

УДК 631.4:445.4  
© 2012

*С.Ю. Булигін,*  
*член-кореспондент НААН*

*Національна академія  
аграрних наук України*

*А.Б. Ачасов,*  
*доктор сільсько-*  
*господарських наук*

*Харківський національний  
аграрний університет  
ім. В.В. Докучаєва*

## **ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ҐРУНТОВОГО КАРТОГРАФУВАННЯ**

***Запропоновано способи поліпшення методики ґрунтового картографування за впровадженням геоінформаційних технологій. Наведено алгоритм спільного використання даних дистанційного зондування, цифрових моделей рельєфу та архівних ґрунтових карт для створення прогностичних ґрунтових карт. Показано приклад застосування карт під час польового ґрунтового обстеження.***

Основи класичної методики ґрунтового картографування було закладено ще наприкінці позаминулого століття В.В. Докучаєвим. Разом зі становленням уявлення про ґрунт як про природно-історичне тіло, формування якого залежить від дії ряду природних факторів, розпочався розвиток теоретичних і практичних підходів до оцінки впливу кожного з цих факторів та способів його врахування.

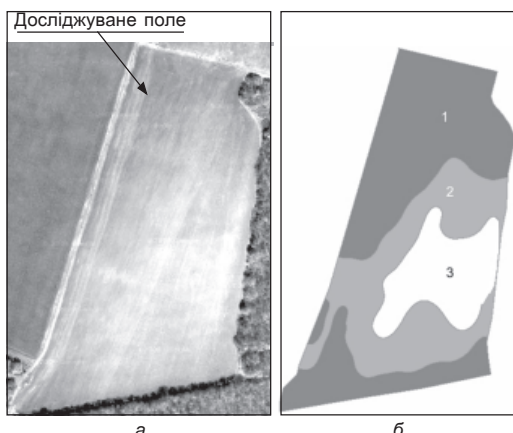
Нині в Україні найдокладнішим нормативним документом, що регламентує порядок складання ґрунтових карт, є «Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям...» [7]. Слід зазначити, що на момент складання ця інструкція була зразковою. Навіть тепер, під час стрімкого розвитку нових технологій та методів одержання й аналізу просторової інформації, ця методика не втратила значущості і залишається базовою у ґрунтовій картографії.

Її головний недолік — відсутність чіткої, кількісно обґрунтованої процедури виділення меж ґрунтових контурів, що призводить до суб'єктивізму під час складання ґрунтової карти та знижує точність останньої. Нанесення ґрунтових меж на карту рекомендується виконувати окомірною, дотримуючись природних змін рельєфу, гідрографічної мережі, рослинності, тону аерофотознімка та ін. [5, 7]. Зазначений недолік зумовлений складністю ґрунтового покриву як об'єкта дослідження, що можна пояснити об'єктивними причинами: 1) ґрунтовий покрив — континуальне утворення, яке, як правило, позбавлене чітких природних меж; 2) ґрунт є «прихованим» об'єктом, повна діагностика якого можлива лише за умов закладання ґрунтового розрізу, що потребує багато часу та зусиль. При цьому кількість розрізів завжди має бути мінімізованою через порушення рослинного та ґрунтового покриву, що також ускладнює інвентаризацію останнього; 3) більшу частину року

ґрунтовий покрив вкритий сільськогосподарською рослинністю, що знижує можливість дослідження його структури дистанційними методами і методами фітоіндикації.

Удосконалення чинної методики можливе передусім за широкого застосування геоінформаційного аналізу рельєфу, дистанційного зондування, використання систем автоматизованого картографування, геостатистики тощо. Прикладів таких досліджень вже є достатньо як за кордоном, так і в Україні [3, 8, 9]. Проте враховуючи, що останнє локальне корегування ґрунтових карт виконували 20 років тому, питання найшвидшого оновлення методики та проведення на його основі II туру великомасштабного туру обстеження ґрунтів залишається дуже гострим і потребує подальших досліджень.

