

УДК 631.4:528.8

ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ LANDSAT 7 ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ГУМУСНОГО СТАНУ ТЕМНО-КАШТАНОВИХ ҐРУНТІВ

С.Г. Чорний, доктор сільськогосподарських наук, професор

Д.А. Абрамов, аспірант

Миколаївський державний аграрний університет

Викладено результати досліджень використання супутника Landsat 7 для моніторингу гумусового стану темно-каштанових ґрунтів.

Ключові слова: гумус, супутникові знімки, червоний спектр, ближній інфрачервоний спектр.

Вступ та огляд літератури. Гумус є одним з найважливіших показників рівня родючості ґрунтів. Його збереження повинно стати одним з пріоритетних напрямків розвитку землеробства. А тому потрібно проводити регулярний моніторинг гумусового стану ґрунтів. Останніми роками рекомендується використовувати супутникові знімки для цієї мети, які здатні суттєво доповнити наземні дослідження і оперативно надавати інформацію про зміни вмісту гумусу у ґрунтах на дуже великих площах.

Для моніторингу гумусу найчастіше використовуються значення яскравості в червоному та інфрачервоному спектрах. Зокрема, згідно з роботою Ачасова А.Б. та Бідолах Д.І. [1], вміст гумусу найбільш тісно пов'язаний зі значеннями яскравості в червоній частині спектру знімка, отриманого камерою КФА-1000 супутника «Ресурс Ф1». Коефіцієнт кореляції дорівнював 0,74. Шатохин А.В. та Линдін М.А. [2], які об'єктом дослідження вибрали чорноземи звичайні Донбасу, при використанні архівних даних багатоспектрального сканування космічного апарату SPOT встановили, що між вмістом гумусу та яскравістю в ближньому інфрачервоному спектрі існує досить тісна залежність ($r = 0,94$). Сахацький О.І. [3]

наводить результати досліджень оцінки вмісту гумусу, за даними космічної зйомки **Landsat 7**, в межах тестових ділянок у Чернігівській та Хмельницькій областях. Статистична обробка даних показала на лінійну кореляційну залежність між спектральними характеристиками **Landsat 7** у червоному спектрі ($r = 0,95$) та ближньому інфрачервоному спектрі ($r = 0,85$) з середнім вмістом гумусу. Трускавецький С.Р. [4] проводив дослідження на полях Житомирського Полісся з використанням багатоспектрального сканування поверхні ґрунту супутником **SPOT**. Встановлено, що є тісний зв'язок між спектральною яскравістю і вмістом гумусу у ґрунті: $r = -0,88$ (зелений спектр), $r = -0,88$ (червоний спектр), $r = -0,90$ (ближній інфрачервоний спектр).

Отже, огляд літератури показує, що найчастіше існує зв'язок між вмістом гумусу та яскравостями поверхні ґрунту в червоному та/або ближньому інфрачервоному спектрі.

Об'єкти та методи досліджень. Дослідження проводили на полігоні «Тузла», що знаходиться біля однойменного села в Березанському районі Миколаївської області в зоні Сухого степу України. Ґрунтовий покрив поля представлений темно-каштановими важкосуглинковими ґрунтами різного ступеня еродованості. Полігон в просторі представляє собою умовний квадрат 450×450 м (координати – верхній лівий кут: $46^\circ 42' 54,64''$ П.Ш., $31^\circ 19' 54,11''$ С.Д.; нижній правий кут: $46^\circ 41' 18,53''$ П.Ш., $31^\circ 22' 16,9''$ С.Д.), який поділявся ще на 25 квадратів розміром 90×90 м.

Актуальні знімки (2012 року) супутника **Landsat 7** завантажувалися з серверу **USGS**, але використовувалися лише 2 із 7 спектральних каналів – 3-й (червоний) з довжиною хвиль $0,63-0,69$ мкм та 4-й (ближній інфрачервоний) з довжиною хвиль $0,78-0,90$ мкм. Роздільна здатність зйомки складає 30 м.

Було розроблено оригінальну методику щодо використання знімків **Landsat 7** для гумусового моніторингу, яка складається з

- визначення за допомогою **GPS** координатів вузлів квадратів (90×90 м);

- визначення за допомогою спеціального ПЗ (ENVI 4.8) значень яскравості пікселів у вузлах квадратів у червоному та ближньому інфрачервоному спектральних каналах;
- розрахунку величин вегетаційного індексу NDVI з метою визначення наявності рослинності на поверхні (значення NDVI не повинно перевищувати 0,15 [3]);
- проведення польових досліджень з відбору зразків ґрунту з поверхневого шару та провести аналіз зразків ґрунту на вміст гумусу [5] (в п'ятикратній повторності).

