

## ВЕКТОРИЗАЦІЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ГЕОГРАФІЧНИХ КАРТ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМ PHOTOSHOP І ARCVIEW

© Левченко О.М., 2002

В статье рассмотрены проблемы оцифровки традиционных географических карт, содержащихся на твердых носителях, с помощью программ Photoshop и ArcView. Этот процесс разбит на три этапа: сканирования, обработки графических изображений и их векторизации. Основное внимание уделено вопросам, связанным с обработкой сканированных изображений карты в графическом редакторе Photoshop и их конвертацией в векторный формат программой ArcView. Подробно описаны приемы работы, даны практические советы, позволяющие значительно ускорить и облегчить обработку графики, приведены примеры использования нестандартных средств ArcView. Изложенная методика сопровождается иллюстративным материалом. Приведена также карта грунтов Львовщины, полученная с помощью описанной технологии.

In paper are considered the problems of digitization of traditional geographical maps, which contain on hard carriers, with the help of programs Photoshop and ArcView. This process is divided on three stages: scanning, handling of graphics images and their vectorization. The main attention is given to problems connected to handling of the scanned images of a map in the graphics editor Photoshop and their conversion in vector format by the ArcView program. Methods of work are explicitly described, the practical advices which allow considerably to speed up and to facilitate the process of handling the graphics are given, the examples of usage of non-standard ArcView tools are represented. The explained technique is accompanied by an illustrative material. The map of soils of Lviv district, obtained by the described technology, is represented also.

### 1. Вступ

Останнім часом у зв'язку із стрімким поширенням комп'ютерних технологій у галузі картографії особливо актуальними стають питання переведення величезного наявного масиву географічних карт з традиційних твердих (переважно паперових) носіїв у цифровий формат. Звичайно така робота повинна проводитись фахівцями з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, однак практика нерідко висуває на перший план питання терміновості без надто суворих вимог до точності. У цьому випадку доцільно скористатись "підручними" засобами, такими, наприклад, як графічний редактор Photoshop і програма роботи з геоінформаційними системами ArcView.

### 2. Сканування картографічного матеріалу

Першим етапом у проведенні роботи з оцифрування традиційних географічних карт є сканування – переведення зображення з твердого носія в електронний образ, який буде зберігатись у вигляді комп'ютерного файла. Від якості виконання цього завдання значною

мірою залежить трудомісткість подальшої обробки матеріалу, а також точність остаточного результату.

Як правило, паперові карти, що можуть становити інтерес для дослідника, мають досить великий формат, тоді ж як сканери, доступні звичайному користувачу, навпаки, переважно малоформатні (найчастіше – А4). Тому оброблюваний матеріал попередньо розбивають на планшети, доступні для сканера, причому обов'язково з перекриттям. Особливо важливо, щоб під час сканування планшети були правильно (принаймні однако-во) орієнтовані, оскільки склеїти електронні зображення планшетів, серед яких є кілька повернутих усього на 1 – 2 градуси, набагато важче, аніж це здається на перший погляд. Однак слід також пам'ятати, що карти бувають старі, негнучкі у потрібних місцях і з твердими рубцями у непотрібних, а наносити на них яку-небудь розмітку часто категорично заборонено.

Параметри сканування потрібно вибирати такими, які б забезпечили достатню точність знімання, швидкість та зручність подальшої обробки зображення, і при цьому не породжували файлів надто великих розмірів. Якщо вихідний матеріал кольоровий, сканувати доцільно у кольоровому режимі, хоча потім все одно зображення доведеться робити чорно-білим. Однак оптимальний параметр конвертації кольорового зображення у чорно-біле для кожного планшета може виявитися різним, та й самі кольорові зображення можуть стати у нагоді, якщо паперову карту доведеться повернути власнику.

Що ж стосується розподільної здатності сканування, то “стандартне” значення 300 dpi видається дещо надмірним. Як показує практика, для більшості випадків достатньо й половини – 150 dpi. Принаймні з таким значенням було проведено сканування карти ґрунтів Львівської області, деякі приклади з обробки якої слугуватимуть нам ілюстраціями до викладеної методики (рис. 1). Отримані електронні зображення планшетів доцільно зберігати у форматі JPEG, який забезпечує компактні файли за достатньо високої якості.



