

УДК 556.131.116:528.8.041.5

Гебрин Л.В., к.т.н. Гладілін В.М.,
Національний авіаційний університет, м. Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГУМУСУ В ГРУНТАХ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ВИМІРЮВАННЯМ ЯСКРАВОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ У ЧЕРВОНОМУ ТА ІНФРАЧЕРВОНОМУ ДІАПАЗОНІ СПЕКТРА

Проаналізовано стан гумусового шару ґрунтів Західної України. Розроблено методуку вивчення динаміки гумусового шару на основі аерокосмічних методів. Визначено кореляційну залежність між спектральними характеристиками космічного знімка Landsat-7 (RED, NIR) з середнім показником вмісту гумусу у межах тестових ділянок.

Ключові слова: аерокосмічні методи, аерокосмічний моніторинг, гумус, кореляція, космічні знімки.

Постановка проблеми. За останні роки спостерігається тенденція до погіршення стану ґрунту, що призводить до такого процесу, як деградація. Деградація ґрунту – сукупність процесів, які приводять до стійкого змінення функції ґрунту, якісних та кількісних показників ґрунту, погіршення та втрати родючості що призводить до втрати зменшення гумусового шару. Сільськогосподарське використання земельного фонду України потребує постійного контролю за станом його родючості, ступенем еродованості, реакцією ґрунтового середовища, а також рівнем забруднення важкими металами, пестицидами та радіонуклідами. Стан ґрунту – важливий індикатор загального стану як екології навколишнього середовища так і економіки земельних ресурсів, в той час як друге визначає ефективність використання земельних ресурсів. Вивчення процесу дегуміфікації вимагає отримання оперативних даних про стан ґрунтів. Дані аерокосмічних досліджень, використані для такого моніторингу, здатні задовольнити вимоги оперативності та є менш коштовними в порівнянні з наземними методами. Розробка методів для ефективного моніторингу родючого (гумусового) шару ґрунту на основі наземної та космічної інформації є надзвичайно актуальною і дозволить фахівцям приймати ефективні оперативні рішення з мінімальними витратами часу, грошових та людських ресурсів, а також підвищити ефективність використання земельних ресурсів в цілому.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження в сфері аерокосмічного моніторингу гумусового шару свідчать про тісний зв'язок між вмістом гумусу та яскравістю поверхні ґрунту в червоному та інфрачервоному спектрі. 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 досліджували чорноземи звичайні установили, 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.

Виклад основного матеріалу. Для проведення дослідження використовувались дані 22-х моніторингових ділянок (МД). Система розташована на території всіх 13-ти адміністративних районів Закарпатської області (рис.1). Ділянки закладені на різних типах ґрунтів і мають форму квадрата розміром 50м*50м та відображають типові характеристики поля.

Природні умови Карпат обумовлюють розвиток дернового, буроземного, підзолистого і болотного типів ґрунтоутворюючих процесів. Особливий характер материнської породи впливає на ґрунти, які тут утворилися. В зоні переважають буроземні, зокрема типові буроземи, дернові та дерново-опідзолені, підзолисті, буроземно-дернові та буроземно-підзолисті ґрунти під трав'янистою і дерев'янистою рослинністю [5].

Методика відстеження динаміки гумусного шару на основі аерокосмічних методів була наступною:

- завантаження супутникових знімків Landsat 7 (2013 року) з серверу *GLOVIS (USGS)*, та використання тільки 2 з 7 спектральних каналів – 3-й (червоний) з довжиною хвиль 0,63-0,69 мкм та 4-й (інфрачервоний) з довжиною хвиль 0,78-0,90 мкм та розрізненістю зйомки 30 метрів;
- суміщення знімку з векторизованою схемою моніторингових майданчиків (МД), створеною в програмному середовищі *ArcGis* для систематизації даних;
- здійснення попередньої обробки зображення в програмному середовищі *EnviroIDL*;

