

УДК 528.8.04:004.021

АНАЛІЗ ЗМІН ЗЕМНОГО ПОКРИВУ В УКРАЇНІ ЯК ІНДИКАТОР ДЕГРАДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ

А.В. Колотій

Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України

andrew.k.911@gmail.com

В даній роботі наводяться результати моніторингу змін земного покриття на прикладі Київської області України відповідно до методиками конвенції ООН по боротьбі з опустелюванням. В якості індикаторів досягнення нейтрального рівня деградації земель розглядаються тенденції зміни земного покриття з використанням національних карт земного покриття високої роздільної здатності.

Ключові слова: продуктивність землі, карти земного покрову, деградація землі, нейтральний рівень деградації.

In this paper, the results of monitoring of land cover change are presented on the example of the Kiev region of Ukraine in accordance with the methods of the UN Convention on Combat Desertification (UN CCD). As indicators of the land degradation neutrality assessment, trends in land cover changes using national land cover maps of high resolution are considered.

Keywords: land productivity, land cover maps, land degradation, land degradation neutrality.

В данной работе приводятся результаты мониторинга изменений земного покрова на примере Киевской области Украины в соответствии с методиками конвенции ООН по борьбе с опустыниванием. В качестве индикаторов достижения нейтрального уровня деградации земель рассматриваются тенденции изменения земного покрова с использованием национальных карт земного покрова высокой разрешающей способности.

Ключевые слова: продуктивность земли, карты земного покрова, деградация земель, нейтральный уровень деградации.

Вступ. В сучасному глобалізованому світі із зростаючою кількістю населення постає чимало нових проблем, а старі стають ще відчутнішими. Збільшення кількості населення призводить до піднесення проблем продовольчої безпеки на принципово новий рівень, в той же час навантаження від ведення інтенсивного сільського господарювання на довкілля невпинно зростає.

З іншого боку в межах глобальної програми підтримки, пілотного проекту комітету ООН по боротьбі з опустелюванням та програми, спрямованої на забезпечення нейтрального рівня деградації ґрунтів (*Land Degradation Neutrality – LDN*), визначено ряд інформативних індикаторів, які дають можливість оцінювати поточний стан ґрунтів. Такі роботи, координовані комітетом ООН по боротьбі з опустелюванням, відповідають ряду прийнятих цілей сталого розвитку, зокрема цілі 15 «Захист та відновлення екосистем суші» (завдання 15.3 «Відновити деградовані землі та ґрунти з використанням інноваційних технологій»).

Фактично метою *LDN* є підтримка або посилення природного ресурсу землі та пов'язаної із цим наземної екосистеми. Прийняття країною таких цілей

означає декларування зобов'язань по не зниженню продуктивності земель порівняно з деяким базових рівнем.

Серед індикаторів досягнення нейтрального рівня деградації земель виділено *тренди змін рослинного покриву (Vegetative Land Cover Change)* та *динаміку змін продуктивності ґрунтів (Land Productivity Dynamics - LPD)*. Разом ці показники забезпечують всебічне висвітлення стану земельних ресурсів в масштабі країни на основі часових рядів супутникових даних. Хоча ці показники і оцінюють стан земельних ресурсів за різними критеріями, вони обидва є релевантними. Карти земного покриву є джерелом інформації для індикації перших змін рослинного покриву. Продуктивність земель дає можливість оцінювати здоров'я екосистеми в цілому. Такі супутникові продукти створюють об'єктивну картину землекористування всієї країни.

Карти земного покриву за тривалий проміжок (на рівні десятиліть) часу дають змогу відстежувати зміни рослинного покриву та оцінювати динаміку розвитку рослинного покриву впродовж вегетаційного сезону, виявляти наявні тренди зміни продуктивності ґрунтів. В Інституті космічних досліджень НАН України та ДКА України (далі ІКД НАНУ-ДКАУ) із використанням методів машинного навчання та великих обсягів супутникових даних (супутники Landsat-4/5/7) в межах проекту FP7 Sigma побудовано карти земного покриву середнього просторового розрізнення (30 м) за 1990, 2000 та 2010 рр. [1, 2, 3].