Рис. 1. Фрагмент сканованого зображення карти ґрунтів

### 3. Обробка планшетів графічним редактором Photoshop

Зрозуміло, що спосіб графічної обробки електронних планшетів залежить від того, які дані необхідно передати програмі ArcView. Оскільки її можливості як векторизатора досить обмежені, вхідними даними можуть бути лише лінії чорного кольору, що є лінійними об'єктами карти або межами потрібних областей. Тому обробка полягатиме в тому, щоб очистити зображення від “сміття” і поз’єднувати лінії там, де після сканування утворились розриви.

Отож, першим етапом нашої роботи буде переведення кольорового або напівтонового сканованого зображення планшетів у чорно-біле. Тут не йдеться про зміну кольорової моделі **RGB** або **Grayscale**, які надаються зображенню при скануванні, на чорно-білу (**Bitmap**), а про зведення гами кольорів зображення до чорного і білого командою **Изображение/Коррекция/Изогелия**<sup>1</sup> (**Image/Adjust/ Threshold**). Порогову величину для перетворення вибирають так, щоб досягти оптимального співвідношення між неперервністю потрібних лінійних об'єктів та кількістю зайвих деталей на планшеті (рис. 2).

Подальша обробка планшета полягатиме у витиранні непотрібних елементів зображення і з'єднання розірваних ліній. З огляду на розміри карти та кількість “сміття” робота видається титанічною, однак завдяки засобам Photoshop'у її можна значно полегшити. Наведемо приблизну схему обробки.



Рис. 2. Фрагмент чорно-білого зображення карти ґрунтів

1. Інструментом **Ластик (Eraser)** витираємо найбільші зайві деталі на планшеті (жирний текст, великі плями тощо).
2. Інструментом **Карандаш (Pencil)** з'єднуємо розірвані межі окремих областей.
3. Інструментом **Волшебная палочка (Magic Wand)** виділяємо білу внутрішність однієї з областей (якщо її межі не замкнуті, зона виділення “розтечеться” по інших областях планшета, і тоді потрібно буде знайти розриви й ліквідувати їх), при цьому чорне “сміття” всередині обтікатиметься межами зони виділення.

<sup>1</sup> Російські назви команд подаються для версії Photoshop 4.0.

4. Виконуємо таку послідовність операцій: розширюємо зону виділення на кілька (2 – 3) пікселів командою команди **Выделение/Модификация/Расширить (Select/Modify/Expand)**; звужуємо зону виділення на ту ж величину командою **Выделение/Модификация/Сжать (Select/Modify/Contract)** (“сміття” вже потрапило у зону виділення); очищаємо отримане виділення командою **Редактирование/Очистить (Edit/Clear)**; для контролю обводимо виділену зону зовнішнім контуром товщиною 1 піксель за допомогою команди **Редактирование/Выполнить обводку (Edit/Stroke)**. У результаті внутрішність області очиститься від дрібного “сміття”.

5. Інструментом **Ластик (Eraser)** підчищаємо рештки огріхів нашої діяльності.

6. Повторюємо описану процедуру для кожної замкнутої області, не забуваючи слідкувати, однак, щоб у викидуване таким чином “сміття” не потрапили лінійні об’єкти, потрібні для цифрової карти.

Описана схема значно прискорює роботу та зменшує її обсяг, проте й тепер він навряд чи задовольнить навіть працелюбного користувача. Однак в арсеналі програми Photoshop є засоби, здатні ще більше оптимізувати роботу з планшетами. За допомогою панелі **Действия (Actions)** послідовність операцій 4 можна записати у вигляді макроса і, пов’язавши його з якоюсь комбінацією клавіш, звести виконання цих чотирьох команд до одного опускання пальця на клавіатуру.

Результатом виконання такої роботи повинно стати чорно-біле зображення планшета, на якому залишаться лише потрібні нам лінійні об’єкти (рис. 3). При цьому треба слідкувати, щоб лінії були суцільними, не містили у собі білих плям чи навіть крапок-пікселів (такі ефекти можуть виникнути під час обробки зображення за наведеною схемою).

