земного покриття, забезпечувалася використанням попередньо напрацьованих польових матеріалів у межах ключових ділянок, топокарт 1:100 000, даних тематичних карт та карт, доступних у середовищі QGIS завдяки використанню модуля OpenLayers Plugin – Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMap.

Для ключових ділянок на основі Системи класифікації земного покриття (LCCS) [17] розроблено класифікаційну схему з урахуванням місцевих особливостей використання земель (таблиця 2).

Тренувальні полігони (Regions Of Interest, ROI) створювалися за допомогою двох основних методів – звичайного ручного та автоматичного, шляхом використання алгоритму нарощування (automatic region growing algorithm). Як базові при дешифруванні зображень використано комбінації каналів (band combinations): 3-2-1 (Natural Color – кольори наближені до справжніх) та 4-3-2 (Color Infrared – рослинність, що вегетує, відображається червоним кольором).

У процесі виконання роботи встановлено, що найкращі результати у межах досліджуваної території з-поміж наявних алгоритмів класифікації – мінімальної відстані (Minimum Distance), відображення спектрального кута (Spectral Angle Mapping), максимальної правдоподібності (Maximum Likelihood) – демонструє останній, його й було обрано для класифікації зображень.

Шляхом багаторазової перевірки репрезентативності створеної вибірки за допомогою інструменту попереднього перегляду результатів класифікації (Classification preview) було досягнуто прийнятної на цьому етапі робіт точності відображення земного покриття різних типів. На виході завдяки опції Classification output отримуємо растрове зображення результатів класифікації у форматі GeoTIFF. Далі для виправлення помилок дешифрування використано низку інструментів постобробки, зокрема – classification sieve (від-

фільтрує «шум» – незначні за площею поєднання окремих пікселів) та edit raster (виправляє помилки неправильної ідентифікації пікселів растру – хибного їх віднесення до певних класів/ підкласів об'єктів).

Основні результати

Основним видом використання земель лісостепової зони України станом на 2015 рік є сільське господарство. Частка угідь, зайнятих у сільськогосподарському виробництві (рілля у комплексі з трав'яною і деревною рослинністю), складає 81,0 %. При цьому виключно як рілля ідентифіковано близько 69 % території. Залісеність території лісостепової зони – 10 %, переважають широколистяні ліси (6,65 %); достатньо помітна частка хвойних лісів (2,86 %, насадження сосни на терасах річок). На Лівобережжі досить помітною є частка територій під лучною рослинністю, особливо у заплавах ландшафтах, також у південно-східній частині території дослідження заплави часто залісені. Лісові масиви дуже розрізнені, переважають невеликі ділянки, зайняті деревними насадженнями різного складу, пере-

важно це широколистяні породи. Найбільші масиви лісів – на сильно розчленованих височинах Правобережжя, на піщаних терасах Дніпра домінують мішані й хвойні ліси. Також значна частка ділянок під лісом на лесовій, найбільш розчленованій ярами та балками, височині Правобережжя.

Виділяються такі основні тренди змін використання земель лісостепової зони:

- зменшення частки сільськогосподарських угідь (на 4 % – з 85 до 81%);
- зростання частки території, вкритих лісовою рослинністю (від 8,6 % до 10 %);
- зростання частки земель, яка використовується під забудову (від 1,8 % до 4,5 %);
- зміни інших груп земного покриву незначні або взагалі відсутні.

Період найсуттєвіших змін припадає на десятиріччя 1994 – 2004 роки (рис. 1). Зменшення площ під ріллею практично припинилось з 2004 року. Ймовірно, це пов'язано з вичерпанням земель, не задіяних у активному сільськогосподарському виробництві, а покинуті землі на цей час переведено в категорію лісів: 59 % нових лісових насаджень зайняли рілля, ще 39 % – утворились