Крім цього, після запуску місії Sentinel Європейського космічного агентства у сфері спостереження Землі з космосу розпочалася нова ера. В межах даної місії надаються супутникові дані (оптичні та радарні) із просторовим розрізненням 10 м на безкоштовній основі [4]. Це дало змогу у 2016/2017 рр. побудувати для території України карти земного покриву із просторовою роздільною здатністю 10 м. В межах проекту Sen2-Agri Європейського космічного ІКД НАНУ-ДКАУ на рівні всієї України продемонстровано перевагу сучасних супутникових даних високого просторового та часового розрізнення для вирішення задач у сфері сільського господарства.

1. Допоміжні дані та супутникові продукти в задачі оцінки деградації земель

Для дослідження обрано Київську область України, яка, як столичний регіон, із доволі високою вартістю землі, представляє інтерес як об'єкт дослідження з позиції як соціальних, так і економічних аспектів. Відповідно до даних державної служби статистики України за 16 років (2000-2016 рр.) мало місце значне зниження кількості населення зайнятого в аграрному секторі.

Карти земного покриву. Карти земного покриву, використані в даному дослідженні (Рис. 1), отримані фахівцями Інституту космічних досліджень із використанням нейромережевого підходу (багатошаровий перцептрон), застосованого до часового ряду супутникових даних [5, 6, 7]. В межах розробленого підходу використовується ансамбль нейромережевих

класифікаторів для підвищення точності порівняно з кожним окремим класифікатором із подальшим усередненням за ансамблем. Детальніше про розроблений підхід в роботах [8, 9].

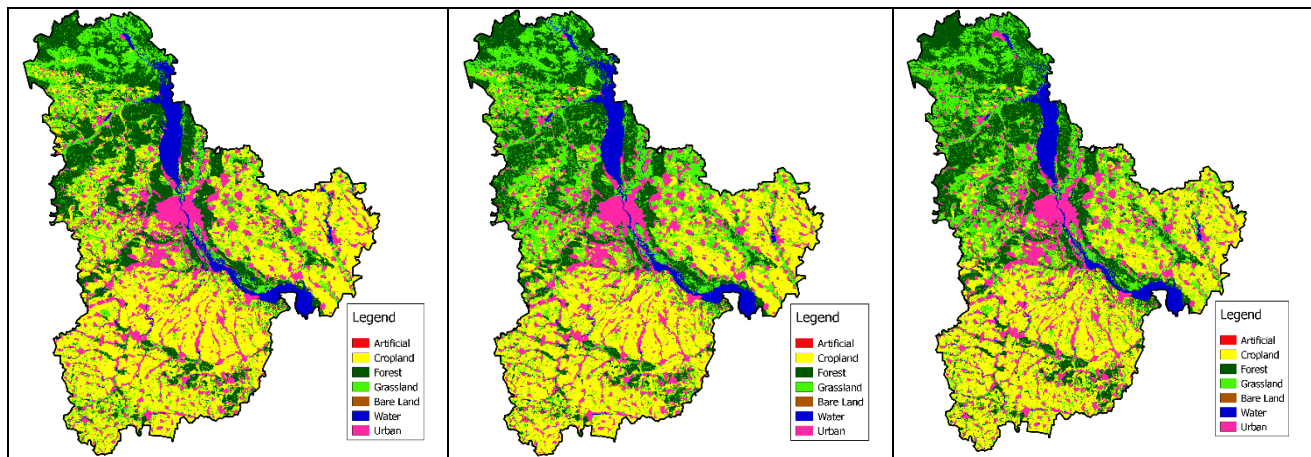


Рис 1. Національні карти земного покриття для території Київської області, 1990-2010 рр.

2. Методика

Серед індикаторів, які дозволяють оцінити ступінь деградації земель, відповідно по методики *UN CCD* виділяють зміни типів земного покриття, які визначаються за картами земного покриття, що будуються на регулярній основі. Деградаційні процеси визначаються на основі аналізу змін типів земного покриття – переходи лісових масивів в луки, в землі, на яких ведуться сільськогосподарські роботи та у голу землі. Саме такі переходи свідчать про зниження загального рівня продуктивності землі в термінах її спроможності підтримувати зелену вегетацію.