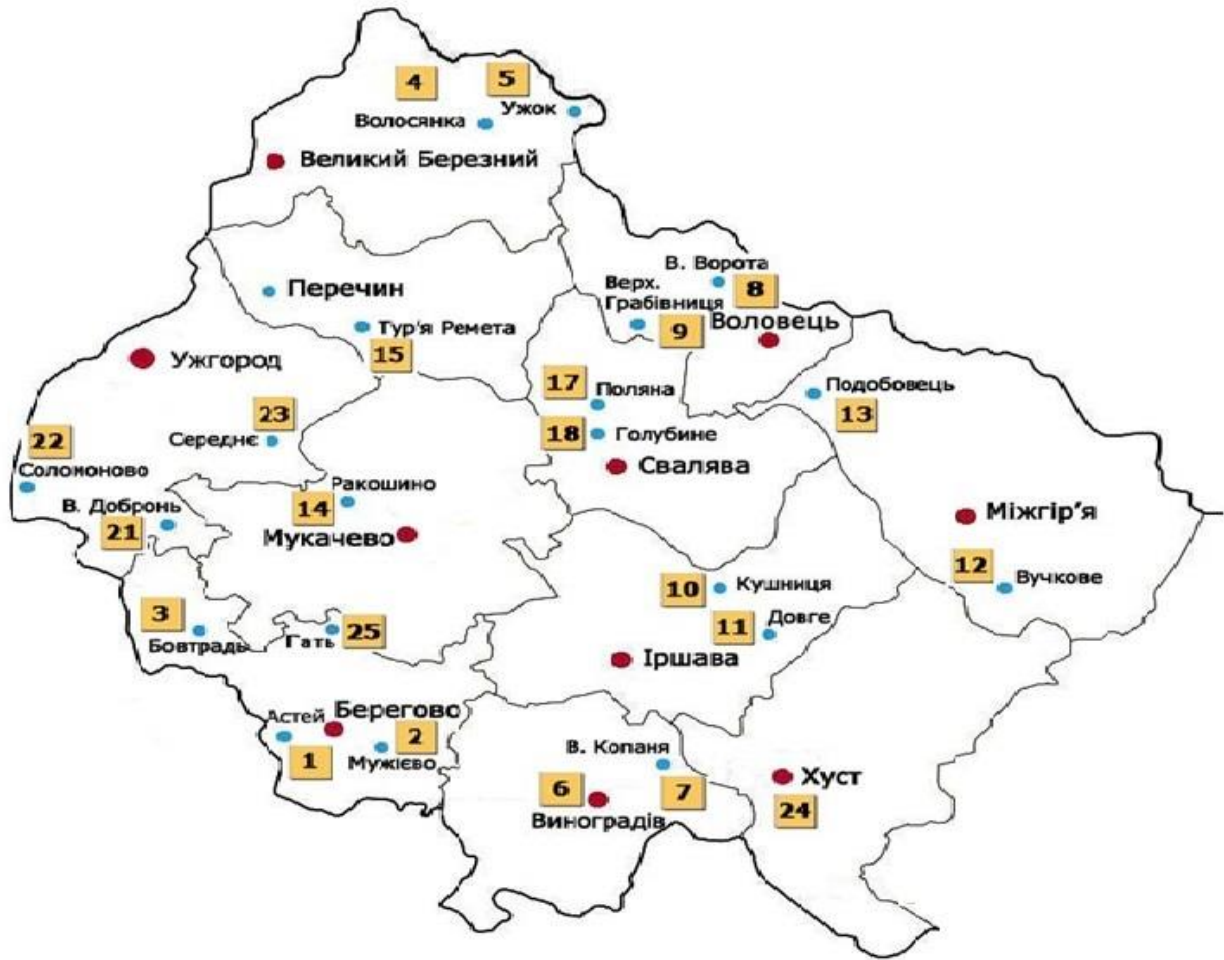


Рис. 1. Картоschema мережі спостережень на моніторингових ділянках.

- визначення значень яскравості пікселів згідно координат МД у червоному та інфрачервоному спектральних каналах;
- обрахування величини вегетаційного індексу $NDVI$ з метою виокремлення ділянок з рослинністю на поверхні (значення $NDVI$ не повинно перевищувати 0,15);
- проведення статистичної обробки супутникових і відповідних наземних даних для визначення кореляційної залежності між спектральними характеристиками космоснімка Landsat-7 у червоній зоні та близькій інфрачервоній зоні спектра з середнім вмістом гумусу для конкретних полів у межах тестових ділянок.