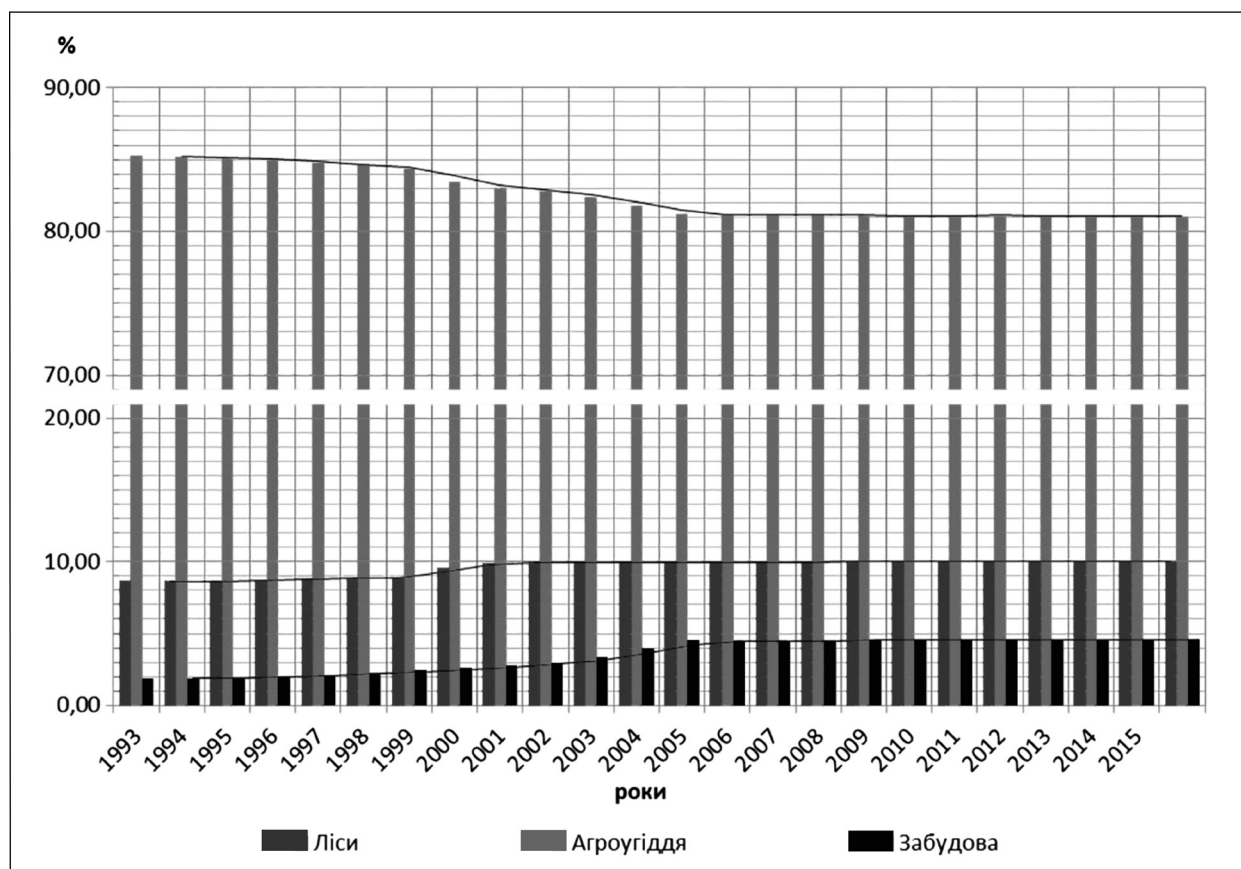


Рис. 1. Порівняння динаміки площ, зайнятих агроугіддями, лісами та забудовою у лісостеповій зоні України протягом 1992-2015 років

Таблиця 3

Співвідношення основних типів використання земель у лісостепових областях України, %

	Вінницька		Сумська		Полтавська		Черкаська	
	1992	2015	1992	2015	1992	2015	1992	2015
Агроугіддя	88,6	84,6	78,6	74,9	83,5	79,5	80,4	74,7
Ліси	8,3	9,4	15,0	17,1	5,97	7,2	10,8	13,1
Забудова	2,0	4,9	1,8	3,45	1,85	4,8	2,0	5,2

на місці територій, які ідентифікувалися як мозаїчні (комплекс ріллі з природною трав'яною, чагарниковою або/та деревною рослинністю).

Залісеними були також території з непридатними землями – з бідними піщаними ґрунтами на терасах, із покатими і крутими схилами, а також ділянки серед вже існуючих лісів. Зростання площ під лісами припинилось приблизно з 2004 року. Стрімке зростання частки забудованих територій, починаючи від 2000 і до 2005 року, найвірогідніше, пов'язане з відновленням і початком зростання економіки України: у цей час розпочалось активне нове будівництво [23]. Нова забудова концентрується, головним чином, довкола великих міст (Київ, обласні центри, інші значні міста, наприклад, Біла Церква, Кременчук).

Такі тенденції властиві для всіх областей, розташованих у межах лісостепової зони. Вищий відсоток лісів у Сумській області пов'язаний з тим, що північна її частина, розташована у межах зони мішаних лісів, значно залісена (таблиця 3).

