



УДК 630*5

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ГЛОБАЛЬНИХ КАРТ ЗІМКНУТОСТІ ДЕРЕВОСТАНІВ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ РІВНИННОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНИ

В. В. МИРОНЮК, кандидат сільськогосподарських наук, докторант*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: victor.myroniuk@nubip.edu.ua

Глобальні карти лісового покриву, створені на основі супутникових знімків Landsat, представляють значний інтерес для науковців і громадськості як інструмент моніторингу лісів. У зв'язку з цим у роботі на прикладі рівнинних лісів України виконано детальний аналіз точності двох широко відомих карт зімкнутості деревостанів із просторовим розрізненням 30 м – Global Forest Change (GFC) та Landsat Tree Cover Continuous Fields (LTCCF). З метою аналізу цих продуктів створено набір опорної інформації обсягом близько 4700 вибіркового одиниць, які рівномірно розподілені на території 21 області України. Для інтерпретації вибіркового одиниць використано знімки сервісів Google та Bing Maps. Використовуючи створену вибірку, одержано значення зімкнутості деревостанів відповідно до двох аналізованих карт. Порівняння продуктів GFC і LTCCF засвідчило, що останній із них має систематично менші значення зімкнутості деревостанів. Для обох продуктів під час класифікації існує певна ймовірність появи помилок першого і другого роду, хоча для даних LTCCF вона є більшою. Також було доведено неадекватність обох карт з точки зору відображення зімкнутості полязахисних лісових смуг, при цьому помилки LTCCF також є більшими. Як наслідок, у роботі зроблено висновок про переваги даних GFC, а для практичного використання запропоновано використовувати значення зімкнутості 40 % – для карти GFC і 25 % – для карти LTCCF, як найбільш обґрунтованих критеріїв для відокремлення вкритих і непокритих лісовою рослинністю ділянок. Аналіз двох тематичних шарів карти GFC, що відображають зміни в лісовому покриві (loss та gain), засвідчив недостатню точність цього продукту для оцінки динаміки лісів.

Ключові слова: лісцуність, лісова маска, Landsat, Global Forest Change, Tree Cover Continuous Fields

Актуальність. Збалансоване і невиснажливе використання лісових ресурсів залежить від наявності актуальної та достовірної інформації про стан і динаміку лісів. Значну інформаційну підтримку в цьому відношенні забезпечують методи дистанційного зондування Землі. Нині ключова роль у розвитку технологій моніторингу лісового покриву відводиться мультиспектральним супутниковим системам, що забезпечують тривалу

зйомку та широке охоплення території. Розширення можливостей доступу до супутникової інформації, що спостерігається протягом останнього часу, сприяла використанню багаторічних архівів спостережень за земною поверхнею для реалізації низки проєктів із картографування лісових ресурсів на планетарному рівні. Деякі з них представляють певний інтерес з точки зору дослідження лісових ресурсів України.

*Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І.Лакида



Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасні глобальні геопросторові набори даних про лісові ресурси являють собою продукти тематичного дешифрування супутникових знімків різного просторового розрізнення. Частина з них, розроблена за даними сенсорів із низьким і середнім (250 м і більше) просторовим розрізненням, у зв'язку з фрагментарним розташуванням лісів призводить до істотних помилок в оцінці площі вкритих лісовою рослинністю ділянок у більшості регіонів України (Лесів та ін., 2012). З іншого боку, за останнє десятиріччя з'явилася достатня кількість ресурсів, які відображають лісовий порив нашої планети із просторовим розрізненням 25–30 м. Принаймні два з них (Sexton et al., 2013; Hansen et al., 2013) є глобальними продуктами зімкнутості деревостанів, які в 100–1000 разів детальніші від своїх аналогів, одержаних сенсорами MODIS та AVHRS (Song, Tang, 2015).

