

# ПОБУДОВА ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ НА БАЗІ АНАЛІЗУ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ ТА АЕРОФОТОЗНІМКІВ.

Михайло Семенюк

НВП "Струм", 286001, м.Вінниця, вул. Коцюбинського 11, кв.108.

E-mail: misha@post.vinnica.ua

*В работе рассматривается метод преобразования информации, которая нанесена на топографических картах или фотоснимках полученных из космоса или самолета, в цифровую модель для последующей обработки на вычислительной технике. Метод основывается на принципе формирования залитых областей равной значимости на оптических вычислительных устройствах.*

*In the work the method is presented of transformation of the information, which was put on the topographic maps or photo pictures received from the space- or aircraft, into digital model for the consequent processing by the computers. The method is based on the principle of the formation of the filled regions of equal significance at the optical computerised devices.*

## ВСТУП

Інформація про місцевість використовується в якості вхідних даних в багатьох галузях господарства. При цьому рельєф є одним із основних геофізичних полів. Представлення його в вигляді цифрових матриць надає можливість обробки даних про нього за допомогою електронних обчислювальних машин. Представлення цих даних в цифровому вигляді набагато спрощує їх передачу по каналам зв'язку, подальшу обробку та зберігання.

Більшість алгоритмів формування цифрової моделі місцевості можна розділити на два основних метода:

- використання мануальних пристроїв перетворення аналогової інформації в цифрову шляхом реєстрації координат вузлових і допоміжних точок і, за допомогою численних методів отримання табличної (в координатах X,Y,H) чи аналітичної форми (функція висоти  $H = F(x,y)$ ) представлення даних [1] (мал. 1а);

- оцифровування зображення шляхом построгового сканування робочого поля та реєстрація точок перетинання ліній сканування з ізолініями та лініями які обмежують ідентифікуючі ознаки об'єктів (в подальшому ця інформація може бути представлена як у вигляді масивів даних, так і в аналітичному (векторному) вигляді) [1] (мал. 1б).



Мал. 1

Пропонуємий метод базується на визначенні зон рівної значимості і формування їх ієрархічної зв'язності за допомогою оптичних обчислювальних комплексів (ООК) в яких введення зображення і його обробка проводяться без перетворення оптичних сигналів в електричні (око-процесорні системи) [2,3].

## ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ

Основними об'єктами на топографічних картах і аерофотознімках є замкнуті геометричні фігури різної конфігурації - "поля". Межі "полів" представляють собою набір кривих та ламаних ліній, що математично можуть бути вираженими складними функціями двох змінних - x,y. Ці функції можна отримати або шляхом руху по межі об'єкту з реєстрацією координат [4], або шляхом неперервного сканування всієї площі зображення і подальшим ідентифікуванням належності окремих точок замкненим лініям. При цьому, найбільшу складність представляє собою ідентифікація точок, а отже і самої області.

Пропонуємий метод полягає в формуванні залитих областей на стадії вводу зображення карти в обчислювальний комплекс. Цей комплекс представляє собою структуру матричного типу (класу - багато даних, багато команд) в якому одночасно відбувається обробка масиву точок зображення, при цьому характеристика кожної точки зображення представляється функцією зв'язності із сусідніми точками:

$$C_{ij} = F(I_{n,m}), n=i-1,i,i+1; m=j-1,j,j+1, \quad (1)$$

де

I - вхідна інформація про аналізуєму точку.

Ця функція формується першим шаром обчислювальних елементів ООК. Крім того, на основі кодових позначень нанесених на топографічні



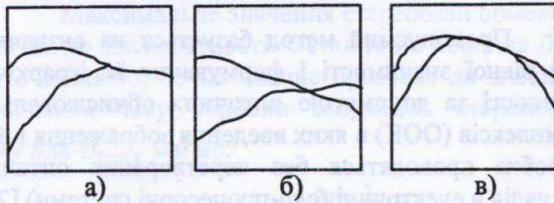
карти формується ознака напрямку висот (скату місцевості).

Другий шар ООК безпосередньо формує залиті області рівної значимості. Цей процес відбувається слідуочим чином. На підставі матриці зв'язності і кольору точки визначається належність точки до одного з елементів поля карти:

- межі (тобто, горизонталі топографічної карти, чи контуру зони фотознімка);
- внутрішній області.