Статистична обробка супутникових і відповідних наземних даних показала чітку кореляційну залежність між спектральними характеристиками космоснімка Landsat-7 у червоній зоні (рис.2а) та інфрачервоній зоні спектра (рис.2б) з середнім вмістом гумусу для конкретних полів у межах моніторингових ділянок. Застосовуючи залежність між спектральними характеристиками космоснімка Landsat-7 у червоній зоні з середнім вмістом гумусу, що має досить велику ступінь кореляції на рівні 0,62, було визначено

для кожного пікселя зображення значення гумусу в межах окремих полів (за умови, що значення *NDVI* у пікселі не перевищує 0,15). Таким чином, подібний підхід може бути застосований для оцінки вмісту гумусу в ґрунтах з урахуванням космічної зйомки із значною деталізацією в межах полів окремих господарств.

Таблиця 1

№ МД	Назва МД	Координати МД	Дані гумусу (2013 р.)	Дані (RED)	Дані (NIR)	Дані NDVI
21	В.Добронь	48°27'34.02"-22°12'48.66'	0,55	105	104	0,093
24	Хуст	48°10'51.0"-23°15'38.58'	0,55	103	102	0,087
6	Виноградів	48°08'10.32"-23°00'19.68'	1,58	99	96	0,068
22	Соломоново	48°31'26.04"-22°12'48.66'	1,86	89	85	0,091
3	Бовтрадь	48°20'48.0"-22°24'39.72'	2,07	93	71	0,074
23	Середнє	48°31'26.04"-22°30'26.64'	2,07	94	80	0,103
11	Довге	48°21'9.54"- 23°15'13.5'	2,17	88	48	0,014
1	Астей	48°10'5.04"-22°34'26.46'	2,24	71	48	0,075
7	В.Копаня	48°10'52.68"- 23°08'31.20'	2,38	81	49	0,060
5	Ужок	48°59'29.7"-22°52'3.06'	2,55	75	74	0,026
2	Мужієво	48°10'32.04"- 22°43'33.12'	2,58	73	55	0,112
12	Вучкове	48°29'47.1"-23°29'22.32'	2,62	77	59	0,076
15	Тур'я Ремета	48 ° 42'16.32"-22°36'51.6'	2,69	70	63	0,066
17	Поляна	48°36'41.52"-22°57'42.54'	3,06	68	49	0,045
14	Ракошино-	48°28'29.4"-22°36'4.14'	3,17	63	58	0,087
25	Гать	48°18'10.02"-22°38'20.70'	3,65	61	64	0,012
18	Голубине	48°33'47.28"-22°57'29.22'	3,93	65	70	0,032
9	В.Гравівниця	48°44'26.76"-23°00'2.70'	3,96	68	74	0,109
4	Волосянка-	48°59'36.66"- 22°45'27.12'	4,2	71	68	0,094
10	Кушниця	48°25'30.18"-23°15'42.66'	4,38	77	71	0,054
8	В.Ворота-	48°43'24.78"-23°11'6.54'	4,55	85	69	0,045
13	Подобовець	48°40'38.1"-23°17'18.66'	4,79	88	72	0,011

