

SECTION 5. PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL RESEARCH

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-541-9-15>

THE KEY ISSUES AND BASIC CRITERIA TO VERIFY THE RESULTS OF SOIL DECODING BY SPACE IMAGERY

КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ ТА ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ДО ВЕРИФІКАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДЕШИФРУВАННЯ ҐРУНТУ ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ

Byndych T. Yu.

*Doctor of Agricultural Sciences,
Senior Researcher,
Leading Researcher at the Laboratory
of soil protection from erosion
and remote research methods
National Scientific Center "Institute
of Soil Science and Agrochemistry
named after O. N. Sokolovsky"
Kharkiv, Ukraine*

Биндич Т. Ю.

*доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
лабораторії охорони ґрунтів
від ерозії та дистанційних
методів досліджень
Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та
агрохімії імені О. Н. Соколовського»
м. Харків, Україна*

Розробка вдосконалених, високотехнологічних підходів у дослідженні ґрунтових ресурсів на основі даних космічної зйомки, що представляє один з пріоритетних напрямів світової науки, потребує визначення ключових питань та системи критеріїв щодо верифікації результатів ґрунтового дешифрування даних багатоспектрального космічного сканування (БСКС) високого просторового розрізнення як об'єктивної інформаційної основи раціонального природокористування та сприятиме інтеграції України в європейські інформаційні системи моніторингу довкілля. Постійне вдосконалення засобів космічного сканування, доступність значного фонду високоякісних космічних знімків, велике різноманіття ґрунтів та високий рівень розораності території нашої країни дозволяють створити в Україні ефективну систему фахового та суспільного контролю за використанням земельних та ґрунтових ресурсів за даними БСКС, що включатиме цифровий опис значного переліку властивостей ґрунтів та неоднорідності ґрунтового покриття (ГП), а також встановлення його регіональних особливостей.

Багаторічний досвід створення та використання сучасних систем інформаційного забезпечення для моніторингу та моделювання ГП в межах сільськогосподарських земель за даними БСКС, що отримано співробітниками ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського», дозволив визначити, що верифікація результатів ґрунтового дешифрування даних БСКС є процесом багатоаспектного відтворення доказів або аргументів відповідності отриманої в результаті ґрунтового дешифрування інформації про властивості ґрунтів та неоднорідність ГП до еталонних та емпіричних даних (пряма або безпосередня верифікація) або до теоретичних положень, які логічно описують або пояснюють емпіричні дані (непряма або опосередкована верифікація), що характеризують закономірності просторового розподілу властивостей ґрунтів. Верифікація є завершальною складовою в сучасній методології використання даних БСКС для дослідження ґрунтів, моделювання неоднорідності ГП та виконується за методами перевірки характеристик створеної наукової продукції (ґрунтово-картографічні матеріали, геостатистичні оцінки та моделі й тощо) із заданими до неї вимогами дослідника. Результатом верифікації є висновок про відповідність отриманої, внаслідок дешифрування, продукції – заданим вимогам за верифікаційним принципом, згідно з яким зміст наукових теорій або уявлень може бути зведеним до змісту емпіричного знання або до теоретичної складової, що лише опосередковано може бути підтверджена або спростована емпіричною верифікацією [1].

Завдяки впровадженню цифрових методів дослідження ГП, а також впровадженню GPS вимірювань та методу БСКС для створення актуальних ґрунтово – картографічних матеріалів, кінцевою продукцією сучасних ґрунтових досліджень зазвичай стають бази геопросторових даних, які складають основу практичної діяльності людини для планування, прогнозування та підтримки прийняття рішень в екології, управлінні природними ресурсами та агровиробництві. В розвинених країнах світу географічна інформація розглядається як одна з найважливіших складових в переході від індустріального до інформаційного суспільства, як нова економічна і ресурсна категорія [2]. Тому під час верифікації результатів ґрунтового дешифрування даних БСКС доцільно керуватися принципами нової технології і стратегії технічного регулювання, що існують в ЄС, а також положеннями нових стандартів і нормативно-технічних документів, які встановлюють вимоги до складу, структури, форми подання, якості та правил створення, постачання і використання геопросторових даних [3]. В цілому, це сприятиме формуванню відповідної інфраструктури геопросторових даних про властивості ґрунтів та ГП й в Україні.

