

УДК 631.4 : 445.4

А.Б. Ачасов

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва



## КАРТОГРАФУВАННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ

Представлені теоретичні та практичні підходи стосовно дослідження ґрунтового покриття за допомогою геоінформаційних систем і цифрових моделей рельєфу. Встановлені залежності між показниками гідротермічних умов території та рядом важливих параметрів ґрунтів. Показана можливість створення прогнозних ґрунтових картографічних матеріалів на базі встановлених рельєфо-ґрунтових математичних моделей.

**Ключові слова:** ґрунт, вміст гумусу, потужність профілю ґрунту, коефіцієнт ксероморфності, цифрова модель рельєфу, геоінформаційна система, карта.

A. Achasov

### SOIL MAPPING WITH DIGITAL ELEVATION MODEL USE

Theoretical and practical approaches to soil investigation based on geographic information systems and digital elevation model have been presented. Dependence on hydrothermal parameters and some important soil parameters have been considered. Possibility to create forecasting soil maps based on relief-soil mathematical models has been shown.

**Keywords:** soil, humus content, depth of soil, xeromorphous coefficient, digital elevation model, geographical information system, map.

А.Б. Ачасов

### КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА

Представлены теоретические и практические подходы относительно исследования почвенного покрова с помощью геоинформационных систем и цифровых моделей рельефа. Установлены зависимости между показателями гидротермических условий территории и рядом важных параметров почв. Показана возможность создания прогнозных почвенных картографических материалов на базе установленных рельефо-почвенных математических моделей.

**Ключевые слова:** почва, содержание гумуса, мощность профиля почвы, коэффициент ксероморфности, цифровая модель рельефа, геоинформационная система, карта.

**Вступ.** Карта є основним джерелом інформації про головний сільськогосподарський ресурс – ґрунтовий покрив. Фахівцями вже неодноразово зазначалось, що стан ґрунтового картографічного фонду України викликає багато нарікань [3, 4, 8] через його низьку інформативність. Це пов'язано як із застарілістю існуючих картографічних матеріалів, так і з їх недостатньою на сьогодні точністю. Останнє обумовлено цілком об'єктивною причиною – технічною неможливістю повною мірою використовувати математичні методи обробки й інтерполяції одержаних дискретних даних під час складання карт.

**Вихідні передумови.** Традиційно при створенні ґрунтових карт за основу беруться топографічні карти відповідного масштабу. Саме топокарти надають основну інформацію про рельєф місцевості, який можна назвати просторовою матрицею ґрунтоутворення. Вплив рельєфу на ґрунтовий покрив відмічався багатьма дослідниками [5, 7, 10, 11]. Механізм цього впливу полягає у перерозподілі рельєфом надходження сонячної радіації й опадів на поверхню ґрунту, що впливає на мікроклімат місцевості, на водний і тепловий режими ґрунту, а у підсумку – на будову й родючість ґрунту.

Найчастіше для оцінки впливу рельєфу на ґрунтоутворюючі процеси використовувалися його окремі показники: висота, експозиція, крутість, довжина схилу, його форма. При цьому, користуючись термінологією, запропонованою

І.Н. Степановим і співавторами, переважав «безсистемний підхід», який не дає можливості перейти від емпіричних спостережень до ефективного аналізу, встановленню математичних залежностей, а надалі й детального просторового прогнозу варіацій ґрунтоутворюючого процесу залежно від геоморфологічних умов території [9].

Альтернативою є підхід, заснований на сприйнятті ґрунту як складної системи, що ієрархічно є підсистемою (елементом) ландшафту і розвивається за рахунок взаємодії з іншими його елементами. При цьому обов'язковим є урахування всіх причинно-наслідкових зв'язків у ландшафті, зокрема впливу рельєфу не як сукупності окремих показників, але як загальної інтегральної функції, що значною мірою обумовлює розвиток ґрунту. По відношенню до ґрунтознавства А. Джеррард назвав такий підхід «інтеграцією геоморфології й ґрунтознавства» [5].

Безсумнівно, найкращим описом будь-якого явища чи процесу є математична модель, що ґрунтується на чітко визначених фізичних закономірностях. Першим кроком до формалізації ідеї В.В. Докучаєва можна вважати параметризацію надходження до ґрунту двох головних речовинно-енергетичних агентів ґрунтоутворення: сонячної енергії та вологи. Виходячи з наведених вище міркувань, перерозподіл цих величин для невеликої території цілком обумовлюється рельєфом та гранулометричним складом ґрунту. При цьому

сумарне річне надходження прямої сонячної радіації на земну поверхню повністю залежить від нахилу схилу та його експозиції.

**Метою** даної статті є демонстрація можливостей картографування ґрунтового покриву за допомогою геоінформаційного аналізу рельєфу.

**Виклад основного матеріалу.** Об'єктом досліджень був обраний ґрунтовий покрив ландшафтного парку «Печенізьке поле» Печенізького району Харківської області. Польове ґрунтове обстеження території парку проводилось у 2000 і 2002 рр. По його результатах була сформована вибірка з 23-х ґрунтових розрізів. Усі ґрунти репрезентують чорнозем звичайний. До вибірки включалися лише ґрунти без явних ознак змиву/наміву.

