

ДОСЛІДЖЕННЯ Й ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ SOIL SURVEY and SOIL QUALITY ASSESSMENT

УДК 631.421:57.087

Оцінка просторових неоднорідностей рельєфу території на прикладі дослідної ділянки «Стукалова балка»

О.В. Круглов, В.П. Коляда*, П.Г. Назарок, А.О. Ачасова, Д.О. Тімченко

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
<p>Отримано 27.06.2017 Отримано після доопрацювання 11.08.2017 Затверджено до друку 15.11.2017 Доступно онлайн 05.12.2017</p> <p><i>Ключові слова:</i></p> <p><i>Цифрова модель рельєфу; ЦМР; Чорнозем звичайний; Властивості ґрунту; Ерозія</i></p>	<p>У статті розкриваються перспективи застосування сучасних ГІС-методів на прикладі аналізу даних цифрової моделі рельєфу (ЦМР) для оцінки деяких екологічних та господарських властивостей рілля на локальному рівні. На території дослідного полігону «Стукалова балка» Слов'яно-Сербського району Луганської області із застосуванням аналізу даних ЦМР проведено оцінювання просторової неоднорідності рельєфу та відображено її зв'язок з показниками режиму і дефіциту зволоження ґрунту та умісту гумусу. Обраховано коефіцієнт кореляції Спірмена між крутістю схилу та умістом гумусу і деякими водно-фізичними властивостями ґрунтів полігону (чорноземі звичайні різного ступеню змитості) – коефіцієнтом зволоження та коефіцієнтом дефіциту вологи. Доведено, що аналіз даних ЦМР є ефективним попереднім заходом перед проведенням польових досліджень територій на локальному рівні (поле – група полів), хоча деякі технологічні аспекти формування масиву даних ще потребують додаткового вивчення та оптимізації.</p>

* E-mail: koliadavalerii@gmail.com

1. Вступ

Останніми десятиліттями відбувається неухильне зростання світового попиту на продовольчі товари, що пояснюється збільшенням чисельності населення Землі. Цей факт вимагає переосмислення відношення до головного засобу сільськогосподарського виробництва – ґрунтового покриву, у тому числі, з метою зниження темпів його деградації шляхом підняття на більш високий методичний рівень заходів із охорони ґрунтових ресурсів.

Сучасне агроекологічне оцінювання земель, особливо для формування землекористування в руслі концепції «адаптивного землеробства», передбачає якнайбільш детальне вивчення всіх природних та господарських умов функціонування агроландшафту [1]. Таке оцінювання не може відбуватись без застосування геоінформаційних (ГІС) технологій, серед можливостей яких на перший план виступають дослідження характеристик рельєфу, що визначають закономірності територіальної організації агроландшафтів та особливості їх господарського використання за допомогою аналізу даних цифрової моделі рельєфу ЦМР [2].

Останнім часом розроблено низку методик, що дозволяють аналізувати різні геоморфологічні показники рельєфу, на заміну традиційним картометричним методам [3]. Такі дослідження стосуються переважно великих територій (адміністративних районів, областей та басейнів річок). Досить успішними є поєднання даних ЦМР та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [4, 5]. Методичний рівень таких робіт можна вважати високим. У той же час досліджень локальних територій – одного або декількох полів, порівняно мало; триває дискусія щодо методичних підходів до їх виконання.

Метою даної роботи є дослідження просторового розподілу рельєфу локальної земельної ділянки за допомогою ЦМР та визначення господарської та екологічної ефективності результатів аналізу такого розподілу на прикладі зв'язку з показниками режиму і дефіциту зволоження ґрунту та умісту гумусу.

2. Об'єкти і методи досліджень

2.1. Об'єкт

Для складання ЦМР та проведення геоінформаційного аналізу рельєфу було обрано частину території дослідного полігону «Стукалова балка» у Слов'яно-Сербському районі Луганської області.

Полігон площею 107 га розташований на схилових елементах балки північної експозиції; крутість схилів від 2° до 10°. Картошхема об'єкту та схема його розташування показані на рис. 1.

Ґрунтовий покрив полігону представлений чорноземом звичайним малогумусним важкосуглинковим на лесоподібному суглинку, різного ступеня еродованості. Тип використання – рілля із чотирьохпільною сівзміною: пар – озимі зернові – зернобобові – соняшник.

Вибір об'єкту був обумовлений рівнем дослідженості території і наявністю масиву архівних матеріалів з характеристики території та ґрунту.