Значну роль у оцінці деградаційних процесів відіграє і вразливість ґрунтів до вітрової чи водяної ерозії. Відповідно до законодавства України у сфері охорони ґрунтів (Закон України «Про охорону земель», стаття 47 «Охорона земель від ерозії та зсувів») мають місце певні обмеження у веденні сільськогосподарської діяльності на схилах – фактично забороняється розорювання схилів крутизною понад 7 градусів (крім ділянок для залуження, залісення та здійснення ґрунтозахисних заходів). На схилах крутизною від 3 до 7 градусів обмежується розміщення просапних культур, чорного пару тощо – Рис. 2 та Рис. 3.

Із використанням цифрової моделі рельєфу (ЦМР) можна визначити вагомість тих чи інших змін землекористування на ерозійні процеси. Зокрема, розміщення лісових насаджень в значній мірі сприяє укріпленню ґрунтів на схилах [10].

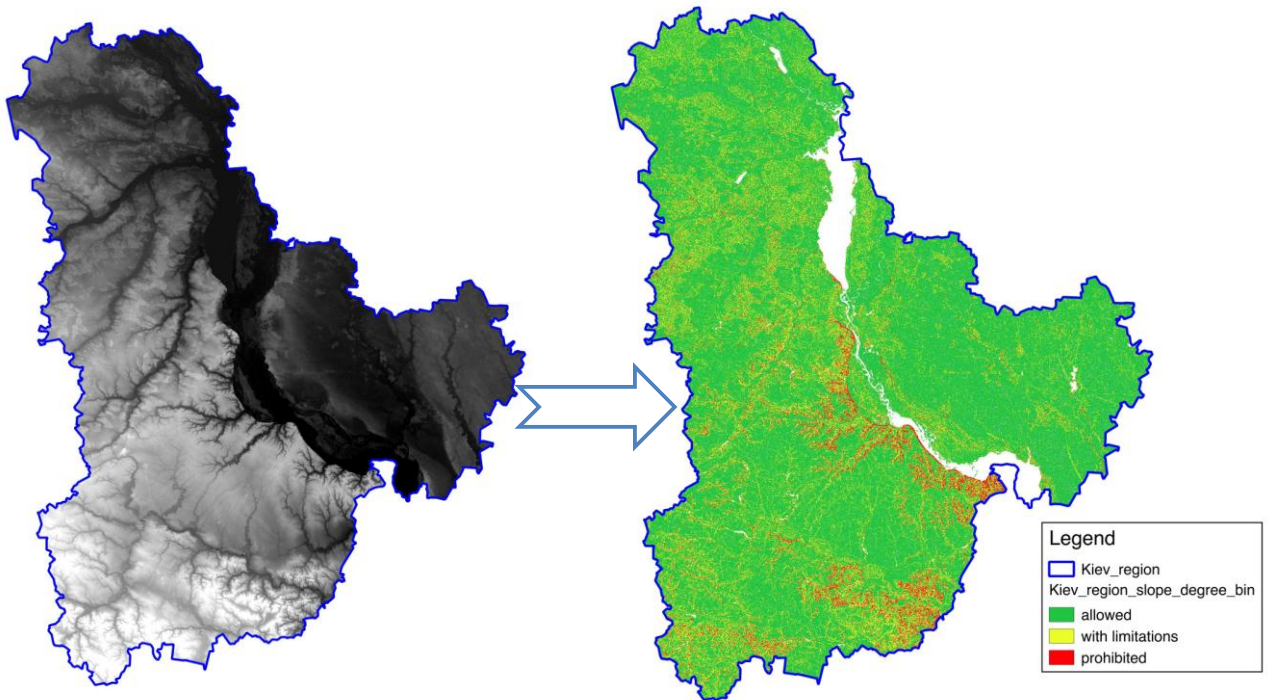


Рис. 2 Цифрова модель рельєфу (ЦМР) для території Київської області та її класифікація з позицій придатності для господарювання за законодавством України