Варто відзначити, що методи класифікації лісового покриву у вигляді неперервних шкал зімкнутості деревостанів нині є достатньо поширеними (Berberoglu et al., 2008; Coulston et al., 2012). Переваги такого способу відображення лісових територій полягають у точнішому відтворенні мозаїчності лісового покриву, яка історично склалася внаслідок антропогенної діяльності чи комплексу кліматичних факторів природного середовища. З іншого боку, неперервні карти можуть легко бути перетворені у дискретні завдяки вибору обґрунтованого значення зімкнутості, на основі якого розмежовуються вкриті та неvkриті лісовою рослинністю ділянки (*threshold*). У зв'язку з цим, оцінка точності глобальних карт зімкнутості деревостанів стала предметом багатьох досліджень і розглядалася, зокрема, в роботах (Онтиков і др., 2016; Sexton et al., 2013; Penga et al., 2015). Проведені нами дослідження (Лакида, Миронюк, Гілітуха, 2014)

довели існування певних закономірностей між фактичною повнотою та зімкнутістю деревостанів відповідно до даних (Hansen et al., 2013). У результаті цього було виявлено, що вкриті та неvkриті лісового рослинністю ділянки доцільно розмежовувати на основі порогового значення зімкнутості деревостанів 40 % (Миронюк, Георгіян, 2017). Аналіз точності іншої карти (Sexton et al., 2013) для території України ще виконувався. Закономірно, що порушена проблема викликає значний інтерес з точки зору можливості використання обох глобальних карт лісового покриву для оцінки лісистості України.

Мета дослідження полягає в оцінці точності глобальних карт зімкнутості деревостанів із просторовим розрізненням 30 м як інструменту для картографування рівнинних лісів України.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженнях використано два глобальних продукти, створених на основі супутникових знімків Landsat.

1. Global Forest Change (GFC) – карта змін лісових екосистем університету Меріленд (Hansen et al., 2013). Доступ до ресурсу здійснюється за посиланням: <https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>. В основу цього продукту потрапили знімки Landsat ETM+ для 2000 року, які після радіометричної корекції були очищені від хмар, тіней та водних об'єктів. Обробка знімків виконувалася у вигляді попільських композитних мозаїк, які дозволили створити серію фенологічних метрик для класифікації. Моделювання зімкнутості деревостанів для кожного пікселя розміром 30 x 30 м виконувалося за регресійними рівняннями, розробленими з використанням даних про фактичну зімкнутість деревостанів, одержаних на основі супутникових знімків надвисокого просторового розрізнення. Цей продукт відрізняє наявність додаткових шарів, які відобра-



жають щорічні (*lossyear*) і сукупні втрати лісів (*loss*), а також лісовідновлення (*gain*).

2. Landsat Tree Cover Continuous Fields (LTCCF) – неперервні поля зімкнутості деревостанів університету Меріленд (Sexton et al., 2013). Продукт постачається у вигляді окремих сцен WRS2 Landsat, доступних для завантаження за посиланням: <http://glcf.umd.edu/data/landsatTreecover/>. Його основу склали радіометрично кориговані знімки Landsat TM та ETM+ 2000 року, які відображають стан рослинності у період вегетації. Відповідні методи були застосовані для видалення пікселів, які потрапили на хмари, тіні від хмар та водні об'єкти. Із метою дешифрування зімкнутості деревостанів знімки Landsat були агреговані до просторового розрізнення 250 м. Регресійні рівняння розроблялися за окремими сценами, використовуючи узгоджені у просторово-часовому відношенні неперервні поля рослинності MODIS із просторовим розрізненням 250 м як опорні дані. Встановлені закономірності використовувалися для моделювання зімкнутості деревостанів за знімками Landsat, проте при розрізненні 30 м.

Задля порівняння зазначених продуктів та оцінки точності для умов рівнинної України створено стратифіковану статистичну вибірку обсягом близько 4700 спостережень, яка рівномірно розподілялася на території 21 області України (за винятком Закарпатської, Івано-Франківської, Чернівецької та АР Крим). Її обсяг розраховано, використовуючи рекомендації оцінки точності глобальної карти GFC (Olofsson et al., 2014). Із метою інтерпретації вибіркового одиниць застосовано загальнодоступні супутникові знімки сервісів Google Earth та Bing Maps в програмному забезпеченні Collect Earth (Bey et al., 2016). Одержаний набір опорної інформації дозволив виконати порівняння карт зімкнутості деревостанів GFC та LTCCF на прикладі рівнинних лісів України.

