

## Лекція 5

# ОСНОВНІ МЕТОДИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ РАСТРОВІ І ВЕКТОРНІ МОДЕЛІ ДАНИХ

### 5.1 Поняття про моделі просторових даних

### 5.2 Растрові моделі географічних об'єктів

### 5.3 Векторні моделі географічних об'єктів

#### 5.1 Поняття про моделі просторових даних

**Представлення просторових даних в ГІС або модель просторових даних** це спосіб цифрового опису просторових об'єктів (спосіб структурного опису вихідних даних). Основними моделями просторових даних в ГІС є растрові і векторні моделі.

Машинну реалізацію представлення (моделі) просторових даних називають форматом просторових даних.

Цифровий опис об'єктів здійснюється шляхом вказівки координат об'єктів і складових їх частин. Вибір способу цифрового опису визначається багатьма факторами, серед яких: характер просторової інформації, джерело отримання даних, специфіка вирішуваних завдань, обсяг вільної комп'ютерної пам'яті, швидкодія комп'ютера і деякі інші.

**У ГІС географічні об'єкти можуть бути представлені двома основними комп'ютерними моделями:**

- **векторні моделі** - це моделі географічних об'єктів на основі представлення векторів сукупностями координатних пар;
- **растрові моделі** - це моделі географічних об'єктів у вигляді сукупності осередків регулярної сітки або растра.

#### 5.2 Растрові моделі географічних об'єктів

##### 1) Визначення растрових моделей

Растрова модель даних є історично найпершою моделлю даних геоінформатики.

**Растр (Raster, Tessellation) в ГІС - модель географічного простору у вигляді регулярної матриці суміжних осередків (пікселів) з присвоєними їм значеннями атрибута (рис. 5.1).**

**Піксель (Pixel - Picture Element) - осередок, що представляє собою мінімальний неподільний далі елемент зображення. Піксель зазвичай має форму прямокутника або квадрата.**

Растрові моделі даних використовуються для відображення безперервних послідовностей реального світу. При цьому, якщо векторна модель дає інформацію про те, де розташований об'єкт, то растрова модель - показує, що розташоване в заданій точці території.

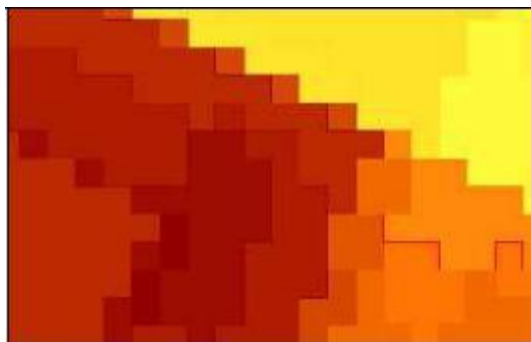


Рисунок 5.1 - Растр

Матриця осередків має ряди осередків і колонки осередків. Положення кожного осередку позначається номером  $C$  колонки (Column) і номером  $R$  ряду (Row) від початку відліку. За початок відліку приймають або верхній лівий кут або нижній лівий кут матриці. Кожний осередок має ширину  $dx$  (розмір по осі  $X$ ), і висоту  $dy$  (розмір по осі  $Y$ ). Осередки одного растра мають однакові розміри.

Кожен з елементів регулярної сітки (растра, матриці) можна описати двома координатами ( $x$ ,  $y$  або колонка, ряд) і додатковим значенням для кожного осередку ( $Z$ ) (рис. 5.2).