Для кожного розрізу були представлені такі дані: вміст гумусу в шарі 0-10 см (Н); вміст фізичної глини в шарі 0-10 см (ФГ); потужність профілю ґрунту (П). За допомогою GPS усі розрізи були прив'язані до топографічної карти масштабу 1:10 000 в ГІС TNTlite. Надалі для кожного розрізу були визначені параметри рельєфу в місці його закладки: експозиція схилу, крутість, абсолютна висота. Основною ідеєю досліджень було створення ґрунтових картографічних матеріалів на основі розробки математичних моделей залежності параметрів ґрунту від його положення у рельєфі.

За інтегральний параметр, що показує вплив мезорельєфу на гідротермічні умови ґрунтоутворення, був узятий запропонований нами коефіцієнт ксероморфності, який показує відношення надходження сонячної радіації на схил певної експозиції та крутості до кількості опадів, що надходять на цей схил:

$$K_k = \frac{K_i}{K_z}, \quad (1)$$

де  $K_k$  – коефіцієнт ксероморфності,  $K_i$  – коефіцієнт інсоляції,  $K_z$  – відносний коефіцієнт зволоження.

Принцип розрахунку та фізична сутність указаних коефіцієнтів були показані нами раніше [1, 2]. Зазначимо лише, що  $K_i$  характеризує надходження прямої сонячної радіації на реальну поверхню схилу порівняно з кількістю радіації, що надходить на вододіл.  $K_z$  дозволяє оцінювати ступінь вологозабезпечення ґрунту залежно від його положення у рельєфі. Ці коефіцієнти розраховуються виходячи з інтегрального врахування експозиції й крутості схилу.

Використання геоінформаційних технологій дозволяє створити зі звичайної паперової топографічної карти цифрову модель рельєфу (ЦМР), яка є своєрідною просторовою матрицею території. Побудова ЦМР дозволяє на основі встановлених рельєфо-ґрунтових математичних моделей генерувати певні ґрунтові

картографічні матеріали. Статистична обробка отриманих даних довела, що між коефіцієнтом ксероморфності та такими важливими показниками, як вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту та потужність профілю ґрунту, існує достовірна кореляція (табл.). Графічний аналіз показав, що залежності Н –  $K_k$  і П –  $K_k$  мають лінійний характер.

Таблиця

Результати кореляційного аналізу

	Н	ФГ	П	$K_k$
Н	1,00	0,64*	0,72*	-0,84*
ФГ	0,64*	1,00	0,20	-0,42
П	0,72*	0,20	1,00	-0,67*
$K_k$	-0,84*	-0,42	-0,67*	1,00

У ході аналізу були отримані такі регресійні рівняння:

$$H = 16,7 - 11,3 \cdot K_k \quad (2)$$

$$P = 335,3 - 225,9 \cdot K_k \quad (3)$$

Одержані моделі показують, що використання коефіцієнту ксероморфності дозволяє описати 68% варіабельності вмісту гумусу у верхньому шарі ґрунту і 42% варіабельності потужності ґрунтового профілю. Таким чином, у ході дослідження чорноземів типових було підтверджено ефективність використання  $K_k$  як ґрунтового індикатора. Раніше такі ж самі результати були отримані нами для чорноземів звичайних [2].

Надалі будувались картограми досліджуваних параметрів ґрунтового покриву. Побудована на попередньому етапі ЦМР даної території перетворювалась спочатку на картограму ксероморфності, а потім, згідно з формулами (2) і (3), – на картограми вмісту гумусу та потужності ґрунтів (рис.).

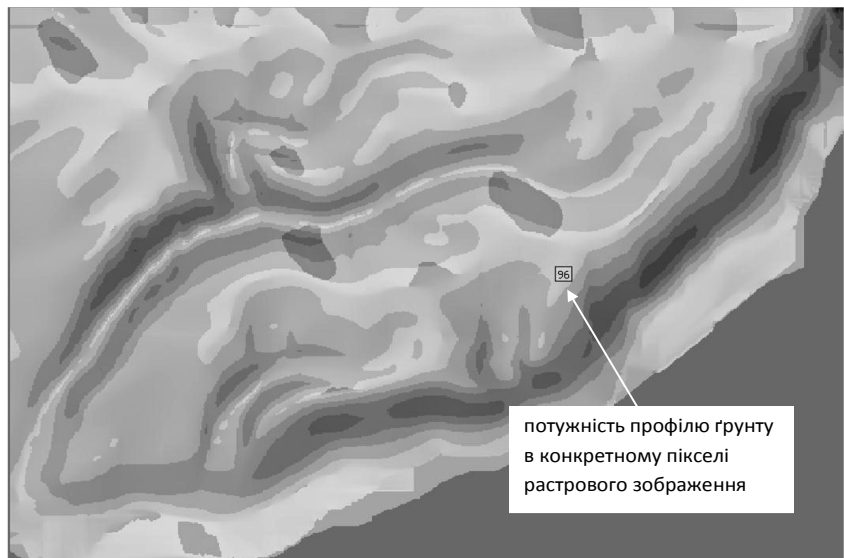


Рис. Електронна картограма потужності ґрунтів ландшафтного парку «Печенізьке поле»