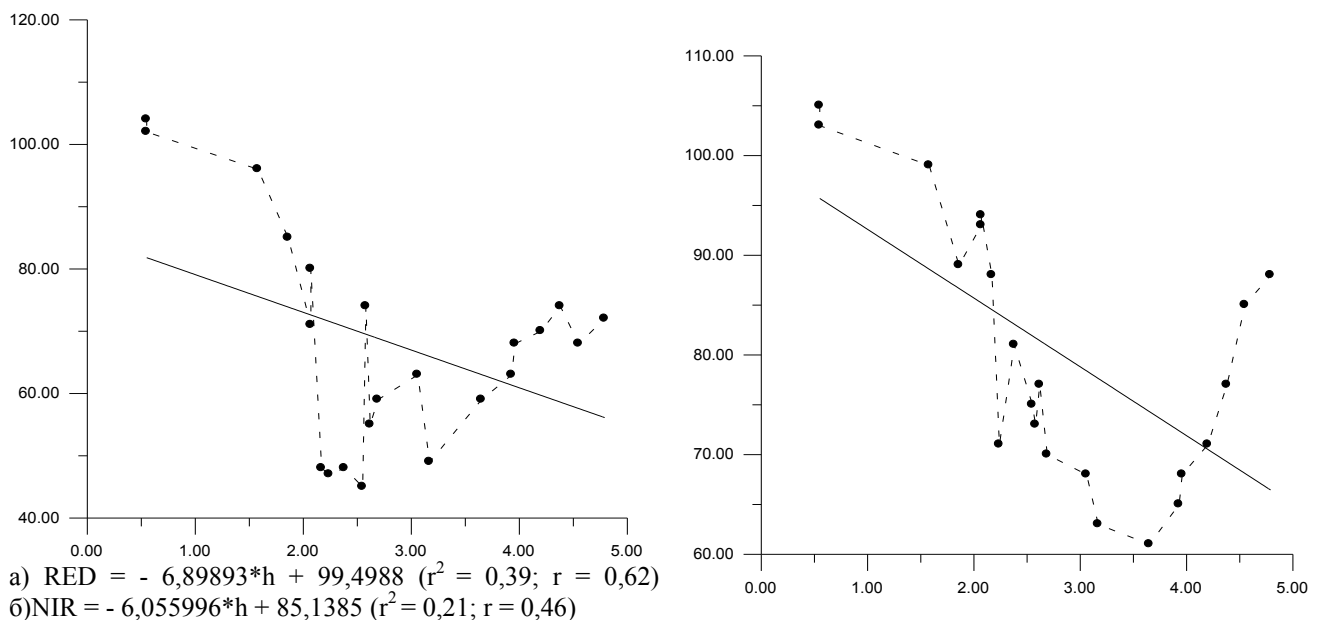


Рис.2. Лінійні кореляційні залежності між інтенсивністю спектрального відбиття знімка Landsat-7 у червоному RED (а) та інфрачервоному NIR (б) каналі та вмістом гумусу (h).

Встановлено лінійну залежність зміни вмісту гумусу від часу обробки землі починаючи з 2011 року:

$$G_A = 0.19A + 2.938 \quad (1)$$

де A – роки визначення (починаючи з 2011 року).

Найменший вміст гумусу 0.55 на ділянках № 21, № 24, а найбільший вміст гумусу 4,79 на ділянці № 13 за 2013 рік (табл.1).

Прогнозне значення вмісту гумусу на 2014 рік за наведеною формулою (1) становитиме :

$$G_A = 0.19 \times 4 + 2.938 = 3.698$$

Прогнозне значення вмісту гумусу на 2015 рік за наведеною формулою (1) становитиме :

$$G_A = 0.19 \times 5 + 2.938 = 3.888,$$

що вище середнього значення показника гумусу в Закарпатській області, який становить 2,90.

Висновки та перспективи подальших досліджень

- 1) В результаті сумісної обробки супутникових та наземних даних проаналізовано сучасний стан гумусованого шару ґрунтів Західного регіону у межах моніторингових ділянок. Середній показник (h) = 2,9 це свідчить, що забезпеченість гумусом знаходиться на низькому рівні;
- 2) Отримано кореляційні залежності між спектральними яскравостями космічних знімків у червоному каналі $G = -6,9h + 99,5$ ($r^2 = 0,39$; $r = 0,62$) та близькому інфрачервоному каналі $G = -6,056h + 85,14$ ($r^2 = 0,21$; $r = 0,46$) та вмістом гумусу в ґрунтах при $NDVI$ не перевищує 0,15.
- 3) На основі запропонованої методики, встановлено, що аерокосмічні методи є ефективним інструментарієм для вивчення динаміки гумусового стану ґрунтів, більш детального картування параметрів ґрунтів в межах окремих полів, господарств та районів, але це потребує детальних наземних первинних даних.

Список використаної літератури

1. Ачасов А. Б. Использование материалов космической и наземной цифровой фотосъемок 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. *Звіт* про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2013 році; за ред. Ю.Ю. Бандуровича. – Ужгород.: «Карпати», – 2014. – 91 с.

Анатоція

Проанализировано состояния гумусированого слоя почв Западной Украины. Разработана методика изучения динамики гумусированого слоя на основании аэрокосмических методов. Определена корреляционная зависимость между спектральными характеристиками космического снимка Landsat-7 (RED, NIR) с средним показателем содержания гумуса в пределах тестостовых участков.

Ключевые слова: аэрокосмические методы, аэрокосмический мониторинг, гумус, кореляція, космических снимки.

Abstract

The analyzed of soil of humus layer of the Western Ukraine. The developed a method of monitoring the humus content of soil on based of aerospace methods. The results of humus evaluations are well correlated with remote sensing data Landsat-7 (RED, NIR).

Keywords: aerospace methods, aerospace monitoring, humus, correlation, satellite images