Основними джерелами просторової інформації, які можна використати для встановлення структури ґрунтового покриву та створення карт ґрунтів, є аерокосмічні знімки і топографічні карти. Однак кожне з цих джерел має певні специфічні обмеження застосування. Так, найуживаніший вид даних дистанційного зондування (ДДЗ) — знімки у видимому діапазоні — надають інформацію лише про зміну оптичних властивостей поверхні ґрунту. Скажімо, для Лівобережного Лісостепу зміну забарвлення поля, позбавленого рослинності, на космічному зображенні від темно-сірого до сірого можна пояснити такими причинами: зменшенням умісту гумусу внаслідок еродованості або природної малогумусності (схиліві ґрунти), зміною материнських порід (виходи пісків), опідзоленістю, засоленістю тощо. Водночас матеріали космічної зйомки є некорисними для виділення ґрунтів, чиї морфологічні відміни можуть бути визначені лише під час профільного дослідження. Так, за фотознімками не можна розділяти чорноземи типові та звичайні, діагнос-



**Рис. 1.** Космічні зображення досліджувано-го поля: а — оригінальне; б — після обробки кластерним аналізом

тувати підстилення ґрунтів, визначати напів-гідроморфні ґрунти та ін.

Головним ґрунтовосмисловим навантаженням топографічних карт є зображення рельєфу, про значну роль якого у формуванні ґрунтового покриву неодноразово зазначали фахівці в часи В.В. Докучаєва. Крутість схилів допомагає встановленню меж еродованих ґрунтів, урахування експозиції дає змогу прогнозувати ступінь ксероморфності, перевищення над базисом ерозії надає інформацію про можливий рівень залягання підґрунтових вод та ін. Проте рельєф репрезентує статичну, ймовірну ситуацію. Він не показує реальних, динамічних і дуже складних процесів площинного змиву, переміщення та відкладання ґрунту, які розпочалися одночасно із сільськогосподарською діяльністю людини й тривають донині. За топографічною картою складно визначити зміну материнських порід, зафіксувати просторові наслідки процесів опідзолювання. До цих видів інформації слід додати ще один — архівні ґрунтові карти, які попри застарілість та згадані недоліки мають неабияке інформаційне значення і дають змогу нівелювати велику кількість недоліків ДДЗ і топокарт. Хоч якою б застарілою була карта, навряд чи можна сумніватися в її достовірності щодо переліку материнських та підстильних порід, гранулометричного складу ґрунтів та інших слабозмінних властивостей.

Навіть з наведеного стислого аналізу можливостей зазначених інформаційних джерел зрозуміло, що вони взаємодоповнюють одне одне, а їх інтегральний аналіз дає можливість отримувати принципово нову планову основу для великомасштабного картографування ґрунтів — прогнозу ґрунтового карт, якій властивий

ефект емерджентності з урахуванням принципово різних ґрунтового-інформаційних аспектів [5]. Наявність такої основи вже на підготовчому етапі ґрунтового обстеження дасть змогу значно зменшити часові та фінансові витрати на подальших етапах досліджень, об'єктивізувати процес створення картографічних матеріалів і поліпшити їх точність та інформативність (рис.1).

**Мета статті** — продемонструвати розширення сфери дії алгоритму завдяки уведенню в нього опідзолених ґрунтів.

**Методи досліджень.** Дослідження проводили у 2009–2010 рр. на території Липкуватівського аграрного коледжу в Нововодолазькому районі Харківської області. На попередньому етапі було зібрано такі картографічні матеріали: архівну ґрунтову карту 1960 р. (масштаб 1:10000), топографічну карту (масштаб 1:10000) та аерокосмічні знімки з роздільною здатністю не менше 10 м (сервіс GoogleEarth).

Далі всю зібрану інформацію обробляли в ГІС TNTmips. Паперову ґрунтову карту сканували, прив'язували до географічної системи координат, векторизували та перетворювали на електронну ґрунтову карту з відповідною базою даних.

На основі топографічної карти будували цифрову модель рельєфу (ЦМР) за таким алгоритмом: оцифрування паперових топографічних карт; географічна прив'язка сканованих варіантів топокарт до системи географічних координат; автоматизована векторизація ізогіпсів рельєфу та створення атрибутивної бази даних; інтерполяція одержаних ізолінійних значень абсолютних висот методом Profiling.

Дешифрування ДДЗ полягало у візуальному та інструментальному аналізах знімків у TNTmips. Зокрема, використовували кластерний аналіз: ітеративний метод угруповання, процедура К-середніх, міра відстані — евклідова. Змінними були значення яскравостей космічних зображень відкритого ґрунту. Результатом стала картосхема відбивної здатності ґрунтів полігону.

Польові дослідження здійснювали згідно з наявними методиками. Було встановлено, що ґрунтовий покрив досліджуваної території представлений переважно чорноземами типовими та опідзоленими важкосуглинковими різного ступеня еродованості на лесовидних суглинках.