Побудовані картограми призначені, в першу чергу, для прогнозу оцінки ґрунтового покриття досліджуваної території за суто топографічними матеріалами. Вони можуть ефективно використовуватись як вихідні дані при проведенні польових обстежень, що спрямовані на створення нових та корегування існуючих агроекологічних, агрохімічних і ґрунтових картографічних матеріалів. Представлений принцип створення подібних картографічних зразків ґрунтується на чітких фізичних закономірностях перерозподілу рельєфом тепла і вологи як важливих агентів ґрунтоутворення. Це надає змогу зменшити вплив фактору суб'єктивності при виділенні структури ґрунтового покриття традиційними методами та створює передумови для полегшення, уніфікації й автоматизації процесу ґрунтового картографування. Зрозуміло, що первинні матеріали, створені за описаною методикою, є лише прогнозними і потребують обов'язкового корегування та верифікації за рахунок польових досліджень.

Зупинимось ще на одному факті. Безсумнівно, що встановлені коефіцієнти кореляції регресійних моделей (2) і (3) не можуть забезпечувати визначення ґрунтових параметрів за цими моделями та відповідними картографіями з точністю, яка б дорівнювала точності традиційних методів визначення. Але це й у принципі неможливо, враховуючи той факт, що ґрунт є складною стохастичною системою, для якої відсутні відповідні

функціональні моделі [6], а отже, і способи точної опосередкованої індикації. Мова може йти лише про точність «потрапляння» досліджуваного зразка у певний інтервал значень параметра, що визначається. Але ж, виходячи з більшості практичних міркувань, такий підхід є повною мірою виправданим, звичайно, якщо не йдеться, наприклад, про точні й точкові моніторингові спостереження. Зазвичай інтервал досліджуваного параметру буде встановлюватись виходячи з поставлених завдань, і варіабельність параметру всередині його не матиме значення. Прикладами можуть бути традиційні ґрунтові й агрохімічні карти.

**Висновки.** Проведені дослідження довели, що спостерігаються чіткі закономірності варіабельності ґрунтового покриття від мезорельєфу території. На прикладі чорноземів ландшафтного парку «Печенізьке поле» статистично підтверджені закономірності між запропонованими нами показниками оцінки гідротермічних умов території та рядом важливих параметрів ґрунтів (гумусованість, потужність профілю). Показана можливість створення прогнозних ґрунтових картографічних матеріалів на базі встановлених рельєфо-ґрунтових математичних моделей.

**Рецензент – кандидат економічних наук,  
доцент О.Я. Петренко**

#### Література:

1. Ачасов А.Б. К вопросу влияния рельефа на гумусированность черноземов / А.Б. Ачасов // Почвоведение. — 2006. — № 9. — С. 931-938.
2. Ачасов А.Б. Деякі аспекти формалізації гідротермічних умов ґрунтоутворення / А.Б. Ачасов // Вісник аграрної науки. — 2006. — № 9. — С. 17-21.
3. Булыгин С.Ю. О необходимости новой методологии картографии почв / С.Ю. Булыгин, А.В. Шатохин, А.Б. Ачасов, С.Р. Трусовацкий // Грунтознавство. — 2003. — №№ 1-2. — С. 5-10.
4. Булыгин С.Ю. К вопросу дистанционного зондирования земельных ресурсов / С.Ю. Булыгин, А.В. Шатохин, А.Б. Ачасов // Вісник аграрної науки. — 1997. — № 8. — С. 8-12.
5. Джеррард А.Дж. Почвы и формы рельефа / А.Дж. Джеррард; пер. с англ. Р.В. Фурсенко, Е.М. Видре. — Л.: Недра, 1984. — 204 с.
6. Ивахненко А.Г. Моделирование сложных систем: информационный подход / А.Г. Ивахненко. — К.: Наук. думка, 1987. — 136 с.
7. Наконечная М.А. Различия экологических условий на склонах южной и северной экспозиции Центрально-Черноземной области / М.А. Наконечная, В.Е. Явтушенко // Почвоведение. — 1988. — № 10. — С. 139-148.
8. Шатохин А.В. Дистанционное зондирование и геоинформационные технологии при исследовании почвенного покрова / А.В. Шатохин / Третя Українська нарада користувачів аерокосмічної інформації: зб. наук. доп. — К: Знання України, 2001. — С. 48-62.
9. Степанов И.Н., Флоринский И.В., Шарый П.А. О концептуальной схеме исследований ландшафта / И.Н. Степанов, И.В. Флоринский, П.А. Шарый // Геометрия структур земной поверхности. — Пущино: Пущинский науч. центр. — 1991. — С. 9-15.
10. Швец А.В. Влияние рельефа на влажность почвы / А.В. Швец // Метеорология и гидрология. Информ. бюл. — 1967. — № 12. — С. 7—11.
11. Furley P. Relationships between slope form and soil properties developed over chalk parent materials // Slopes form and process. — Ins. Br. Geograp. Spes. Publ., 1971. — № 3. — P. 141-146.