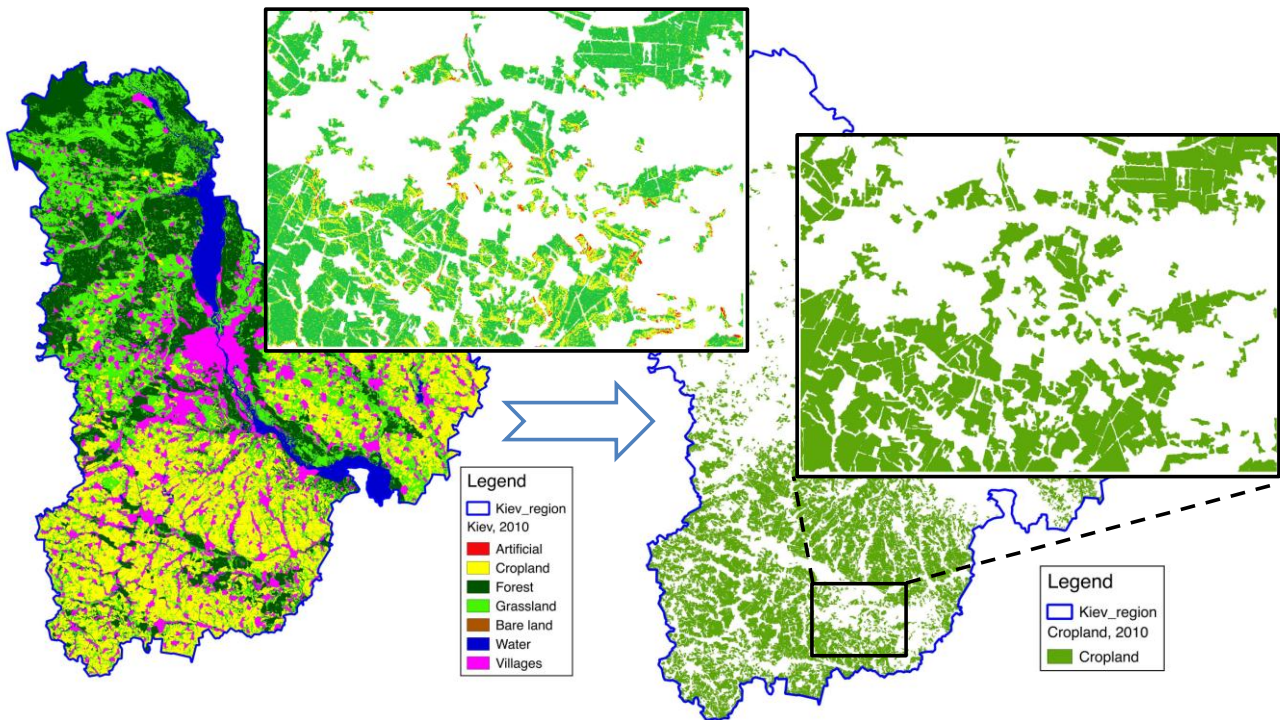


Рис. 3 Землі с/г призначення та їх класифікація за ЦМР

3. Результати

В ході аналізу переходів основних типів земного покриття для території Київської області виявлено значні переходи лісових територій у луки, відкритий ґрунт та землі, що використовуються для ведення сільськогосподарської діяльності.

Таблиця 1

	Тисяч га	
	2000 – 2010	2010 – 2016
Ліс → С/г	9	10.9
Ліс → Луки	51.3	36.5
Ліс → Відкритий ґрунт	0.001	1.3

Аналіз структури посівних площ щодо рельєфу показує поступове розорювання земель, не призначених для ведення сільськогосподарської діяльності (станом на 2016 р. фактично у 2 р. порівняно із рівнем 2010 р.).

Таблиця 2.

Використання земель Київщини для с/г діяльності

	Площа с/г угідь за класами рельєфу, тис. га			Зміна площ с/г угідь за класами рельєфу, %	
	2000	2010	2016	2010 до 2000	2016 до 2010
< 3	689.8	641.6	1001.2	-7.0	56.0
3-7	117.7	107.7	152.1	-8.5	41.2
>7	6.2	5.8	13.7	-6.5	136.2

Крім цього, мають місце тренди зміни лісових масивів на землі с/г призначення, луки та відкрити землю, особливо відчутні переходи лісів у луки впродовж 2000-2016 рр.

Висновки

Відповідно до методики конвенції ООН щодо боротьби з опустелюванням проведено аналіз трендів змін типів земного покриття для території Київської області України.

Проведений аналіз показав, що для території Київщини мають місце порушення ведення сільського господарювання з позицій крутизни схилів, особливо ці тренди посилюються впродовж 2010-2016 рр. для схилів, на яких заборонене ведення господарювання, що обумовлено необхідністю захисту від ерозійних процесів.

Відбувається також поступове вирубування лісів, напрямки якого вказані у табл. 1. Крім цього для території Київщини має місце відчутне зниження кількості населення, зайнятого в аграрному виробництві.