Детальніші дослідження структури земного покриву та змін, що відбулися у використанні земель, здійснено на ключових ділянках у Вінницькій (рис. 2 а, б) та Сумській областях включно із Вінницею (рис. 2 в, г) і Сумами. На обох ключових ділянках зафіксовано істотне зростання забудови (міської і садибної) довкола обласних центрів за рахунок полів, лук та садів; зросла площа лісів. Спостерігаються зміни у використанні земель під сади: частина фруктових садів деградує, з іншого боку, є приклади насадження нових садів. Виявлено заміну ріллі на лісові насадження або на лучну рослинність.

Висновки

Територія України характеризується вкрай незбалансованою структурою землекористування. Зокрема, це проявляється у надмірній частці сільськогосподарських угідь у межах лісостепової зони. Визначення оптимальної структури земельних угідь – важлива проблема, вирішення якої спри-

ятиме відновленню екологічної рівноваги в ландшафтах. Розпочинатися вирішення цієї проблеми має саме із аналізу просторово-часових змін у використанні земель. Наявність значної кількості відкритих даних, зокрема даних ДЗЗ, та сучасне програмне забезпечення надають усі можливості для вирішення цього завдання. В основу проведеного дослідження покладено дані USGS, OpenStreetMap, ESA та інші, космічні знімки Landsat 4, 5 та 8.

Дослідження змін у використанні земель лісостепової зони України здійснювалось методами геоінформаційного аналізу відкритих геоданих, зокрема цифрових карт типів земного покриву. Встановлено, що на 2015 рік, порівняно з 1992 роком відбулися досить істотні зміни у структурі використання земель: зменшилась частка земель, що використовуються у сільськогосподарському виробництві (з 85 до 81%); зросла на 2% (до 10%) частка лісових насаджень; збільшилась частка забудови (з 1,8% до 4,5 %). Головним чинником антропогенної трансформації ландшафтів досліджуваної території залишається рільництво. Ще одним важливим чинником є нова забудова, яка концентрується довкола міст – обласних і районних центрів. Під забудову відводять і орні землі.

Позитивні зміни у ландшафтах пов'язані з залісненням земель, непридатних для інших видів використання.

На основі дешифрування відкритих космічних знімків Landsat 4, 5 та 8 із застосуванням модуля Semi-Automatic Classification Plugin програми QGIS визначено зміни у використанні земель у межах ключових ділянок «Вінниця» і «Суми» протягом 1992-2018 років.

Аналіз отриманих геоданих про використання земель на ключових ділянках підтверджує тенденції змін у використанні земель, встановлені для лісостепової зони загалом, а саме – поступове зменшення частки ріллі та зростання залісненості території, збільшення частки забудованих територій.