Результати дослідження та їх обговорення. Неперервні поля LTCCF є аналогом глобальної карти динаміки лісових екосистем GFC, проте не містять даних про щорічні площі втрат і відновлення лісів. У цьому відношенні інтерпретація продукту виявляється дещо простішою, хоча також вимагає обґрунтованого вибору порогового значення зімкнутості деревостанів для створення бінарних карт типу «ліс / не ліс». Із цією метою виконано порівняння зазначених карт для території рівнинної частини України, використовуючи створену навчальну вибірку (рис. 1).

На основі рисунку 1 можна стверджувати про певний взаємозв'язок даних LTCCF і GFC, який наближується до лінійного. Для LTCCF характерною є тенденція до недооцінки зімкнутості деревостанів. Як наслідок, для відокремлення вкритих і непокритих лісовою рослинністю ділянок на основі LTCCF порогове значення зімкнутості деревостанів (*threshold*) доцільно зменшити з 40 до 25 %. Грунтовніші висновки про узгодженість карт і пов'язані з цим помилки класифікації можна зробити за рис. 2 і рис. 3.

Із аналізу карти LTCCF випливають певні недоліки відображення вкритих і непокритих лісовою рослинністю ділянок. Зокрема, це стосується максимальної зімкнутості деревостанів, яка не перевищує 80 %, а також незначну кількість спостережень зі значенням зімкнутості 0 %, віднесених до нелісових ділянок. Очевидно, така особливість пов'язана з методикою моделювання зімкнутості, а саме використання як опорної інформації продуктів із низьким просторовим розрізненням. У цілому для вкритих лісовою рослинністю ділянок спостерігається двовершинний розподіл. Відповідно до нього цілком обґрунтованим критерієм для розмежування вкритих і непокритих лісовою рослинністю ділянок можна вважати значення зімкнутості 25 %, яке слугує певним

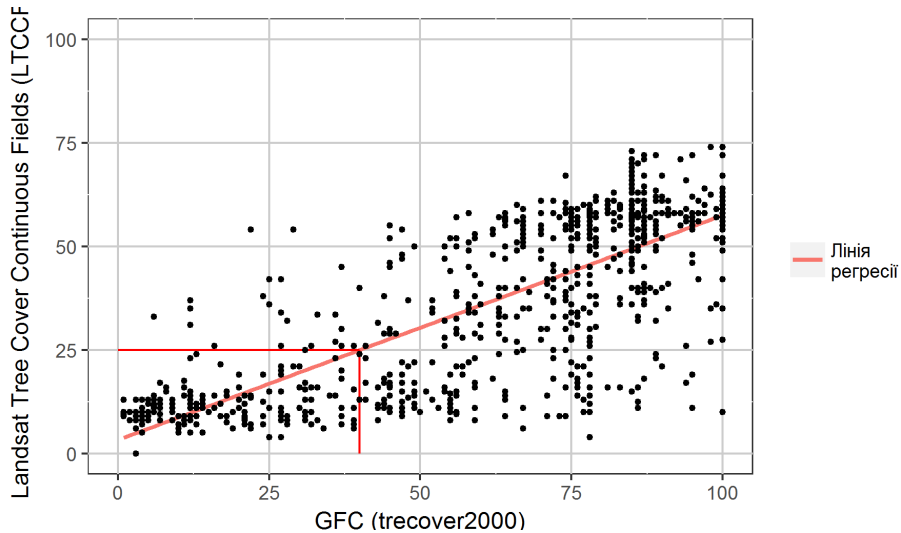


Рис. 1. Співвідношення між даними зімкнутості деревостанів глобальних наборів геоданих LTCCF і GFC

компромiсом для досягнення балансу між помилками класифікації.

Аналогічний аналіз продукту GFC виконувався для частини вибірки, де не було зафіксовано змін, тобто тематичні шари *loss* та *gain* мали значення 0. На відміну від свого аналога, геодані GFC охоплюють увесь діапазон можливої зімкнутості деревостанів, а більша частина непокритих лісовою рослинністю ділянок закономірно має зімкнутість 0 %. Наведений на рис. 3 розподіл є достатньо реалістичним. Відповідно до нього зімкнутість в діапазо-

ні 30–40 % теж виявляється достатньо коректним пороговим значенням (*threshold*) для класифікації.