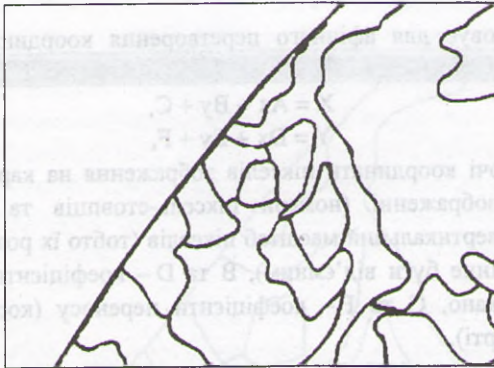


Рис. 3. Фрагмент обробленого зображення карти ґрунтів

Наступним етапом опрацювання карти у Photoshop є зведення всіх електронних планшетів у єдине зображення карти. Важливу роль у цьому процесі відіграє, як вже було відмічено раніше, правильність позиціонування планшетів під час сканування. Після того, як єдине зображення сформоване, доцільно ще раз перевірити правильність його орієнтації, проконтролювавши, наприклад, перехід вертикальних чи горизонтальних ліній на паперовій карті у такі ж самі на її електронному зображенні (у разі невідповідності зображення можна повернути, чого практично неможливо буде зробити в ArcView).

І, нарешті, остаточний варіант зображення карти потрібно записати у форматі, доступному для використання в ArcView. Тепер є кілька розширень цієї програми, які дозволяють імпортувати в електронну карту растрові зображення різних форматів, однак для наших

цілей найкраще годиться чорно-білий TIFF-формат, який сприймається усіма версіями стандартної конфігурації ArcView. Щоб його використати, потрібно перевести зображення карти у напівтоновий (**Grayscale**) кольоровий режим командою **Изображение/Режим/Градации серого (Image/Mode/Grayscale)**, потім – у чорно-білий (**Bitmap**) режим аналогічною командою і записати у файл формату TIFF.

#### 4. Векторизація зображення програмою ArcView

Для векторизації растрових зображень сама програма ArcView не має наявних засобів, однак їй надає спеціальний додаток (розширення) **Spatial Analyst**, який, зрозуміло, має бути встановлений перед початком роботи.

Першим кроком обробки зображення карти в ArcView є вставлення його в інтерактивну карту (документ типу View) у вигляді растрової теми. Важливу роль при цьому відіграє так званий world-файл, який містить інформацію щодо географічної прив'язки зображення. Він повинен міститися в тому ж каталозі, що й файл зображення карти, мати ту ж саму назву і таке ж розширення, до якого додана літера "w" (наприклад, якщо зображення називається soils.tif, то world-файл – soils.tifw). Що ж до структури world-файла, то він повинен містити шість чисел, кожне в окремому рядку:

A  
B  
C  
D  
E  
F

які ArcView використовує для афінного перетворення координат пікселів зображення вигляду

$$\begin{aligned} X &= Ax + By + C, \\ Y &= Dx + Ey + F, \end{aligned}$$

де  $X$  та  $Y$  – результуючі координати пікселів зображення на карті,  $x$  та  $y$  – координати пікселів на самому зображенні (номери піксель-стовпців та піксель-рядків),  $A$  та  $E$  – горизонтальний та вертикальний масштаб пікселів (тобто їх розміри в одиницях виміру карти, причому  $E$  повинне бути від'ємним),  $B$  та  $D$  – коефіцієнти обертання, які, однак, використовувати небажано,  $C$  та  $F$  – коефіцієнти переносу (координати центра лівого верхнього пікселя на карті).

Отже, користуючись world-файлом, можна розмістити наше зображення у вигляді растрової теми в потрібному місці комп'ютерної карти.

Подальшим кроком роботи буде перетворення растрової теми, що містить зображення карти, у grid-тему. Для цього растрову тему слід активізувати і виконати стандартну команду ArcView **Theme/Convert to Grid**, попередньо (командою **Analysis/Properties**) визначивши параметри grid-теми. Скориставшись після цього командою **Analysis/Reclassify** для виділення на сформованій grid-поверхні потрібних нам ліній (їм присвоюємо значення 1, решті комірок – No Data), отримаємо grid-тему, яка містить растрове зображення потрібних нам лінійних об'єктів (рис. 4).