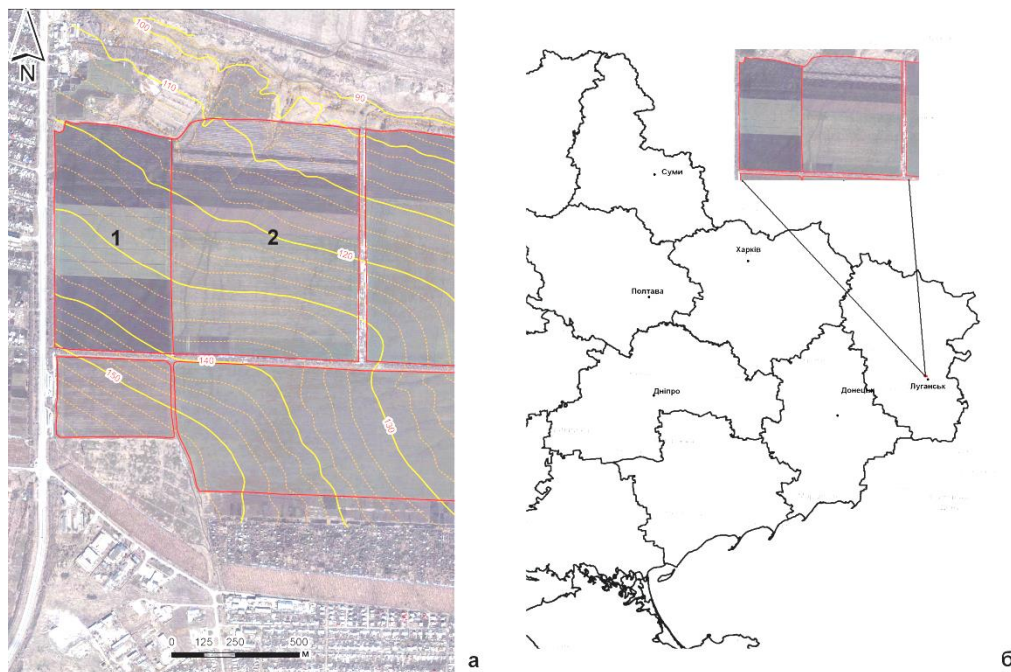


Рис. 1. Схема полігону і розміщення дослідних ділянок 1 і 2 (а) та місцезнаходження об'єкту на адміністративній карті України (б).

2.2. Методи дослідження

ЦМР було побудовано шляхом оцифрування топографічної карти М 1:10 000. Подальші операції здійснено у стандартних середовищах Esri® Map Viewer та Quantum GIS® з використанням методик і способів розрахунків, застосованих деякими дослідниками раніше [6-9].

Для визначення зв'язку характеристик рельєфу з екологічними та агрономічними характеристиками ґрунтового покриву території досліджень було використано базу даних, описану в роботі В.О. Белоліпського та М.М. Полуляха [10]. Імпортовані дані стосувалися просторового розподілу таких характеристик ґрунтового покриву: зволоження (коефіцієнти зволоження та дефіциту зволоження у певні періоди вегетації); вміст гумусу і щільність будови ґрунту у межах орного шару; коефіцієнт змитості. Оцінювання ступеню зв'язку виконано за допомогою методики порівняння карт Дж. Девіса у середовищі Quantum GIS® [11]. Було обчислено вибіркового коефіцієнт кореляції (при цьому задовольняються всі умови методики: проби мають однакове місце розташування й однаковий рівень значень) та таксономічну відстань.

Гістограми та дані для таблиць було отримано після обробки матеріалів дослідження у програмному середовищі Statistica®.

3. Результати дослідження

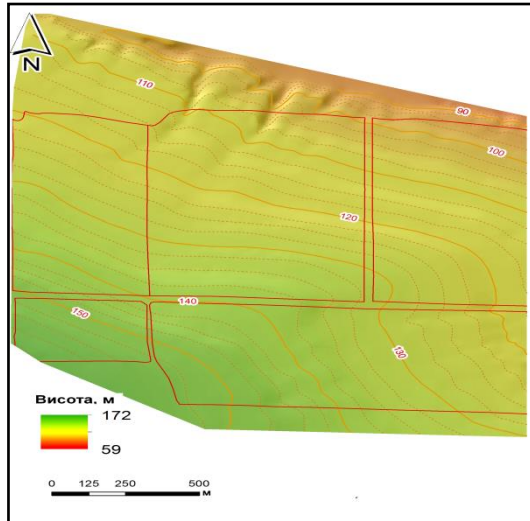


Рис. 2. ЦМР території досліджень

На рис. 2 представлено ЦМР рельєфу, що була побудована в результаті оцифрування топографічної карти. За допомогою Quantum GIS було імпортовано значення абсолютної висоти. Подальшу статистичну обробку масиву інформації проводили за допомогою програмного пакету Statistica.