Впадає у вічі також певне накопичення покритих лісовою рослинністю ділянок у точці 0 %, що змушує дослідити це питання детальніше. У результаті відтворено розподіл зазначеної частини вибірки за категоріями лісових насаджень. Висновок виявився достатньо прогнозованим: більшість із них (60 %) віднесені до ползахисних лісосмуг, які складно дешифрувати при просторовому розрізненні 30 м.

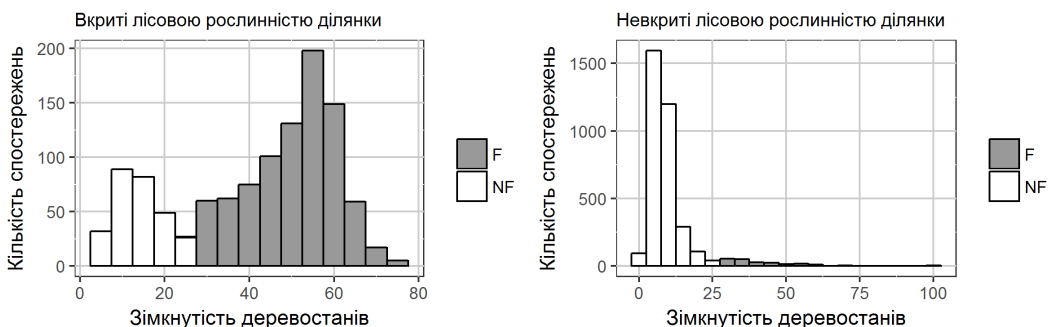


Рис. 2. Розподіл вибірових одиниць за величиною зімкнутості відповідно до даних LTCCF (F, NF – тематичний клас, до якого потрапила вибірова одиниця після класифікації (*threshold* = 25 %); F – вкриті лісовою рослинністю ділянки, NF – непокриті лісовою рослинністю ділянки)

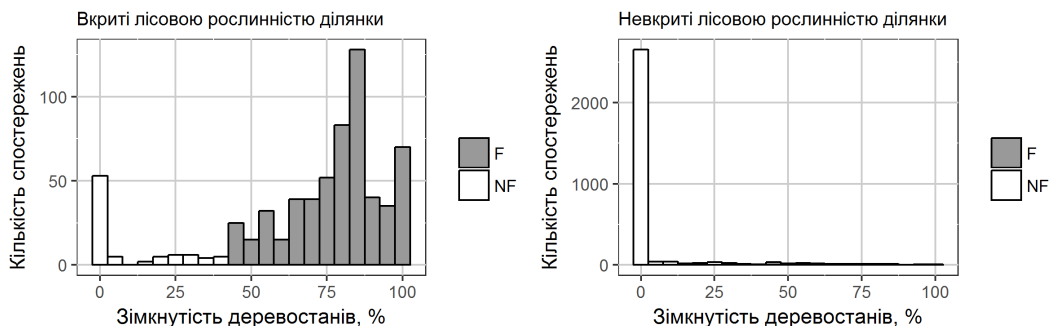


Рис. 3. Розподіл вибіркової одиниці за величиною зімкнутості відповідно до даних GFC (F, NF – тематичний клас, до якого потрапила вибіркова одиниця після класифікації ($threshold = 40\%$); F – вкриті лісовою рослинністю ділянки, NF – невикриті лісовою рослинністю ділянки)

Достатньо цікавим є факт, що практично половина всіх полезахисних смуг не ідентифікуються за даними GFC (рис. 4). Проте ситуація виявляється ще критичнішою для карти LTCCF, відповідно до якої практично всі лісосмуги відносяться до невикритих лісовою рослинністю ділянок.