Для демонстрації картографування ґрунтів з використанням новітніх технологій було обрано поле площею 20 га, яке на архівній ґрунтовій карті характеризувалося одним ґрунтовим виділом — чорнозем слабореградований важкосуглинковий на лесових породах. У результаті польових досліджень на цьому полі було закладено та описано 2 розриси і 4 прикопки. Усі

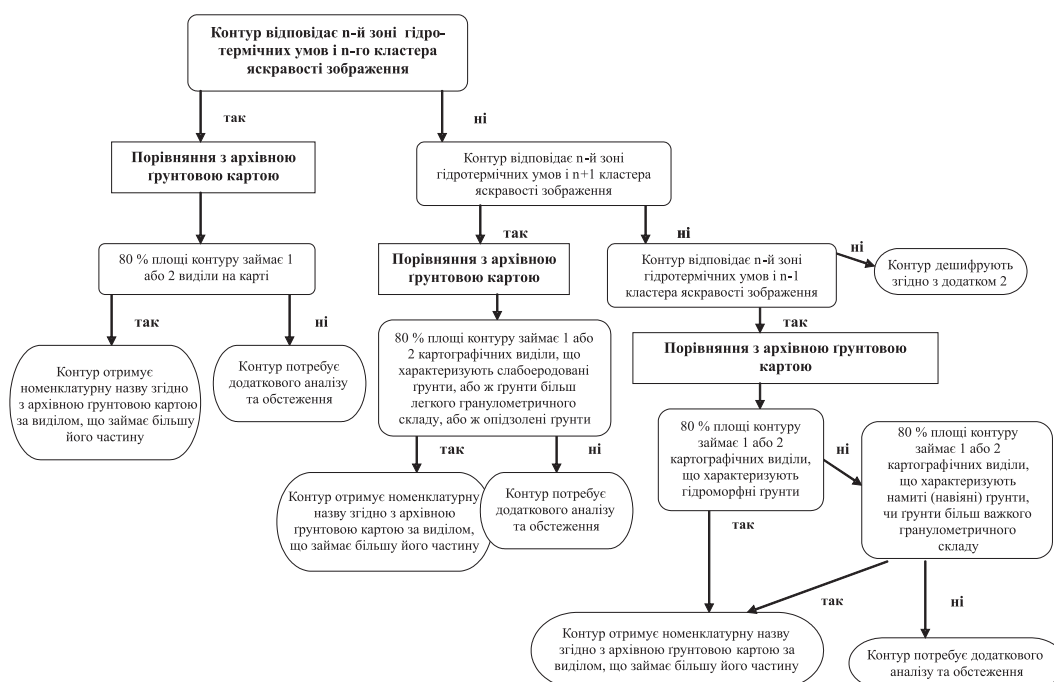


Рис. 2. Алгоритм дешифрування результатів інтегрального аналізу даних ДЗЗ та ЦМР [5]

вони були прив'язані до системи географічних координат за допомогою приладу GPS.

**Результати досліджень.** Аналіз ЦМР показав, що поле розташоване на плакорі, при цьому середній ухил не перевищує  $1,5^\circ$ , експозиція — східна, північно-східна. Тобто згідно з чинною методикою така невелика територія, що характеризується простим рельєфом, однорідними материнськими породами, відсутністю впливу підґрунтових вод, під час обстеження може характеризуватися лише прикопками. Ймовірно, саме так вважали й укладачі архівної ґрунтової карти, за якою на полі не позначено жодного ґрунтового розрізу.

Згідно із запропонованим алгоритмом спільного використання різнопланових матеріалів [5] було проведено геоінформаційний аналіз рельєфу, який довів, що досліджувана територія характеризується значеннями коефіцієнта ксероморфності ( $K_k < 1,1$  і відповідно належить до I зони модальних гідротермічних умов. Нагадаємо, що  $K_k$  характеризує зміну гідротермічних умов для конкретної ділянки рельєфу порівняно з горизонтальною поверхнею [1, 2]. Отже, за кількісним аналізом рельєфу, його ґрунтоутворювальний потенціал для досліджуваного поля є майже незмінним.

Водночас візуальне дешифрування космічного знімка підтвердило, що поле є дуже строкатим за яскравістю відкритої поверхні ґрунту

(рис.1, а). Для вивчення просторової структури ґрунтового покриття за його відбивними властивостями було використано кластерний аналіз, ефективність якого у вирішенні завдань дистанційної ґрунтової картографії доведено численними прикладами. Унаслідок цього було одержано картосхему відбивної здатності ґрунтів полігону, на якій виділено 3 внутрішньооднорідних кластери-ареали (рис. 1, б). Зазначимо, що відбивна здатність ґрунтів збільшується від 1-го кластера до 3-го.