На основі первинного матеріалу було побудовано гістограми розподілу гіпсометричних даних території досліджень (Рис. 3). На рисунку зображено характеристику розподілу показника для всього полігону (гістограма ясно-сірого кольору) та окремо виділено гістограму для дослідної ділянки 2 (темно-сірого кольору). З огляду на попередній характер дослідження масштабом представлення даних було вибрано 1 м. Це дозволяє, крім іншого,

зважаючи на недоліки технології створення ЦМР, рекомендувати шляхи її оптимізації.

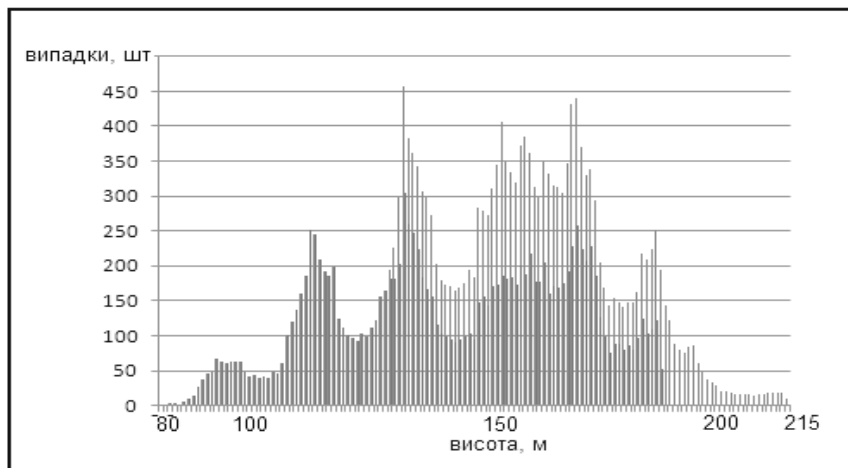


Рис. 3. Гістограма розподілу гіпсометричних показників (гіпсометрична крива) території полігону (ясно-сірого кольору) та дослідної ділянки 2 (темно-сірого кольору).

Полімодальний характер гістограми підкреслює неоднорідність розподілу гіпсометричних позначок території полігону. Спосіб встановлення статистичних характеристик аналізом даних ЦМР показує більш високі якісні показники (дисперсія і коефіцієнт варіації) (Табл.1) порівняно з даними В.О. Белоліпського [10].

Таблиця 1.

Статистичний аналіз значень гіпсометричних показників території дослідного полігону

Об'єкт	Число спостережень	Середнє арифметичне, м	Стандартне відхилення, м	Коефіцієнт варіації, %	Абсолютна помилка середнього, м
Полігон ¹	19	131,51	12,69	8,1	2,91
Полігон	21238	125,01	9,97	7,8	0,053
Ділянка 1	7974	130,34	7,70	5,9	0,086
Ділянка 2	13268	121,94	9,85	7,4	0,085

¹ За архівними даними В.О. Белоліпського

У таблиці 1 показано статистичні характеристики розподілу гіпсометричних позначок. Дані ЦМР відрізняються від архівних даних, насамперед, за середнім

арифметичним значенням – на 5 %. Коефіцієнт варіації ознаки ділянок 1 та 2 нижчий за загальний по полігону, що є додатковим підтвердженням необхідності розбивки території полігону на більш однорідні складові.

Похідною від отриманої ЦМР є картограма кутів ухилу території полігону (Рис. 4).

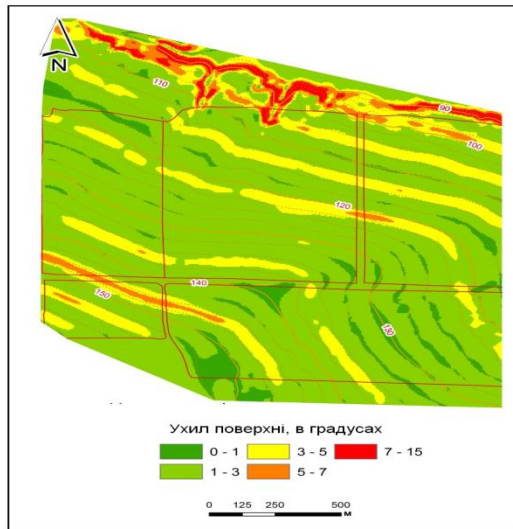


Рис. 4. Картограма кутів ухилу території полігону та прилеглих земель

Розмір елементарної чарунки моделі не дозволив повною мірою обійти відому проблему «уявної терасованості» [3]. Проте картограма дає повне уявлення про проблемні в ерозійному аспекті частини. Для кращої візуалізації процесу на схемі подано також прилеглі землі.