Отже, наведені рисунки дозволяють зробити певні висновки стосовно можливості класифікації лісового покриву на основі глобальних карт зімкнутості деревостанів. Найбільші помилки класифікації даних GFC виникають у діапазоні значень зімкнутості 45–60 % (рис. 5), коли невикриті лісовою рослинністю ділянки фактично будуть дешифровані як лісові території (NF-F). Імовірність появи обернених помилок пропуску кла-

сифікації (F-NF) набагато менша. Близько 20 % від їхньої загальної кількості виникає під час класифікації насаджень лінійного типу. Помилки цієї групи для продукту LTCCF трапляються значно частіше, оскільки багато лісових насаджень на карті відображаються із зімкнутістю меншою 25 %. Для невикритих лісовою рослинністю ділянок спостерігається протилежна тенденція. Тут більша частина помилок зосереджена в діапазоні значень зімкнутості 25–35 %.

Виконаний аналіз вказує на об'єктивні переваги продукту GFC у контексті картографування й оцінки площі лісів рівнинної частини України. По-перше, зімкнутість різних типів земного покриву відображається в діапазоні від 0 до 100 %, а переважний

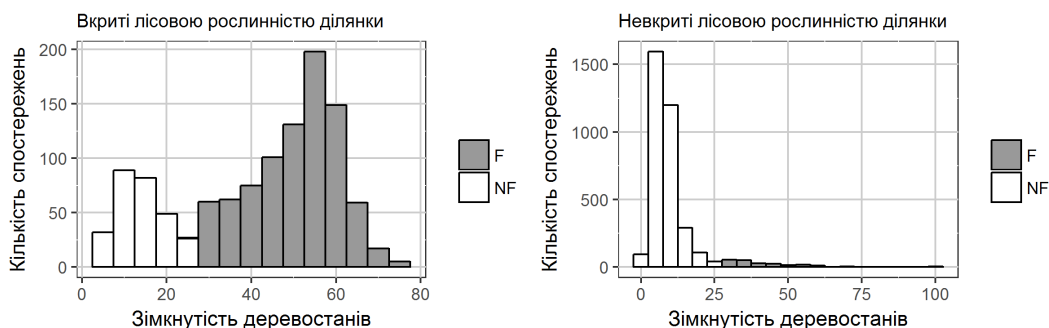


Рис. 4. Зімкнутість полезахисних лісових смуг на картах лісового покриву GFC та LTCCF

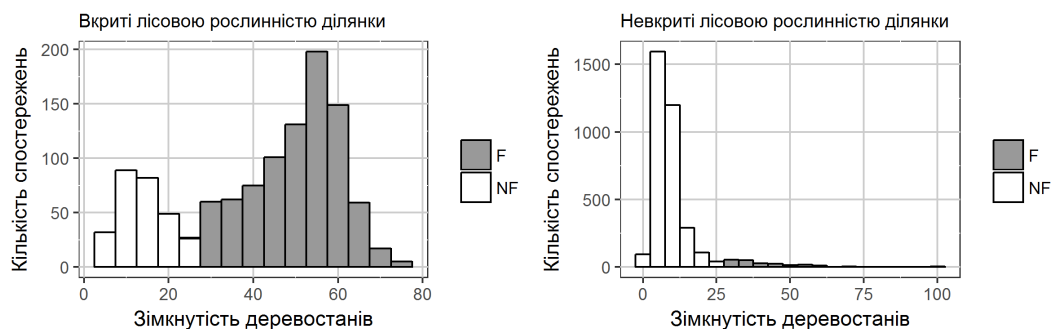


Рис. 5. Розподіл імовірних помилок класифікації продуктів GFC та LTCCF за величиною зімкнутості

більшості непокритих лісовою рослинністю ділянок відповідає значення 0 %. Це дозволяє припустити, що продукт у цілому вдало відтворює неоднорідність відкритих, напівзакритих і закритих ландшафтів. По-друге, проведений аналіз свідчить про меншу ймовірність появи помилок першого і другого роду під час їхньої класифікації.

Також треба відзначити, що карта GFC своїм популярності серед широкого кола професіоналів і представників громадськості завдячують двом тематичним шарам, які відображають зміни в лісовому покриві (*loss* та *gain*). На основі опорного набору даним було проаналізовано розподіл цих тематичних класів за реальними типами земного покриву (табл.). Одержані результати дозволяють визначити певні особливості застосування цього продукту для визначення площі лісових територій та її динаміки. Зазначимо, що в цьому випадку йдеться виключно про ліс у біофі-

зичному розумінні, тобто ділянки суші, зайняті деревною рослинністю з певним пороговим значенням зімкнутості.