Однак така grid-тема ще не придатна для векторизації, оскільки лінійні об'єкти на ній мають різну і часом доволі суттєву товщину. Звести її до мінімальної можна за допомогою функції **Spatial Analyst**

[grid-тема].Thin (true, false, true, nil), запустити яку можна через вікно Map Calculator (команда **Analysis/Map Calculator**). Результат цієї процедури зображений на рис. 5.

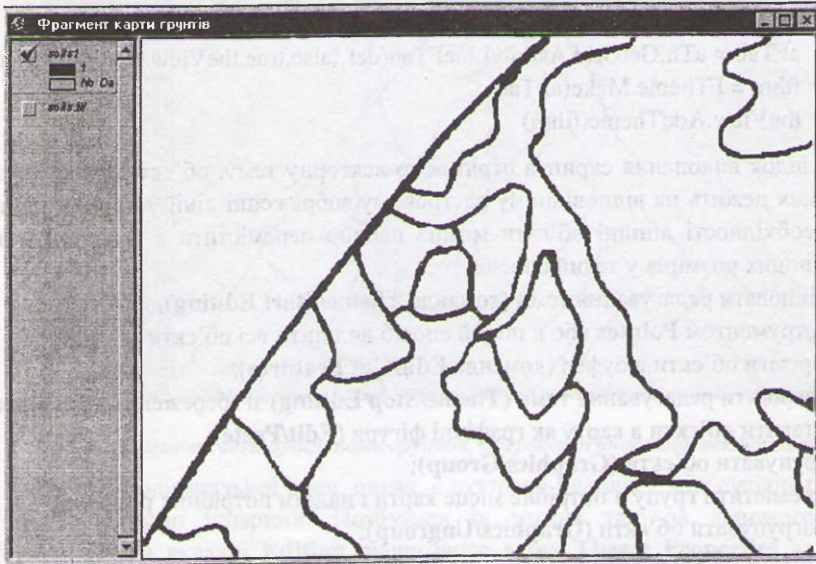


Рис. 4. Фрагмент grid-теми карти ґрунтів

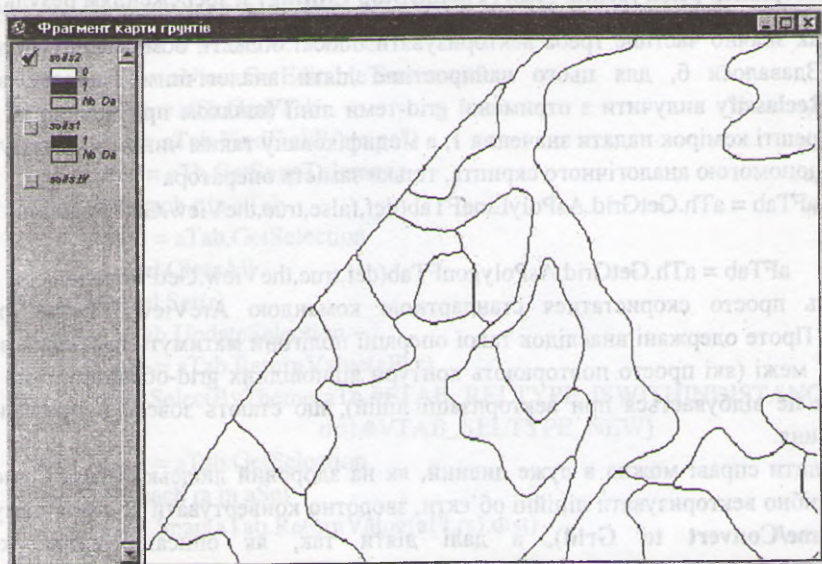


Рис. 5. Фрагмент grid-теми карти ґрунтів, обробленої функцією Thin

Grid-тему такого виду вже можна векторизувати. Якщо нам потрібні лінійні об'єкти, то для векторизації слід використати функцію Spatial Analyst **AsPolyLineFTab**, однак це вже вимагає створення спеціального програмного модуля (скрипта) на мові Avenue.

