

ІНТЕГРАЦІЯ ChatGPT У ҐРУНТОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ

Михайлюк В.І., доктор географічних наук, професор
Одеський державний аграрний університет, м. Одеса

Штучний інтелект (ШІ) відкриває нові можливості для аналізу ґрунтових характеристик та створення детальних картографічних матеріалів, що можуть використовуватися в сільському господарстві. Зокрема, впровадження ШІ в порівняльно-географічний метод дозволяє автоматизувати процес збору, аналізу та інтерпретації ґрунтових даних, підвищуючи точність досліджень та скорочуючи витрати на польові обстеження.

Одним із головних аспектів ґрунтового (ґрунтового-агрохімічного) обстеження є визначення просторового розподілу ґрунтових характеристик. Для цього традиційно застосовують методи польового картографування, що включають аналіз морфометричних характеристик розрізів, напіврозрізів, прикопок, а також порівняльно-аналітичний метод для якісної оцінки ґрунтів за комплексом їхніх фізичних, хімічних та фізико-хімічних властивостей. Сучасні технології дають змогу не лише отримувати додаткову інформацію про ґрунтовий покрив за допомогою космічних знімків і алгоритмів машинного навчання, а й ефективно обробляти ці дані для подальшого аналізу.

При ґрунтовому обстеженні невеликих територій, таких як окремі поля сівозміни, характеристика ґрунтів проводиться в репрезентативних точках, вибраних з урахуванням відмінностей у факторах ґрунтоутворення. До таких факторів, насамперед, належать рельєф, рослинний покрив та антропогенний вплив. Отримані дані включають морфометричні характеристики, вміст органічної речовини, потужність гумусового горизонту, вміст елементів живлення, гранулометричний склад, реакцію середовища, вміст вуглекислого вапна тощо. ChatGPT дозволяє структурувати ці показники та об'єднувати ґрунти в групи на основі заданих критеріїв, що спрощує класифікацію та інтерпретацію результатів (рис. 1).

Група 1: Еродовані ґрунти з найменшою потужністю гумусового горизонту (менше 35 см), низьким вмістом органічної речовини та високою карбонатністю. Розрізи: 9, 10.

- Будова профілю: Ґрунти мають найменший гумусовий (Hk) горизонт (26-35 см), під яким залягає порода (Pk) з високим вмістом карбонатів.
- Вміст органічної речовини у верхньому горизонті: 2,28–2,32%.
- Запаси органічної речовини: 78,4–103,7 т/га.
- Із середньолужною реакцією (рН: 8,24).
- Вміст CaCO_3 в орному шарі біля 13,5%.

Характеристика: Ґрунти з найменшими запасами гумусу, високою карбонатністю. Верхній гумусовий горизонт є малопотужним, що свідчить про активний ерозійний вплив.

Рис. 1. Приклад угруповання ґрунтів за допомогою ChatGPT

Одним з ефективних методів картографування ґрунтів є використання ШІ для аналізу космічних знімків. Для цього алгоритми машинного навчання аналізують інтенсивність кольору знімка в певних точках та встановлюють залежність між спектральними характеристиками місця відбору зразка та властивостями ґрунту. Очевидно, що за допомогою такого підходу, наприклад, на території з вираженими ерозійними процесами (з виразними ознаками ерозії на космічному знімку) можна визначити зв'язок між інтенсивністю кольору та вмістом органічної речовини, потужністю гумусового горизонту тощо. Однак результати кореляційного аналізу свідчать про варіативність зв'язку між спектральними характеристиками знімка та ґрунтовими показниками. Так, на окремій ділянці в межах Ізмаїльського району із вираженими ерозійно-делювіальними процесами, встановлено слабку кореляцію між інтенсивністю кольору знімка та вмістом гумусу у поверхневому горизонті. Водночас, більш виражений зв'язок спостерігається між спектральними характеристиками та потужністю гумусового горизонту, що вказує на суттєвий вплив ерозійних процесів на ґрунтовий профіль в цілому, проте свідчить про варіативність їхнього впливу на окремі ґрунтові показники (рис. 2).