Наведена таблиця вказує на ймовірні помилки під час аналізу динаміки лісових екосистем. Точність тематичного шару *loss* (*user's accuracy*) становить близько 70 %, тоді як *gain* – лише 42 %. Аналіз геоданих свідчить, що алгоритм некоректно спрацьовує при комбінації сигналів *loss gain*, зокрема з 518 ділянок, де відбулося відновлення лісу, зазначена умова була зафіксовано лише в 28 випадках. Очевидно, що дані GFC невдало відображають заліснення суцільних зрубів. Також треба відзначити, що практично половина усіх ділянок, віднесених до категорії с.-г. угідь, є фруктовими садами, які геодані не відрізняють від лісових насаджень. З точки зору аналізу динаміки лісового покриву рівнинної частини України встановлені недоліки є критичними, а для задач оцінки площі лісів – особливо не

**Матриця помилок дешифрування тематичних класів GFC,
що відображають динаміку лісів**

| Тематичний шар геоданих GFC | Класифікація | | | | | | | | Усього |
|-----------------------------|--------------|--------------|-----------|-----------------|--------------------|----------------------|---------|----------------|--------|
| | ліс | с.-г. угіддя | травостой | населені пункти | кущова рослинність | водно-болотні угіддя | водойми | інші категорії | |
| Gain | 359 | 44 | 51 | 9 | 69 | 17 | 1 | 5 | 615 |
| Loss | 158 | 20 | 245 | 14 | 57 | 13 | 2 | 9 | 518 |



позначається на загальній точності, оскільки обидва класи займають незначну площу.

Висновки і перспективи. Проведені дослідження мають науково-практичне значення для обґрунтування передмов застосування глобальних карт лісового покриву для картографування лісів України. Одержані результати досліджень дозволяють зробити кількість важливих висновків. По-перше, глобальні карти зімкнутості деревостанів є досить зручним способом відображення лісового покриву, який дозволяє кінцевому користувачу продуктів обирати необхідні критерії для їхньої класифікації. За результатами проведених досліджень запропоновано для умов рівнинної

частини України використовувати для даних GFC порогове значення зімкнутості 40 %, а для даних LTCCF – 25 %. По-друге, доведено певні переваги продукту GFC над своїм аналогом. Це проявляється в більш реалістичному відображенні зімкнутості деревостанів. По-третє, обидва продукти засвідчили свою неспроможність адекватному відображенню стану лісових полезахисних смуг, що ставить під сумнів обґрунтованість їхнього застосування для картографування лісів степової зони України. По-четверте, дані GFC неадекватно відображають втрати лісів / лісовідновлення, у зв'язку з чим оцінки динаміки площі лісів за цим продуктом можуть бути невірними.

Література

1. Динамика площадей древесных насаждений Московского региона за 2010-2013 годы / П. В. Онтиков и др. Лесной вестник. 2016. Вып. 1. С. 184–188.
2. Лакида П. І., Миронюк В. В., Гілітуха Д. В. Аналіз та інтерпретація карти високого просторового розрізнення лісових екосистем Полісся України Збалансоване природокористування. 2014. № 4. С. 5–9.
3. Миронюк В. В., Георгіян М. І. Застосування стратифікованої вибірки для регіональної оцінки площі лісів України за даними глобальних карт лісового покриву. Збалансоване природокористування. 2017. Вып. 1. С. 69–74.
4. Побудова карти лісів України за даними глобальних цифрових карт земельного покриву / М. Ю. Лесів та ін. Науковий вісник НЛТУ України. 2012. Вып. 22.9. С. 24–30.
5. A global reference database from very high resolution commercial satellite data and methodology for application to Landsat derived 30 m continuous field tree cover data / B. Pengra et al. Remote Sensing of Environment. 2015. Vol. 148. P. 42–57.
6. A model for the propagation of uncertainty from continuous estimates of tree cover to categorical forest cover and change / J. O. Sexton et al. Remote Sensing of Environment. 2015. Vol. 156. P. 418–425.
7. Collect Earth: Land Use and Land Cover Assessment through Augmented Visual Interpretation / A. Bey et al. Remote Sensing. 2016. Vol. 8. P. 24.
8. Global, 30-m resolution continuous fields of tree cover: Landsat-based rescaling of MODIS vegetation continuous fields with lidar-based estimates of error / J. O. Sexton et al. International Journal of Digital Earth. 2013. Vol. 6(5). P. 427–448.
9. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change / P. Olofsson et al. Remote Sensing of Environment. 2014. Vol. 148. P. 42–57.
10. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change / M. C. Hansen et al. Science. 2013. Vol. 342. P. 850–853.
11. Modeling Percent tree canopy cover: a pilot study / J. W. Coulston et al. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 2012. Vol. 78. № 7. P. 715–727.
12. Percent tree cover mapping from Envisat MERIS and MODIS data / S. Berberoglu et al. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2008. Vol. XXXVII. Part. B8. P. 1115–1119.
13. Song X. P., Tang H. Accuracy assessment of Landsat-derived continuous fields of tree cover products using airborne LIDAR data in the Eastern United States. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2015. Vol. 47(W4). P. 241–246.