Текст скрипта може виглядати так (за умови, що активна лише потрібна grid-тема):

```
theView = av.GetActiveDoc
aTh = theView.GetActiveThemes.Get(0)
def = av.GetProject.MakeFileName("theme", ".shp")
def = FileDialog.Put(def, "*.shp", "Конвертування "+ aTh.getName)
aFTab = aTh.GetGrid.AsPolyLineFTab(def,false,true,theView.GetProjection)
fthm = FTheme.Make(aFTab)
theView.AddTheme(fthm)
```

Внаслідок виконання скрипта отримаємо векторну тему, об'єктами якої будуть лінії, кожна з яких лежить на відповідному растровому зображенні лінії у вихідній grid-темі. До речі, за необхідності лінійні об'єкти можна наочно перемістити в інше місце карти або надати їм інших розмірів у такий спосіб:

1. ініціювати редагування теми (команда **Theme/Start Editing**);
2. інструментом **Pointer** або в інший спосіб виділити всі об'єкти теми;
3. вирізати об'єкти в буфер (команда **Edit/Cut Features**);
4. завершити редагування теми (**Theme/Stop Editing**) зі збереженням результатів;
5. вставити об'єкти в карту як графічні фігури (**Edit/Paste**);
6. згрупувати об'єкти (**Graphics/Group**);
7. перемістити групу в потрібне місце карти і надати потрібних розмірів;
8. розгрупувати об'єкти (**Graphics/Ungroup**);
9. вирізати об'єкти в буфер (**Edit/Cut Graphics**);
10. ініціювати редагування теми (**Theme/Start Editing**);
11. вставити об'єкти в тему (**Edit/Paste**);
12. завершити редагування теми (**Theme/Stop Editing**) зі збереженням результатів.

Однак значно частіше треба векторизувати плоскі області, обмежені тими ж самими лініями. Здавалося б, для цього найпростіше діяти аналогічним шляхом: командою **Analysis/Reclassify** вилучити з отриманої grid-теми лінії (шляхом присвоєння їм значення No Data), решті комірок надати значення 1, а модифіковану таким чином grid-тему векторизувати за допомогою аналогічного скрипта, тільки замість оператора

```
aFTab = aTh.GetGrid.AsPolyLineFTab(def,false,true,theView.GetProjection)
```

поставити

```
aFTab = aTh.GetGrid.AsPolygonFTab(def,true,theView.GetProjection),
```

або навіть просто скористатися стандартною командою ArcView **Theme/Convert to Shapefile**. Проте одержані внаслідок такої операції полігони матимуть настільки відразливі “зубчасті” межі (які просто повторюють контури відповідних grid-областей, а не згладжують їх, як це відбувається при векторизації ліній), що стають зовсім непридатними для використання.

Зарадити справі можна в дуже дивний, як на здоровий людський глузд, спосіб. Для цього потрібно векторизувати лінійні об'єкти, зворотно конвертувати їх в grid-тему (командою **Theme/Convert to Grid**), а далі діяти так, як описано вище: командою **Analysis/Reclassify** виділити потрібні плоскі області і виконати команду **Theme/Convert to Shapefile**. Отримані таким способом полігони матимуть, як це не дивно, межі цілком пристойного вигляду (рис. 6). Ще дивнішим видається те, що grid-тема, отримана конвертацією векторизованих ліній, після повторної векторизації дає “зубаті” лінії, однак для наших досліджень це не має жодного значення.



Рис. 6. Фрагмент векторної теми ґрунтів, одержаної внаслідок векторизації

В одержаній полігональній темі, однак, є суттєвий недолік – між сусідніми областями видно доволі відчутні шпарини. Позбутися їх можна так: за допомогою команди **Theme/Properties** на вкладці **Editing** діалогового вікна **Theme Properties** задати режим притягання точок теми при редагуванні (**General Snapping**) разом із допустимою відстанню (**Tolerance**), після чого розпочати редагування теми (**Theme/Start Editing**) і виконати спеціальний скрипт.