Побудова карт земного покриву на регулярній основі є необхідною складовою моніторингу деградації земель та потребує як розробки відповідного апарату в сфері машинного навчання, математичних алгоритмів [11] так і високопродуктивних обчислень [12, 13, 14].

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурним проектом ДФФД Ф76/130-2017 від 17.10.2017.

Література

- [1] A. Shelestov, A. Kolotii, F. Camacho, S. Skakun, O. Kussul, M. Lavreniuk, and O. Kostetsky, “Mapping of biophysical parameters based on high resolution EO imagery for JECAM test site in Ukraine” // IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), pp. 1733-1736, 2015.
- [2] N. Kussul, S. Skakun, A. Shelestov, M. Lavreniuk, B. Yailymov, and O. Kussul, “Regional Scale Crop Mapping Using Multi-Temporal Satellite Imagery” // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XL-7/W3, pp. 45–52, 2015. DOI:10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-45-2015
- [3] M. S. Lavreniuk, S. V. Skakun, A. J. Shelestov, B. Y. Yalimov, S. L. Yanchevskii, D. J. Yaschuk, and A. I. Kosteckiy, “Large-Scale Classification of Land Cover Using Retrospective Satellite Data” // Cybernetics and Systems Analysis, vol. 52, no. 1, pp. 127–138, 2016.
- [4] N. Kussul, G. Lemoine, F. J. Gallego, S. V. Skakun, M. Lavreniuk, and A. Y. Shelestov, “Parcel-Based Crop Classification in Ukraine Using Landsat-8 Data and Sentinel-1A Data” // IEEE J. of Select. Topics in Appl. Earth Observ. and Rem. Sens., vol. 9, no. 6, pp. 2500–2508, 2016.
- [5] N. Kussul, A. Shelestov, R. Basarab, S. Skakun, O. Kussul, and M. Lavreniuk, “Geospatial Intelligence and Data Fusion Techniques for Sustainable Development Problems” // In ICTERI, vol. 1356, pp. 196–203, 2015.
- [6] N. Kussul, N. Lavreniuk, A. Shelestov, B. Yailymov, and I. Butko, “Land Cover Changes Analysis Based on Deep Machine Learning Technique” // Journal of Automation and Information Sciences, vol. 48, issue 5, pp. 42-54, 2016.
- [7] M. Lavreniuk, N. Kussul, S. Skakun, A. Shelestov, and B. Yailymov, “Regional retrospective high resolution land cover for Ukraine: Methodology and

- results” // IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), pp. 3965-3968, 2015.
- [8] N. Kussul, G. Lemoine, J. Gallego, S. Skakun, and M. Lavreniuk, “Parcel based classification for agricultural mapping and monitoring using multi-temporal satellite image sequences” // IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), pp. 165-168, 2015.
- [9] S. Skakun, N. Kussul, A. Y. Shelestov, M. Lavreniuk, and O. Kussul, “Efficiency Assessment of Multitemporal C-Band Radarsat-2 Intensity and Landsat-8 Surface Reflectance Satellite Imagery for Crop Classification in Ukraine” // IEEE J. of Select. Topics in Applied Earth Obser. and Rem. Sens., vol. 9, no. 8, pp. 3712-3719, 2016.
- [10] <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
- [11] G. M. Bakan, N. N. Kussul, "Fuzzy ellipsoidal filtering algorithm of static object state" // Problemy Upravleniya I Informatiki (Avtomatika), vol. 5, pp. 77-92, 1996.
- [12] Kravchenko, A. N., Kussul, N. N., Lupian, E. A., Savorsky, V. P., Hluchy, L., & Shelestov, A. Y. "Water resource quality monitoring using heterogeneous data and high-performance computations" // Cybernetics and Systems Analysis, vol. 44, pp. 616-624, 2008.
- [13] N. Kussul, A. Shelestov, S. Skakun, O. Kravchenko, O, "High-performance intelligent computations for environmental and disaster monitoring" // Int. J. Information Technologies & Knowledge, vol. 3, pp. 135-156, 2009.
- [14] N. Kussul, A. Shelestov, S. Skakun, "Grid technologies for satellite data processing and management within international disaster monitoring projects" // Grid and Cloud Database Management, Springer Berlin Heidelberg, pp. 279-305, 2011.