**Основна перевага растрової моделі - це злиття просторової і атрибутивної інформації в єдиній прямокутній матриці, положення елементів якої визначається номерами рядка і стовпця, а значення елемента є безпосереднім показником смислового навантаження.**

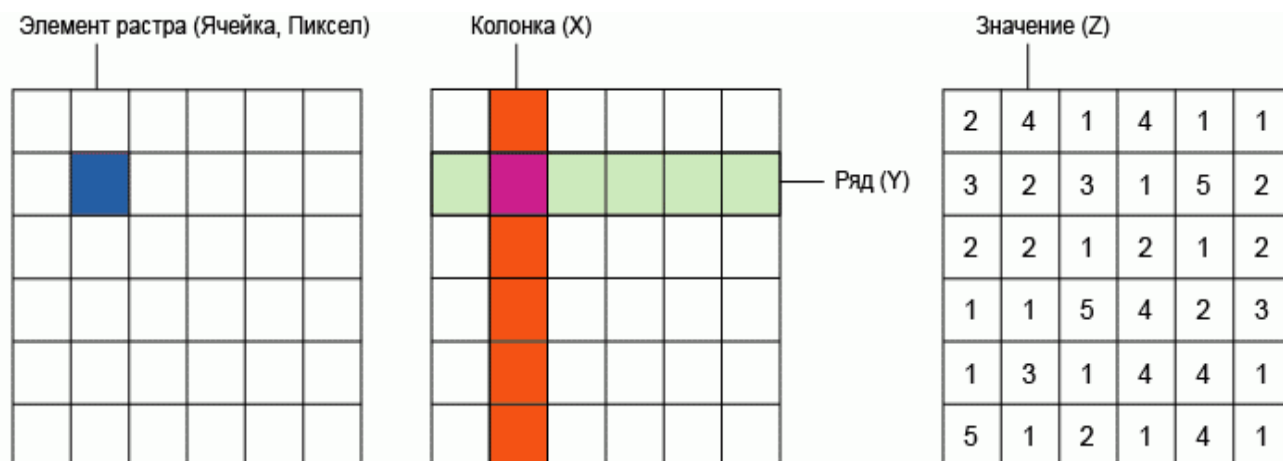


Рисунок 5.2 - Матриця осередків растра

## 2) Представлення дискретних географічних об'єктів

В растрових моделях для представлення дискретних географічних об'єктів використовуються площадні об'єкти - осередки растру (рис. 5.3).

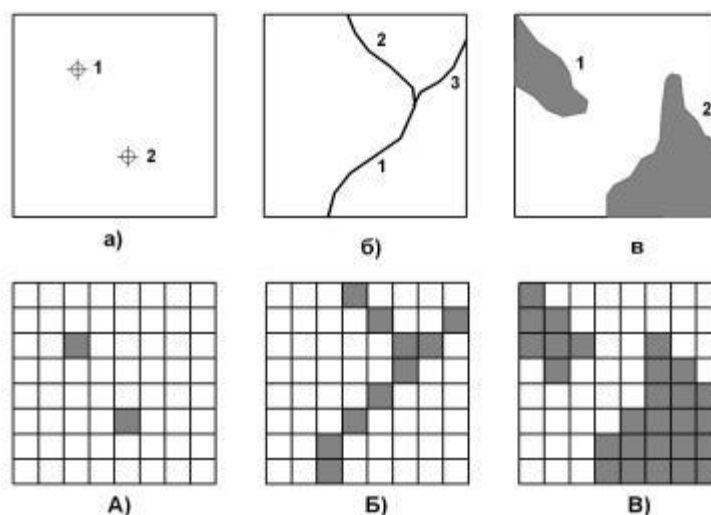


Рисунок 5.3 - Представлення географічних об'єктів векторними моделями а), б), в) і растровими моделями А) Б) В)

Географічні об'єкти відображаються ступінчастим чином. Точкові об'єкти представляються окремими осередками (рис. 5.3, А). Точковий 0-мірний об'єкт, який не має розміру, відображається двовимірною структурою, що має ширину і довжину.

Лінійні об'єкти представляються ланцюжком з'єднаних осередків (рис. 5.3, Б). Лінійні об'єкти, які є одновимірними, відображаються двовимірною структурою осередків.