Як бачимо, територія полігону характеризується досить монотонним пониженням у північно-східному напрямку. За межі I та II технологічних груп сільсько-господарських земель виходять значення кутів ухилу обмежених територій в південно-західній частині ділянки 1 та північній частині ділянки 2. Експлікацію площ за цим показником подано в таблиці 2. Середнє значення ухилу полігону – 2,19°, при стандартному відхиленні значень вибірки 1,1. Границі вибірки обчислено як 0,35 – 11,09 градусів.

Д. Девіса (на основі аналізу значень параметрів ґрунту, визначених на 19 точках опорної мережі В. Белоліпського) показало існування додатного зв'язку між досліджуваними параметрами (Табл. 2). Звичайно, малий об'єм вибірки (а, відповідно, і довірчий інтервал) не дає змоги давати рекомендації загального характеру, проте ступінь зв'язку (Табл. 2) вказує на перспективність даного напрямку досліджень.

Таблиця 2.

Коефіцієнт кореляції Спірмена

Фактори	Гіпсометричні показники
Коефіцієнт зволоження у різні періоди вегетації	0,49 – 0,58
Коефіцієнт дефіциту зволоження	0,53 – 0,61
Вміст гумусу	0,63

Порівняння картограм за методом

Ділянка 1 є більш крутосхилою ніж ділянка 2 (Табл. 3). Спираючись на архівні матеріали можна зробити попередній висновок про зниження вмісту гумусу у ґрунтах ділянки 1 порівняно з ділянкою 2.

Таблиця 3

Експлікація площ території полігону за кутом ухилу

Кут ухилу, градусів	Дослідний полігон		Ділянка 1		Ділянка 2	
	кількість точок	%	кількість точок	%	кількість точок	%
0 - 0,5	35	0,16	23	0,17	12	0,15
0,5 - 1	1508	7,10	861	6,49	647	8,12
1 - 2	9564	45,03	5561	41,92	4003	50,22
2 - 3	6217	29,27	4133	31,15	2084	26,14
3 - 5	3395	15,98	2360	17,79	1035	12,98
5 - 7	445	2,09	269	2,03	176	2,21
Понад 7	74	0,34	60	0,45	14	0,18

Найбільш проблемними у господарсько-технологічному розумінні є частини території з кутом ухилу понад 5 градусів. Априорі, маючи негативний прогноз ерозійного статусу вони також характеризуються підвищеними значеннями коефіцієнту дефіциту зволоження у травні-червні та липні-серпні; також слід відзначити тут зниження значення коефіцієнту зволоження у квітні [10]. На нашу думку найбільш важливими на попередньому етапі досліджень є особливості розподілу та статистичні характеристики показника гіпсометричних позначок рельєфу. Ці дані є джерелом інформації про ерозійний потенціал території, шорсткість мезорельєфу, диференціацію території. У проектах сучасних стійких агроландшафтів намагаються мінімізувати показники розмаху вибірки, дисперсії та коефіцієнта варіації значень гіпсометрії [12, 13].

4. Висновки

1. Аналіз даних ЦМР у даному випадку є ефективним засобом проведення передпольових досліджень територій на локальному рівні (поле – група полів), хоча деякі технологічні аспекти формування масиву даних потребують додаткового вивчення та оптимізації.

2. На прикладі полігону «Стукалова Балка» відзначено суттєву кореляцію (на рівні картограм) показників просторового розподілу неоднорідностей рельєфу з деякими екологічними та агрофізичними показниками ґрунту – вмістом гумусу, коефіцієнтами зволоження (квітень) та дефіциту зволоження (літній період).