Інструментальне дешифрування довело, що строкатість зображення має чітко виражену просторову структуру. Це свідчить про зміни в забарвленні самого ґрунту, а не про вплив якоюсь технологічних операцій.

Подальший аналіз одержаних матеріалів здійснювали згідно з наведеним на рис. 2 алгоритмом [5]. Суть інтегрального аналізу ДДЗ, ЦМР і ґрунтової карти полягає у створенні першого варіанта прогнозу карти за допомогою кластерного аналізу зазначених матеріалів: виділяють усі можливі ареали, що виникають на перетинах зон гідротермічних умов, кластерів яскравості зображення та контрастних за ФГ виділів. Ці території далі називатимемо «контурами». Технологію такого аналізу детально викладено в публікаціях [4, 5]. На рис. 2 наведено лише першу частину розробленого алгоритму.

Досліджуване поле має спокійний рельєф (I зона гідротермічних умов) і, за даними архівної карти, однорідний ґрунтовий покрив (один виділ — чорнозем слабореградований важкосуглинковий на лесових породах). Відповідно, прогнозна ґрунтова карта базуватиметься на картосхемі відбивної здатності ґрунтів (рис. 1, б).

Контур № 1 на рис. 2, б відповідає I зоні гідротермічних умов і 1-му кластеру яскравості. Порівняння з ґрунтовою картою свідчить про те, що він повністю потрапляє до одного ґрунтового виділу. Отже, контур отримує номенклатурну назву згідно з архівною ґрунтовою картою за виділом, що займає більшу його частину — чорнозем слабореградований важкосуглинковий на лесових породах.

Контур № 2 відповідає n-й зоні гідротермічних умов і n+1 кластера яскравості зображення (рис. 2). Після порівняння з архівною ґрунтовою картою можна стверджувати, що контур № 2 також збігається лише з одним зазначеним вище ґрунтом. Запропонований алгоритм розроблено насамперед для умов Лісостепу і Північного Степу, якщо на обстежуваній території переважають чорноземи типові та звичайні. Дослідження на цьому полі підтвердили, що необхідно змінити останню частину фрази «80% площі контуру займають 1 або 2 картографічних виділи, що характеризують опідзолені ґрунти» на «... ґрунти, що мають більший ступінь опідзолення».

Оскільки ця умова не виконується, контур потребує додаткового аналізу та обстеження. Саме такий висновок згідно з алгоритмом запропоновано і для контуру № 3, який характеризується I зоною гідротермічних умов і 3-м кластером яскравості. Продовження розвитку запропонованого алгоритму бачимо у ймовірному підході до схожих ситуацій. Так, з урахуванням того, що згідно з архівною ґрунтовою картою опідзолені та реградовані ґрунти займають друге за поширенням місце на території

землекористування Липкуватівського аграрного коледжу і мають вирівняний рельєф цього поля, найвірогіднішим припущенням щодо контурів № 2, 3 буде їх належність до темно-сірих опідзолених ґрунтів з можливим слабким виявом змитості.

Польове обстеження, проведене з урахуванням одержаної карти-основи, показало, що контури представлені: № 1 (рис. 1, б) — чорноземами реградованими, № 2 — чорноземами опідзоленими слабозмитими, № 3 — темно-сірими опідзоленими слабозмитими ґрунтами. Крім того, у північно-східній частині поля (контур № 2) було зафіксовано намиті ґрунти, які займають невелику територію і не вирізняються за матеріалами космічної зйомки.

Таку складну структуру ґрунтового покриття для невеликого поля можна пояснити 2-ма основними процесами — опідзолюванням ґрунтів під впливом лісової рослинності, яка вочевидь займала в різний час різну площу цієї території, та давніми процесами ерозії, що вирували на ній ще до проведення топографічної зйомки. Можна припустити, що раніше рельєф місцевості був складнішим, з вираженою западиною в північно-східній частині, яка пізніше була замулена і вирівняна. Непрямими підтвердженнями цього є вияв продовження цієї западини у вигляді яру в лісі, що оточує поле зі сходу і півдня, та помітні наслідки сильної ерозії, характерні для всієї території Липкуватівського аграрного коледжу.