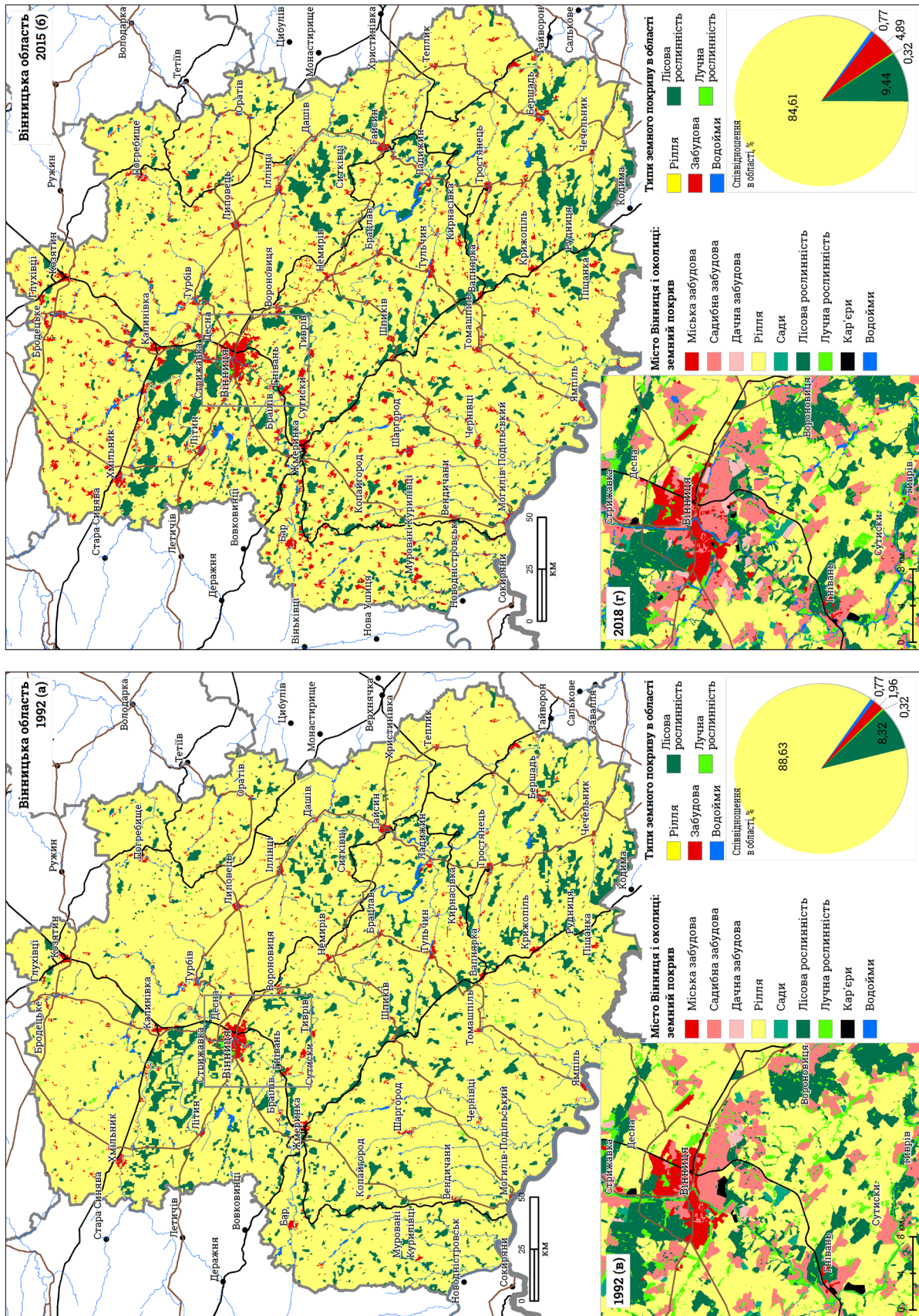


Рис. 2а,б. Зміни у використанні земель Вінницької області, 1992 – 2015 рр. (базовий масштаб 1:1 000 000)
Рис. 2 в, г. Використання земель на ключовій ділянці «Вінниця», 1992 – 2018 рр.

References [Література]