Багатоаспектність процесу дешифрування, особливо такого складного природного утворення як ГП, численність методів, які використовуються під час обробки зображень, навіть різноманітність алгоритмів та методів візуалізації результатів дешифрування космічної інформації визначають й складний комплекс критеріїв, що дозволяють оцінити якість результатів обробки зображень для дослідження ґрунтів та моделювання неоднорідності ГП. Шляхом узагальнення визначено формальні та емпіричні критерії, які дозволяють оцінювати результати ґрунтового дешифрування даних БСКС для регіоналізації та картографічного моделювання неоднорідності ГП [4].

Зокрема, логічні критерії дозволяють перевірити коректність створених за даними БСКС ґрунтового-картографічних матеріалів або отриманої про властивості ґрунтів інформації до комплексу принципів, правил, законів логіки та ґрунтознавчої науки, а також несуперечливості, що потребує від дослідників або виконавців значного освітнього рівня та якісної професійної підготовки. Емпіричні критерії, що представляють сукупність експериментальних даних (або тестової вибірки) дозволяють обґрунтувати використання даних БСКС для визначення ґрунтових властивостей, оцінити достовірність взаємозв'язку оптичних характеристик ґрунтової поверхні, що визначені за даними БСКС з генетичними особливостями ґрунтів, параметрами основних ґрунтових властивостей, а також діагностувати та оцінити закономірний характер варіабельності ґрунтових властивостей у просторі, що встановлюється за геостатистичними методами аналізу даних. Третя група – критерії оцінки якості картографічного моделювання, які узагальнюють результати диференціації ГП за даними БСКС у вигляді інформаційних показників, що надають можливості для формування регіональних баз даних в системах спостережень за станом ГП.

Окрему групу критеріїв також складають загальні показники оцінювання результатів дешифрування, які дозволяють зробити остаточний висновок про якість дешифрувальних процедур, до яких відносять:

1. Показники точності класифікації [5]: загальна точність класифікації зображень (Overall Accuracy), Каппа-коефіцієнт (Cohen's Kappa), точність виробника (Producer's Accuracy) або дослідника, що показує відсоток вірно класифікованих пікселів для кожного класу ґрунтів у порівнянні з еталонними їх значеннями, а також точність користувача (User's Accuracy), що інтерпретується як можливість того, що піксель, віднесений до певного класу на карті, дійсно представляє цей клас на місцевості.

2. Показники просторової точності: середньоквадратична помилка (RMSE) позиціонування, індекс Жаккара (Jaccard Index) й тощо.

3. Показники тематичної детальності: загальна кількість визначених типів або різновидів ґрунтів та їх відповідність національній класифікації ґрунтів.

4. Показники спектральної роздільності: відстань Джеффріса-Матусіти (Jeffries-Matusita distance) та трансформована дивергенція (Transformed Divergence).

5. Показник часової узгодженості результатів ґрунтового дешифрування.

6. Критерії експертного оцінювання: відповідність результатів дешифрування відомим ґрунтово-географічним закономірностям розподілу ґрунтів у ландшафті, а також практична застосовність.

7. Показник економічної ефективності дешифрування.

В цілому ж, опрацювання більшості з визначених критеріїв під час сумісного аналізу даних БСКС високого просторового розрізнення та геостатистичного аналізу даних наземних досліджень ГП у різних регіонах нашої країни, що реалізовано впродовж 2003–2021 років на площі близько 40 000 га, підтвердило ефективність розробленої методології ґрунтового дешифрування даних БСКС високого просторового розрізнення для діагностики та параметризації латеральної неоднорідності локальних структур ГП як інформаційної основи сучасних великомасштабних досліджень і картографування ґрунтів, розробки систем збалансованого землеробства, моніторингу ґрунтів та раціонального управління ґрунтовими ресурсами.

Література:

1. Філософський енциклопедичний словник: Довідкове видання / за наук. ред. Л. В. Озадовської та Н. П. Поліщука. Київ : Абрис, 2002. 744 с.

2. Groot R., McLaughlin J. Geospatial data infrastructure : concepts, cases and good practice. *Spatial Information Systems and Geostatistics Series*. 2000. Vol. 8. Oxford University Press, 2000. 286 p.

3. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Волчко Є. П. Стандартизація географічної інформації. Міжнародний досвід та шляхи розвитку в Україні. URL: <https://softpro.ua/standartizacija-geografichnoi-informaciii-mijnarodni-dosvid-ta-shljahi-rozvitku-v-ukraiini> (дата звернення 16.09.2024).

4. Биндич Т. Ю. Оцінювання диференціації ґрунтового покритву за допомогою космічних зображень. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. Ч. 2. С. 162–170.

5. Альперт С. І. Сучасні критерії оцінки точності класифікації аерокосмічних зображень. *Математичні машини і системи*. 2013. № 4. С. 187–197.