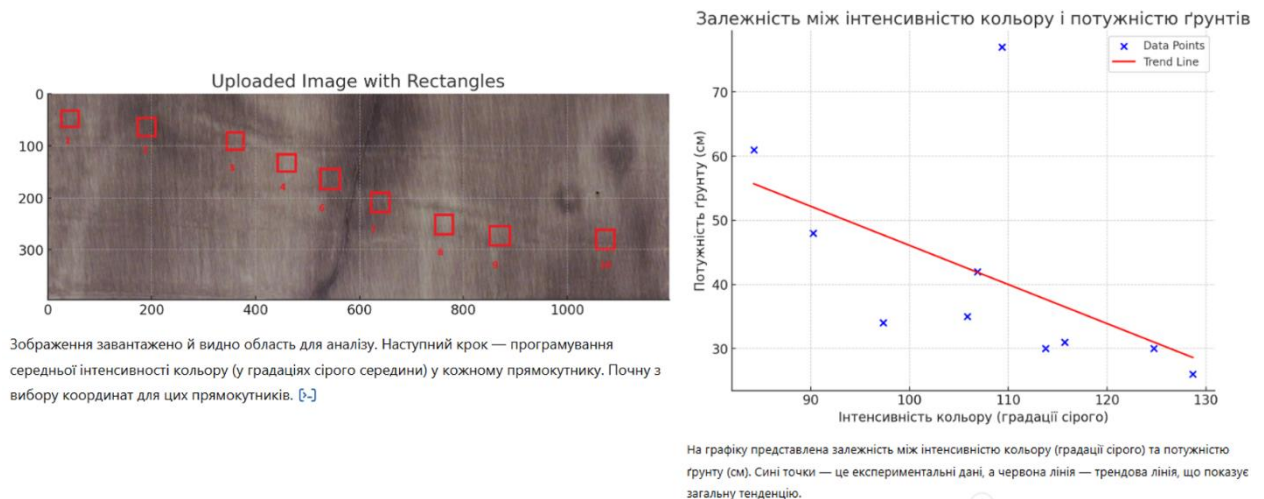


Рис. 2. Виділення місць обстежень і встановлення залежності між інтенсивністю кольору і властивістю ґрунту (у прикладі потужність гумусового горизонту ґрунту)

Після визначення залежностей по окремих місцях відбору зразків, ШІ аналізує всю територію земельної ділянки, виокремлюючи контури з різною інтенсивністю кольору. Ці контури можуть бути використані для побудови ґрунтової карти або картограм. Наприклад, на основі такого аналізу можна виділити ділянки із різним ступенем еродованості ґрунтів, розробити картограми вмісту органічної речовини, потужності гумусового горизонту. Аналіз фотознімків стану сільськогосподарських культур дає змогу використовувати їх як індикатори забезпеченості ґрунту елементами живлення. У такому підході поєднання даних дистанційного зондування з

результатами ґрунтового обстеження в окремих ареалах дозволяє створювати картограми просторового розподілу елементного живлення, що може бути основою для диференційованого внесення добрив.

Аналіз результатів застосування ШІ для опрацювання матеріалів ґрунтового обстеження показав, що потенціал використаної моделі ChatGPT не дозволяє скласти точну ґрунтову карту виключно на основі спектральних характеристик поверхні. Водночас, ChatGPT виявився ефективним інструментом для інтерпретації та узагальнення отриманих даних, що сприяло коригуванню та уточненню меж ґрунтових відмін, встановлених за результатами наземної зйомки (рис. 3).

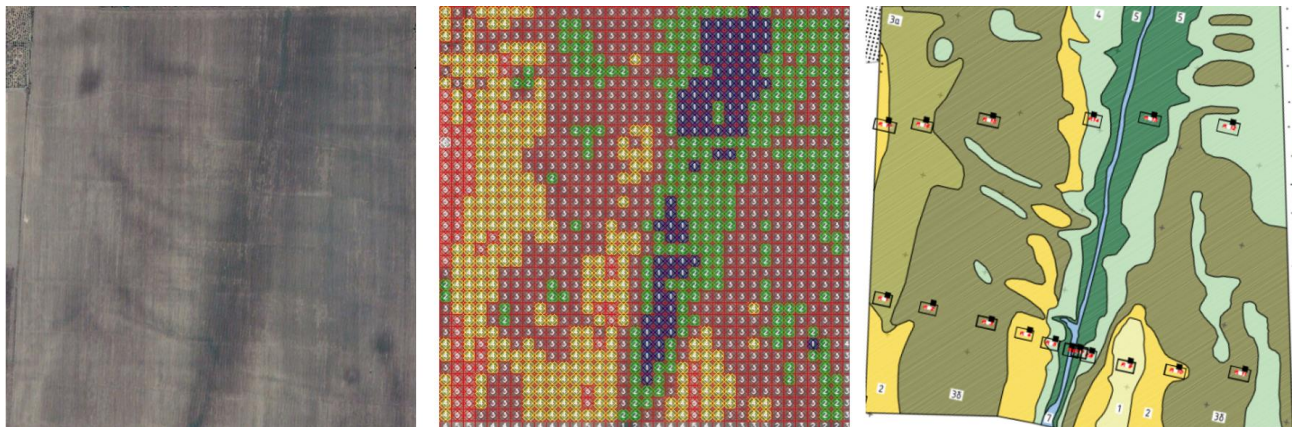


Рис. 3. Виділення за допомогою ШІ рівнів інтенсивності кольору знімка поверхні земельної ділянки і побудова ґрунтової карти

Незважаючи на ефективність цього підходу, існують фактори, що ускладнюють встановлення залежності між інтенсивністю кольору та ґрунтовими характеристиками. Одним із таких факторів є нерівномірний розподіл вологи, який може суттєво впливати на спектральні характеристики знімків і знижувати точність визначення певних ґрунтових показників. Крім того, наявність синузій бур'янів та різноманітність рослинного покриву можуть маскувати відмінності у властивостях ґрунтів, що ускладнює інтерпретацію отриманих даних. Ще одним обмеженням є нерівномірна оранка та інші агротехнічні заходи, які змінюють структуру поверхні ґрунту та його оптичні властивості.

Подальше вдосконалення алгоритмів машинного навчання дозволить отримувати більш точні та оперативні дані про ґрунтовий покрив, що сприятиме розвитку точного землеробства та раціонального використання земельних ресурсів.

Таким чином, використання ШІ в ґрунтових дослідженнях значно підвищує ефективність аналізу та дозволяє отримувати точніші й деталізованіші дані про стан ґрунтів. Автоматизація процесів збору та обробки інформації сприяє зменшенню витрат і підвищенню якості ґрунтових обстежень, що має велике значення для аграрного сектору та екологічного моніторингу.