1. *Satellite methods of minerals finding*. Ed. V.I. Lyalko and M.A. Popov. (2012). Kyiv. 436 p. [In Russian]. [Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / Под ред. В. И. Лялько и М. А. Попова. Киев, 2012. 436 с.]
2. *Earth Systems Change over Eastern Europe*. Coeditors P. Groisman, V. Lyalko (2012). Kyiv. 488 p.
3. Kussul N. M., Shelestov A. Yu., Basarab R. M., Yailimov B. Ya., Lavreniuk M. S., Kolotii A. V. (2016). Map of the terrestrial cover of high distinction for the territory of Ukraine. *Space research in Ukraine. 2014-2016*. Kyiv, 47-51. [In Ukrainian]. [Карта земного покриття високого розрізнення для території України / Н. М. Кукуль, А. Ю. Шелестов, Р. М. Басараб, Б. Я. Яйлимов, М. С. Лавренюк, А. В. Колотій // Космічні дослідження в Україні. 2014-2016. Київ, 2016. С. 47-51.]
4. Marynich A. M., Palamarchuk M. M., Rudenko L. H. et al. (1988). *Constructive-geographical foundations of environmental management in the Ukrainian SSR. Kiev Dnieper Region*. Kyiv. 176 p. [In Russian]. [Конструктивно-географические основы рационального природопользования в Украинской ССР. Киевское Приднепровье / А. М. Маринич, М. М. Паламарчук, Л. Г. Руденко и др. Киев, 1988. 176 с.]
5. Rudenko L.H., Parkhomenko H.O., Molochko A.N. et al. (1991). Cartographic studies of environmental management (theory and practice of works). Kyiv. 212 p. [In Russian]. [Картографические исследования природопользования (теория и практика работ) / Л.Г. Руденко, Г.О. Пархоменко, А.Н. Молочко и др. Киев, 1991. 212 с.]
6. Tymuliak L.M. (2011). *Urbanized Landscapes of Precarpathians (on the example of the city of Ivano-Frankivsk)*. Diss. cand. geogr. sciences: 11.00.01. Kyiv. 240 p. [In Ukrainian]. [Тимуляк Л. М. Урбанізовані ландшафти Передкарпаття (на прикладі м. Івано-Франківська) : дис. канд. геогр. наук : 11.00.01. Київ, 2011. 240 с.]
7. Tymuliak L.M. (2013). *Foothills urban landscapes: structure, functioning, research for applied purposes*. Monograph. Kyiv. 172 p. [In Ukrainian]. [Тимуляк Л. М. Передгірські урбанізовані ландшафти: структура, функціонування, дослідження для прикладних цілей [монографія]. Київ, 2013. 172 с.]
8. Palienco V.P., Khomich V.S., Sorokina L.Yu., Bagmet O.B., Golubtsov A.G. (2013). *Problems of nature management in the transboundary region of the Belarusian and Ukrainian Polissia*. Monograph. Kyiv. 289 p. [In Russian]. [Проблемы природопользования в трансграничном регионе Белорусского и Украинского Полесья : [монография] / В. П. Палиенко, В. С. Хомич, Л. Ю. Сорокина, О. Б. Багмет, А. Г. Голубцов. Киев, 2013. 289 с.]
9. Rudenko L.H., Maruniak Eu.O., Golubtsov O.G. et al. (2014). *Landscape Planning in Ukraine*. Kyiv. 144 p. [In Ukrainian]. [Ландшафтне планування в Україні / Л. Г. Руденко, Є.О. Маруняк, О.Г. Голубцов та ін. Київ, 2014. 144 с.]
10. Rudenko L., Maruniak E., Lisovskyi S., Golubtsov O., Chekhniy V., Farion Yu. (2015). The Landscape Plans System as a Tool for Sustainable Development in Ukraine. In: Luc M., Somorowska U., Szymańda J. (eds) *Landscape Analysis and Planning. Springer Geography*. Springer, Cham: DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-13527-4_13
11. Rudenko L., Maruniak E., Golubtsov O., Lisovskyi S., Chekhniy V., Farion Yu. (2017). Reshaping Rural Communities and Spatial Planning in Ukraine. *European Countryside*, 9(3), 594-616. DOI : <https://doi.org/10.1515/euco-2017-0035>
12. Marynych O.M., Shyshchenko P. H. (2005). *Physical Geography of Ukraine*. Textbook. Kyiv. 511 p. [In Ukrainian]. [Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України: Підручник. Київ, 2005. 511 с.]
13. *National Atlas of Ukraine*. Editor-in-chief L. H. Rudenko (2007). Kyiv. 440 p. [In Ukrainian]. [Національний атлас України / гол. ред. Л. Г. Руденко. Київ, 2007. 440 с.]
14. Bartalev S. (2000). *Global land cover mapping: conceptual and historical background*. GLC 2000. URL : http://www.peer.eu/fileadmin/user_upload/opportunities/metier/course3/c3_global_landcover_mapping_concept.pdf
15. *ESA Climate Change Initiative*. URL : <http://www.esa-landcover-cci.org/>
16. *Land Cover CCI*. Product user guide. Version 2.0. URL : http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf
17. *Land Cover Classification System (LCCS) (2000): Classification Concepts and User Manual*. Di Gregorio A., and Jansen L.J.M. Environment and Natural Resources Service, GCP/RAF/287/ITA Africover – East Africa Project and Soil Resources, Management and Conservation Service. 179 pages, 28 figures, 3 tables and including CD-ROM. FAO, Rome. 2000.
18. *USGS EarthExplorer*. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
19. *Landsat 8 Data Users Handbook*. URL: <https://landsat.usgs.gov/landsat-8-data-users-handbook>
20. On Approval of Classification of Land Use Purpose Types. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10#n17> [Про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10#n17>]
21. *Documentation Qgis 2.18*. URL: https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/user_manual/index.html
22. *User Manual of the Semi-Automatic Classification Plugin*. URL: <https://fromgistors.blogspot.com/p/user-manual.html?spre=scp>
23. Atanasov V. (2010). Policy of housing construction in post-soviet Ukraine (2010). *Joint*, 2. Transformation of urban space. Kyiv, 68-72. [In Ukrainian]. [Атанасов В. Політика житлового будівництва в пострадянській Україні // Спільне, 2010, № 2: Трансформації міського простору. Київ, 2010. С. 68-72.]

Стаття надійшла до редакції 04.02.2019