Остаточна ґрунтова карта обстежуваного поля має такий самий просторовий розподіл ґрунтових ареалів, як і на рис. 2, б. Порівнюючи отриману карту з прогнозою, відзначимо високу ефективність останньої — номенклатура контуру № 1, який займає 51% площі поля, не змінилася після польового обстеження. Морфологічна діагностика ґрунтів контурів № 2 (26%) і № 3 (23%) також дуже близька до прогнозованої.

## **Висновки**

*Проведені дослідження підтверджують потребу в оновленні ґрунтових карт із застосуванням геоінформаційних технологій. За планову основу польових ґрунтових обстежень доцільно взяти прогнозну ґрунтову карту, отриману на підготовчому етапі робіт у результаті інтегрального аналізу ДДЗ, ЦМР*

*та архівної ґрунтової карти. Результати досліджень показали ефективність застосування таких картографічних матеріалів.*

*Методика побудови прогнозних карт алгоритмізована і може бути реалізована у вигляді програмного модуля в рамках певної геоінформаційної системи.*

## **Бібліографія**

1. Ачасов А.Б. К вопросу влияния рельефа на гумусированность черноземов/Ачасов А.Б.//

Почвоведение. — 2006. — № 9. — С. 931–938.

2. Ачасов А.Б. Деякі аспекти формалізації гідро-

термічних умов ґрунтоутворення/Ачасов А.Б.//Вісн. аграр. науки. — 2006. — № 9. — С. 17–21.

3. Ачасов А.Б. Можливості сучасних методів одержання просторової інформації про параметри ґрунтів/А.Б. Ачасов//Наук. допов. НАУ. — 2007. — № 2. — С. 1–7. — <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2007-2/07aabasc.pdf>

4. Булигін С.Ю. До питання геоінформаційного картографування ґрунтів/Булигін С.Ю., Ачасов А.Б.//Вісн. аграр. науки. — 2011. — № 12. — С. 16–22.

5. *Великомасштабне картографування ґрунтів за допомогою інтегрального аналізу даних дистанційного зондування й цифрових моделей рельєфу: методичні рекомендації*/А.Б. Ачасов, А.О.Ачасова, С.Ю. Булигін та ін. — Харків, 2010. — 47 с.

6. *Картографія ґрунтів*: навч. посібник/[Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, А.О. Георгі та ін.]; за ред. Д.Г. Тихоненка. — Харків: вид-во Харків. ДАУ ім. В.В. Докучаєва, 2001. — 321 с.

7. *Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований*. — М.: Колос, 1973. — 94 с.

8. *Сорокина Н.П.* Опыт цифрового картографирования структуры почвенного покрова/Сорокина Н.П., Козлов Д.Н.//Почвоведение. — 2009. — № 2. — С. 1–14.

9. *Sharma S.K., Mohanty B.P., Zhuc J.* Including Topography and Vegetation Attributes for Developing Pedotransfer Functions//Soil Sci Soc Am J. — 2006. — № 70. — P. 1440.

**ОГОЛОШЕННЯ**

**Національний науковий центр  
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»  
оголошує прийом до аспірантури  
(з відривом та без відриву від виробництва)  
на 2012 рік зі спеціальностей:**

03.00.18 — ґрунтознавство (біологічні науки);

06.01.03 — агроґрунтознавство і агрофізика  
(сільськогосподарські науки);

06.01.04 — агрохімія (сільськогосподарські науки).

Вступники до аспірантури мають подати такі документи:

заяву на ім'я директора інституту;

особовий листок з обліку кадрів з фотокарткою, завірений за місцем роботи;  
автобіографію;

характеристику-рекомендацію з останнього місця роботи або навчання;

витяг з протоколу засідання Вченої ради вищого навчального закладу (для осіб, які рекомендуються в аспірантуру безпосередньо після закінчення вищого навчального закладу);

копію диплома про вищу освіту та копію залікової відомості, завірених за місцем роботи;

список наукових праць і винаходів або реферат з обраної наукової спеціальності;

посвідчення про складення кандидатських іспитів (за наявності);

медичну довідку про стан здоров'я за формою №286-У;

ксерокопію паспорта та довідки про присвоєння ідентифікаційного номера.

Паспорт та диплом про вищу освіту подаються вступником особисто.

Для охочих вступити до аспірантури з інших міністерств і відомств — навчання за контрактом.

Вступники складають іспити зі спеціальності, філософії та іноземної мови.

Прийом документів провадиться до **15 листопада 2012 року** за адресою:

**м. Харків, вул. Чайковського, 4 (к. 50).**

Довідки за телефоном:

**(057) 704-16-69, 050-278-33-62**