Результати досліджень та їх обговорення. Отже за допомогою вище описаної методики було визначено яскравості червоного та ближнього інфрачервоного спектрів знімків Landsat-7 для вузлів полігону «Гузла» за три терміни (13.03.2012, 29.03.2012, 31.04.2012). Спектральна яскравість визначена як середнє арифметичне яскравостей чотирьох пікселів навколо вузла. А потім розраховували середнє арифметичне значення яскравостей по вузлам по кожному із трьох знімків. Тобто загальна повторність визначення яскравостей була дванадцятикратною.

Відомим недоліком знімків Landsat-7 є наявність періодичних чорних смуг, які утворилися в результаті неполадок у роботі скануючих пристроїв супутника, а тому при попаданні цих смуг у вузли полігону визначити яскравість неможливо. Наслідком цього є те, що в деяких випадках по кожному вузлу було визначено яскравість в червоному та ближньому інфрачервоному спектрі лише у восьмикратній повторності.

Аналіз літературних даних показує, що між значеннями яскравостей у червоному та ближньому інфрачервоному існує певна залежність. А тому інколи для гумусового моніторингу використовують дані лише по одному каналу – в червоному або ближньому інфрачервоному діапазоні. Але статистичний аналіз наших даних показав, що зв'язок між значеннями цих яскравостей не є повним (рис. 1). Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,81. Тобто взаємна обумовленість досягає близько 80%. Але ще 20% визначається іншими факторами, а тому, на наш погляд, для пошуків залежності між вмістом гумусу

та значеннями яскравості в червоному або і ближньому інфрачервоному діапазоні слід використовувати значення обох діапазонів.

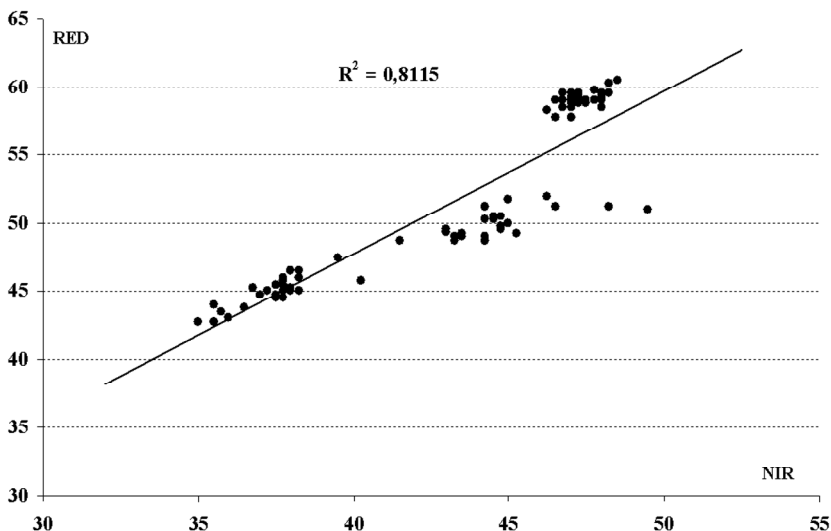


Рис.1. Залежність між яскравостями в червоній (RED) та ближній інфрачервоній (NIR) частині спектру по вузлам полігону «Тузли»

Враховуючи існуючі підходи до цієї проблеми [6], комплексним показником, який повинен найбільш повно характеризувати зв'язок між вмістом гумусу (H) у верхньому шарі темно-каштанового ґрунту та оптичними характеристиками його поверхні, може бути співвідношення між значеннями яскравостей в червоному діапазоні до значень яскравостей в ближньому інфрачервоному (RED/NIR) (табл. 1). Регресійний аналіз показав, що існує параболічна залежність такого виду (рис. 2):

$$H = 50.02(RED / NIR)^2 - 131.44(RED / NIR) + 89.12.$$

Коефіцієнт кореляції рівняння складає $r = 0,63$, коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,40$, стандартна помилка – $0,02$.