Текст скрипта може бути таким:

```
aView = av.GetActiveDoc
aTh = aView.GetEditableTheme
aTab = aTh.GetFTab
aFl = aTab.FindField("shape")
dist = aTh.GetSnapTolerance
for each r in aTab
aSel = aTab.GetSelection
aSel.ClearAll
aSel.Set(r)
aTab.UpdateSelection
aPl = aTab.ReturnValue(aFl,r)
aTh.SelectByTheme(aTh,#FTAB_RELTYPE_ISWITHINDISTANCEOF,
dist,#VTAB_SELTYPE_NEW)
aSel = aTab.GetSelection
for each rs in aSel
aPl.Snap(aTab.ReturnValue(aFl,rs),dist)
end
aTab.SetValue(aFl,r,aPl)
av.setstatus((r+1)/(aTab.getnumrecords)*100)
end
aView.Invalidate
```

Виконавши після цього необхідне остаточне редагування теми та провівши потрібну класифікацію об'єктів, одержимо векторну тему електронної карти (рис. 7), яку вже можна досліджувати методами ArcView чи іншими засобами.

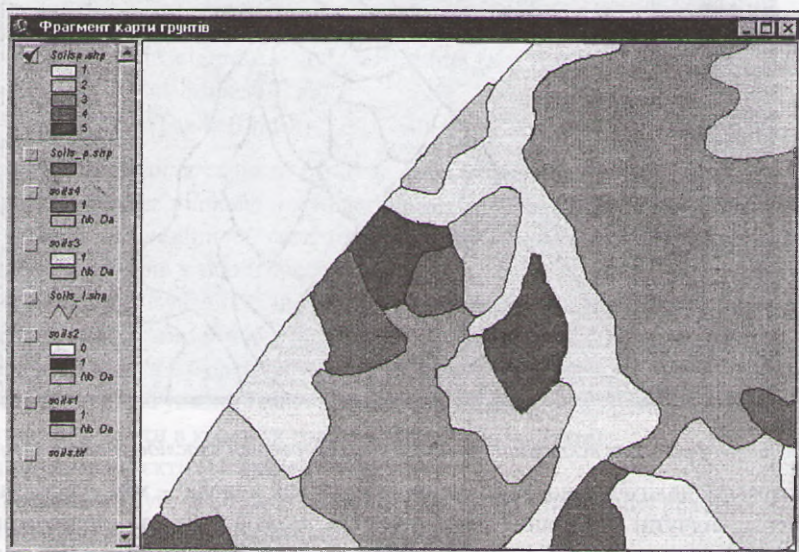


Рис. 7. Фрагмент обробленої векторної теми ґрунтів



Рис. 8. Карта ґрунтів Львівщини, отримана за допомогою векторизації

## 5. Висновки

Отже, описана методика дає змогу оцифровувати географічні карти, що містяться на твердих носіях, без використання спеціалізованих засобів. Широко використовувана програма для розробки геоінформаційних систем ArcView з розширенням Spatial Analyst і популярний графічний редактор Photoshop – ось і все, що для цього потрібно. Звичайно отримані у такий спосіб електронні карти навряд чи задовольнятимуть належні умови щодо точності – як було вже сказано, професійний продукт повинні виготовляти фахівці. Однак здебільшого отримати його в найближчому майбутньому немає жодної можливості, і тоді у нагоді стає й такий “кустарний” варіант.

Саме таким способом була отримана електронна карта ґрунтів Львівської області (рис. 8). Незважаючи на свої цілком зрозумілі недоліки, вона дасть змогу продовжити дослідження, пов’язані з моніторингом земельних ресурсів нашого регіону.

1. Венгерський П.С. Створення ГІС-застосувань засобами ArcView. – Част. 1. Робота з інтерфейсом системи. МВ, Львів: Видавн. центр Львів. ун-ту. 1997. 2. Мак-Клеланд Д. Photoshop 5.5 для Windows. Библия пользователя: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2000. 3. А.Н. Razavi. ArcView Developer’s Guide. OnWord Press, 1995.