Список використаної літератури

1. Павлова А.И. Морфометрический анализ рельефа с помощью ГИС. *Интерэкспо Гео-Сибирь*. №4. 2013. С. 1-4.
2. Канатьева Н.П., Лисецкий Ф.Н., Украинский П.А. Применение геоинформационного картографирования для оценки состояния агроландшафтов Северного Приволжья. *Научные ведомости БелГУ. Серия: Естеств. Науки*. 2013. №24 (167). С.157-161.
3. Нарожняя А.Г., Буряк Ж.А. Морфометрический анализ цифровых моделей рельефа Белгородской области разной степени генерализации. *Научные ведомости БелГУ. Серия: Естеств. науки*. 2016. №25 (246). С.169-178.
4. Бульгин С.Ю. Использование интегрального анализа данных дистанционного зондирования и цифровых моделей рельефа при картографировании почвенного покрова черноземной зоны. *Научные ведомости БелГУ. Серия: Естеств. науки*. 2012. №21 (140). С. 115-122.
5. *Дистанционный мониторинг агролесоландшафтов с применением ГИС-технологий* / А.С. Рулев, В.Г. Юферев, А.В. Кошелев, Н.А. Ткаченко. Вестник ВолГУ. Серия 11. Естеств. науки. 2013. №1 (5). С. 51-58.
6. Li Z., Zhu Q., Gold C. *Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology*. CRC Press, 2004. 323 p.
7. Garcia-Rodriguez J.L., Gimenez-Suarez M.C. Comparison of mathematical algorithms for determining the slope angle in GIS-environment. *Revista Aqua-LAC*. Sep. 2010. Vol. 2. P. 78-82.
8. *Creating Maps in QGIS: A Quick Guide*. Created by Bonnie Lui 2013, revised and updated by Alex McVitte in February 2015, Univ. of Waterloo. 25 p.
9. A.P. Sinha, Regulwar D.G. Soil erosion estimation of watershed using Quantum Geographic Information System (QGIS) and Universal Soil Loss Equation (USLE). *International Journal of Science and Research (IJSR) Proc. of National Conference on Knowledge, Innovation in Technology and Engineering (NCKITE)*, 10-11 April 2015. Kruti Institute of Technology & Engineering (KITE). Raipur, Chhattisgarh, India. P. 173-176.
10. Белоліпський В.О., Полулях М.М. Оцінка функціонування агроландшафту за показниками вологозабезпеченості та параметри його оптимізації (методичні рекомендації) / за ред. В.О. Белоліпського. Харків, 2015. 74 с.
11. Девис Д. Статистический анализ данных в геологии (Ч. 2). М.: Недра, 1990. 427 с.
12. Колтунов Н.К. Эколого-ландшафтная организация территории. М.: ИК «Родник», 1998. 128 с.
13. Система геоінформаційно-технологічного забезпечення заходів з охорони ґрунтів від ерозії з урахуванням регіональних особливостей: науково-методичний посібник / Круглов О.В., Тімченко Д.О., Назарок П.Г. [та ін.]. Харків, 2015. 35 с.

UDC 631.4:59 631.6:02

Evaluation of spatial heterogeneity of the territory relief at the example of the research site "Stukalova balka"

O.V. Kruglov, V.P. Kolyada*, P.G. Nazarok, A.A. Achasova, D.O. Timchenko

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine

* E-mail: koliadavalerii@gmail.com

In article there are presented prospects of modern GIS-methods application (for example an analysis of digital elevation model (DEM) data for ecological and administrative evaluation arable land on a local territorial level). On a example of scientific plot "Stukalova balka" (Slaviano-Serbski district of Luhansk region) the trends of distribution of terrain heterogeneities of the relief and their relation with some ecological and economic characteristics of land are determined. A feature of such research is an investigation on the local territorial level "field-group of fields" (Area 107 hectares), that demands an application of new methodical approaches for building a DEM and analysing of data. DEM was built on a base of topography maps (Scale 1: 10000) and determination of some ecological and administrative evaluation soils indicators was conducted by literature sources and archive data. Further data construction and analysis were conducted in Esri® Map Viewer and Quantum GIS® program environments. On the basis of DRM the maps of slope relief gradients were also constructed. Provided cartogram gives a complete picture of the erosion in problem part of the polygon territory. Dispersion of hypsometric marks values of the relief can serve as a criterion for homogeneity/heterogeneity of the site. Defined connections between slope gradient and content of humus and some water and soil physic properties: coefficient of moisture and coefficient of moisture deficit (chernozems ordinary with different level of soil runoff). Analysis of DEM data in this case is an effective way of conducting preliminary field studies at the local level (field - group of fields), although some technological aspects of their formation require further studying and optimization.

Keywords: *chernozem ordinary; digital elevation model; DEM; soil properties; soil erosion.*