Таблиця

Співвідношення значень яскравостей червоної частини спектру на супутникових знімках «Landsat-7» до ближнього інфрачервоного по вузлам полігону «Тузла»

№№ вузла	Терміни визначення		
	13.03.2012	29.03.2012	30.04.2012
1	1,19	1,23	1,15
2	1,21	1,24	-
3	1,19	1,24	-
4	1,21	1,25	1,14
5	-	1,27	1,13
6	-	1,25	1,13
7	1,19	-	1,16
8	1,21	1,24	-
9	1,19	1,27	0
10	1,20	1,23	1,15
11	-	1,24	1,13
12	-	1,27	1,11
13	1,21	-	1,15
14	1,22	1,27	-
15	1,22	1,25	-
16	1,22	1,24	1,13
17	1,24	1,25	1,11
18	-	1,26	1,13
19	1,22	-	1,13
20	1,21	1,26	1,13
21	1,23	1,27	-
22	1,20	1,26	-
23	1,19	1,26	1,11
24	-	1,26	1,11
25	1,14	-	1,12
26	1,19	1,26	1,11
27	1,22	1,23	-
28	1,20	1,24	-
29	1,18	1,24	1,10
30	-	1,23	1,09
31	1,17	-	1,06
32	1,20	-	1,10
33	1,19	1,22	-
34	1,18	1,24	-
35	1,18	1,25	1,18
36	-	1,25	1,03

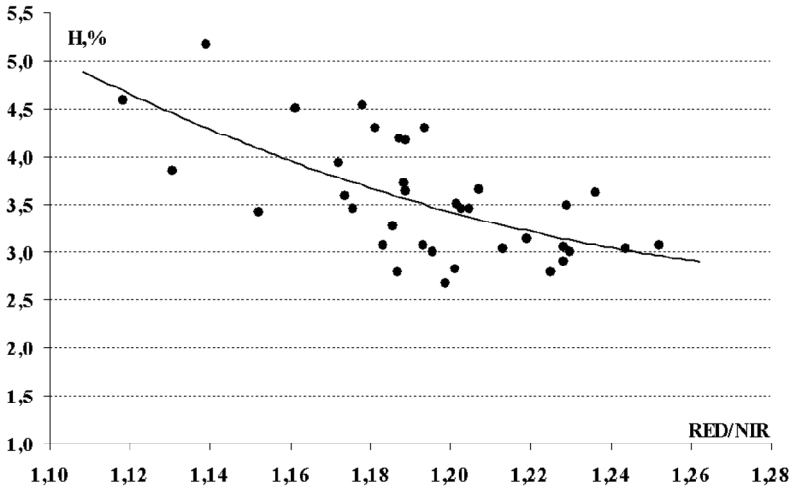


Рис.2. Залежність між вмістом гумусу (Н) в шарі 0-10 см та співвідношенням RED/NIR

Висновки. Запропоновано нові методичні підходи щодо використання супутникових знімків **Landsat 7** в моніторингу гумусного стану ґрунтів. Дослідження показали наявність певних статистичних зв'язків між значеннями яскравостей у червоному та ближньому інфрачервоному діапазоні та вмістом гумусу у верхньому шарі темно-каштанового ґрунту.

Література:

1. Ачасов А. Б. Использование материалов космической и наземной цифровой фотосъемки для определения содержания гумуса в почвах / Ачасов А. Б., Бидолах Д. И. // Почвоведение. — 2008. — № 3. — С. 280—286.
2. Шатохин А. В. Сопряженное изучение черноземов Донбасса наземными и дистанционными методами / Шатохин А. В., Лындин М. А. // Почвоведение. — 2001. — № 9. — С. 1037—1044.
3. Сахацький О. І. Досвід використання супутникових даних для оцінки стану ґрунтів з метою розв'язання природоресурсних задач / Сахацький О. І. // Доповіді Національної академії наук України. — 2008. — № 3. — С. 109—115.
4. Трускавецький С. Р. Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.18 «ґрунтознавство» / Трускавецький С. Р. — Х., 2006. — 24 с.
5. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини : ДСТУ 4289:2004. — [Чинний від 2005-07-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2005. — 10 с. — (Національний стандарт України).
6. Терехов А. Г. Методика оценки содержания гумуса в пахотных землях Северного Казахстана на основе спутниковых данных / А. Г. Терехов, А. М. Кауазов ; Институт космических исследований ЦАФИ МОН. — Алматы, 2006. — С. 358—364.