References

1. Berberoglu, S., Donmez, C., Ozkan, C., & Sunar, F. (2008). Percent tree cover mapping from Envisat MERIS and MODIS data. XXI st ISPRS Congress, XXXVII-B8, 1115-1119.
2. Bey, A., Diaz, A. S. P., Maniatis, D., Marchi, G., Mollicone, D., Ricci, S., . . . Miceli, G. (2016). Collect Earth: Land Use and Land Cover Assessment through Augmented Visual Interpretation. *Remote Sensing*, 8(10). doi:10.3390/rs8100807
3. Coulston, J. W., Moisen, G. G., Wilson, B. T., Finco, M. V., Cohen, W. B., & Brewer, C. K. (2012). Modeling Percent Tree Canopy Cover: A Pilot Study. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 78(7), 715-727.
4. Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., . . . Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342(6160), 850-853. doi:10.1126/science.1244693
5. Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42-57. doi:10.1016/j.rse.2014.02.015
6. Pengra, B., Long, J., Dahal, D., Stehman, S. V., & Loveland, T. R. (2015). A global reference database from very high resolution commercial satellite data and methodology for application to Landsat derived 30 m continuous field tree cover data. *Remote Sensing of Environment*, 165, 234-248. doi:10.1016/j.rse.2015.01.018
7. Sexton, J. O., Noojipady, P., Anand, A., Song, X. P., McMahon, S., Huang, C. Q., . . . Townshend, J. R. (2015). A model for the propagation of uncertainty from continuous estimates of tree cover to categorical forest cover and change. *Remote Sensing of Environment*, 156, 418-425. doi:10.1016/j.rse.2014.08.038
8. Sexton, J. O., Song, X. P., Feng, M., Noojipady, P., Anand, A., Huang, C. Q., . . . Townshend, J. R. (2013). Global, 30-m resolution continuous fields of tree cover: Landsat-based rescaling of MODIS vegetation continuous fields with lidar-based estimates of error. *International Journal of Digital Earth*, 6(5), 427-448. doi:10.1080/17538947.2013.786146
9. Song, X. P., & Tang, H. (2015). Accuracy assessment of Landsat-derived continuous fields of tree cover products using airborne LIDAR data in the Eastern United States. *Iwidf 2015*, 47(W4), 241-246. doi:10.5194/isprsarchives-XL-7-W4-241-2015
10. Lakyda, P. I., Myroniuk, V. V., & Hilitukha, D. V. (2014). Analiz ta interpretatsiia karty vysokoho prostorovoho rozriznennia lisovykh ekosystem Polissia Ukrainy [Analysis and interpretation of high-resolution global forest map for Ukrainian Polissya]. *Balanced Nature Using*, 4, 5-9.
11. Lesiv, M. Yu., Shchepashchenko, D. H., Shydenko, A. Z., & Bun, R. A. (2012). Pobudova karty lisiv Ukrainy za danymy hlobalnykh tsyfrovyykh kart zemelnoho pokryvu [Creation of forest map for Ukraine using global land cover maps]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 22.9, 24-30.
12. Myroniuk, V. V., & Heohiiian, M. I. (2017). Zastosuvannia stratyfikovanoi vybirky dlia rehionalnoi otsinky ploshchi lisiv Ukrainy za danymy hlobalnykh kart lisovoho pokryvu [Application of stratified sampling for regional estimation of forest area in Ukraine using global forest maps]. *Balanced Nature Using*, 1, 69-74.
13. Ontikov, P. V., Shchepashchenko, D. G., Karminov, V. N., Dyurauer, M., & Martynenko, O. V. (2016). Dinamika ploshchadej drevesnyh nasazhdenij Moskovskogo reiona za 2000-2013 roky [Dynamics of the area of tree cover in the Moscow region for the years 2000-2013]. *Forestry Bulletin*, 1, 184-188.