При цьому, у зв'язку з обмеженою роздільною здатністю системи вводу, відбувається процес ідентифікації сполучень груп точок межі, які можуть бути віднесені до слідуочих класів:

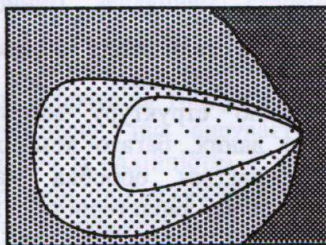
- Т-сполучення, примикання (розгалуження чи збіжність) однієї лінії до іншої (мал. 2а);
- Х-сполучення, примикання, або перетинання двох ліній (мал. 2б);
- співпадання ліній (мал. 2в).



Мал. 2

Далі відбувається процес зафарбовування областей зображення, що обмежені контурами (горизонталіями). Якщо при цьому "поле" знаходиться на краю зображення, то замикання лінії межі відбувається по прямій лінії яка співпадає з краєм зображення.

Перша точка верхнього лівого кута зображення яка належить "полю" приймається за нульовий рівень (в подальшому, при необхідності, він буде скоригований). Всі точки визначеного "поля" приймають значення кольору цієї точки. Точки сусіднього "поля" в залежності від знаку градієнту висоти приймають значення на одну дискрету більшу чи меншу. Такий метод дає однозначне визначення полів навіть при наявності випадків зображених на мал. 3.



Мал. 3

Після формування залитих областей – "полів" – проводиться корекція нульового рівня висоти і у відповідності до нього – значень всіх інших "полів". Для цього проводиться ідентифікація "нульового поля" (в ручному чи автоматичному режимі) і віднімання його значення від значення кожного поля.

В наступному шарі ООК відбувається безпосереднє формування цифрової моделі рельєфу (градієнтне зафарбовування полів). Висота кожної точки місцевості визначається за формулою:

$$H_{i,j} = H_k^z + \text{sign}(k) \cdot \Delta H_k^2 \cdot \frac{\sqrt{(x_i - x_{k,i})^2 + (y_j - y_{k,j})^2}}{\sqrt{(x_{k+1,i} - x_{k,i})^2 + (y_{k+1,i} - y_{k,i})^2}}, \quad (2)$$

де

- $H_k^z$  - значення висоти k-горизонталі;
- $\text{sign}(k)$  - напрямок скату висот;
- $\Delta H_k^2$  - різниця значень висот між горизонталіями k та k+1;
- $x_{k,i}, y_{k,j}$  - координати кінців радіального відрізка, що сполучає горизонталі.

За отриманими значеннями можливе як площинне моделювання розміщення об'єктів на місцевості завдяки рівномірному переходу кольору (висоти) від однієї точки до іншої, так і формування об'ємного зображення рельєфу.

## Висновки

За результатами проведених досліджень можна зробити висновки, що використовуючи метод формування областей рівної значимості можливе оперативне формування моделі місцевості за топографічними картами та фотознімками зробленими з повітря та космосу у вигляді масивів висот рельєфу, графів лінійних об'єктів; проведення об'ємного моделювання при проведенні проектних робіт по прокладенню автомобільних та залізничних шляхів, ліній електропередач, трубопроводів, тощо; а також моделювання перебігу різних природних явищ в залежності від характеру місцевості. Крім того, даний метод дозволяє проводити архівацію та збереження зображень місцевості.

## Література

1. Назаров А.С. "Методы создания цифровых карт и планов, и их использование в системах автоматизированного проектирования". Материалы НПК, Минск, 1986 г.
2. Кожем'яко В.П., Білан С.М., Семенюк М.В., Савалюк І.М. "Пристрій для виділення контуру багатоградаційного зображення". Патент № 95041856, 1995 р.
3. Кожем'яко В.П., Білан С.М., Семенюк М.В., Савалюк І.М. "Система розпізнавання образів на основі багатопарових матричних структур". Праці ІІ Міжнародної конференції УкрОБРАЗ-96, Київ, 1996 р.
4. Теренчук А.Т., Семенюк М.В., Савицкий А.В. "Алгоритм и устройство для определения параметров объекта сложной формы." Депонировано в ГНТБ Украины № 1761 Ук 93, 16.08.93