SUMMARY

V. Myroniuk. Accuracy assessment of global tree cover maps in the lowland plains of Ukraine/ *Biological Resources and Nature Management*. – 2018. – 10, №1-2. – P.115-123.

The global Landsat-based forest maps are of great importance both for scientists and society as a tool for forest monitoring. The paper presents detailed analysis of accuracy of two popular forest/tree cover datasets for mapping lowland plains forests of Ukraine at 30 m spatial resolution – Global Forest Change (GFC) and Landsat Tree Cover Continuous Fields (LTCCF). To analyze the products, the reference dataset was collected which included about 4700 sampling points randomly distributed within 21 regions of Ukraine. Google and Bing Maps images were used for interpretation of sampling points. Afterwards, tree cover values for GFC and LTCCF datasets were extracted using reference dataset. The



comparison of analyzed datasets showed that LTCCF has systematically lower values of tree cover. It was also concluded that significant level of first- and second-order errors takes place during classification of the datasets, but their magnitude tends to be higher for LTCCF. The accuracy of both maps is not enough to predict tree cover of windbreaks, however LTCCF is less accurate. It was also found that GFC is more preferable for practical use. Selection the tree

cover value of 40 % as threshold for classification is more reasonable for GFC while 25 % - for LTCCF dataset. The analysis of two additional thematic layers of GFC map that represent forest cover change showed that they are not accurate enough to represent forest dynamics.

Keywords: forest cover, forest mask, Landsat, Global Forest Change, Tree Cover Continuous Fields

АННОТАЦІЯ

В. В. Мирнонюк. Аналіз точності глобальних карт сомкнутості дровостоев для території рівнинної частини України // Біоресурси і природопольовання. – 2018. – 10, №1–2. – С. 115–123.

Глобальні карти лісного покрива, створені на основі супутникових знімків Landsat, представляють значительний інтерес для учених і громадськості як інструмент моніторингу лісів. В зв'язі з цим в роботі на прикладі рівнинних лісів України виконаний детальний аналіз точності двох широко відомих карт сомкнутості дровостоев з просторовим розрешенням 30 м – Global Forest Change (GFC) і Landsat Tree Cover Continuous Fields (LTCCF). Для аналізу цих продуктів створено набір опорної інформації об'ємом околом 4700 слукайних одиниць, котрі рівномірно розподілені на території 21 області України. Для інтерпретації виборочних одиниць використано знімки сервісів Google та Bing Maps. На основі створеної виборки, отримано значення сомкнутості дровостоев в відповідності з двома аналізованими картами. Порівняння продуктів GFC і LTCCF показало, що останній з них містить систематично менші значення сомкнутості дровостоев. Для

обоих продуктів при класифікації існує певна ймовірність появи помилок першого і другого роду, хоча для даних LTCCF вона більша. Також було доведено неадекватність обох карт з точки зору відображення сомкнутості поземних лісових мас, причому помилки LTCCF також є більшими. Як наслідок, в роботі зроблено висновок про переваги даних GFC, а для практичного використання запропоновано використовувати значення сомкнутості 40% – для карти GFC і 25% – для карти LTCCF, як найбільш обґрунтовані критерії для розділення покритих і непокритих лісової рослинністю ділянок. Аналіз двох тематичних шарів карти GFC, що відображають зміни в лісовому покриві (loss і gain), показав недостатню точність цього продукту для оцінки динаміки лісів.

Ключові слова: лісність, лісова маска, Landsat, Global Forest Change, Tree Cover Continuous Fields