Області представляються набором суміжних осередків, який є двовимірною структурою (рис. 5.3, В). Границею області є лінійний об'єкт - полігон.

### 3) Характеристики растрових моделей

Для растрових моделей існує ряд характеристик: розрішення, глибина кольору, орієнтація, положення, значення, зона та ін.

#### 1. Розрішення

**Розрішення - мінімальний лінійний розмір найменшої ділянки простору (поверхні), що відображається одним пікселем.**

**Більш високе розрішення має растр з меншим розміром осередків.** Високе розрішення має на увазі велику кількість деталей, безліч осередків, мінімальний розмір осередків. Чим більше розмір осередку, тим більшу площу він покриває, тим менше розрішення растра.

Для різних завдань використовуються різні розміри осередків, растри різного розрішення. Наприклад, для вивчення використання землі (землі промисловості; землі багатоповерхової, середньо поверхової або малоповерхової забудови; землі рекреації) можуть бути використані осередки розміром 10x10 м, а для відображення ґрунтів - 50x50 м, для управління землекористуванням області 5x5 км.

**Розрішення растрового об'єкта виражають в ррі (pixel per inch) - число пікселів, що припадають на дюйм поверхні; розрішення 254 ррі**

значить, що на дюйм (2,54 см) припадає 254 точки, тобто кожен піксель має розмір  $0,1 \times 0,1$  мм;

**2. Глибина кольору (color depth) - це обсяг пам'яті в бітах для представлення кольору одного пікселя растрового зображення.**

Чим більше розрішення і глибина кольору, тим якісніше зображення і тим більший обсяг воно займає в пам'яті комп'ютера.

Для кількісного опису кольору використовуються колірні моделі. Вони задають параметри формування кольору, наприклад, змішуванням декількох колірних відтінків або зазначенням тону, контрасту і яскравості і т.д.

У широко поширеною моделі RGB (Red, Green, Blue) кожен колір створюється за допомогою змішування відтінків трьох основних кольорів: червоного, зеленого і синього. Вибір цих кольорів в якості основних обумовлений особливостями людського сприйняття кольору. Наприклад, для отримання жовтого кольору необхідно змішати червоний і зелений, для отримання фіолетового - синій і червоний.

Щоб вказати колір пікселя в моделі RGB необхідно задати яскравість (інтенсивність) кожної з трьох складових в зазначеному порядку. Значення інтенсивності варіюються від 0 до 255, таким чином (255,0,0) - червоний колір, (0,255,0) - зелений, (0,200,0) або (0,127,0) задають відтінки зеленого кольору більш темніші (меншої інтенсивності), (255,255,255) - білий, (0, 0,0) - чорний. Варіанти сірого кольору виходять, якщо всі основні колірні складові рівні між собою за інтенсивністю.

Модель RGB використовується для зображень, призначених для перегляду на екрані монітора.

**3. Орієнтація** - кут між напрямком на північ і положенням колонок растра.

**4. Положення** зазвичай задається впорядкованої парою координат (номер рядка і номер стовпця), які однозначно визначають положення кожного елемента простору, що відображається в растрі. Таким чином, знаючи розрішення, орієнтацію і положення можна легко обчислити положення будь-якого елемента растра в просторі.

**5. Значення** - величина атрибута, що зберігається в осередку растра. У різних системах можна використовувати різні класи значень: цілі числа, дійсні (десяткові), літерні значення.

Растр може містити один з трьох типів інформації.

**Растр з тематичними даними** описує територію якісно, тобто дає уявлення про те, які властивості поверхні в даній точці. Наприклад, можливі такі градації значень тематичного растра для гірських порід: магматичні, метаморфічні, осадові, які кодуються або цілим, або літерним значенням.

**Спектральні дані** дають кількісну характеристику, демонструють яка величина однієї властивості в даній точці. Прикладом можуть служити варіації магнітного поля або вміст миш'яку, що мають певне (десяткове) значення в кожній точці.

І, нарешті, просто **фотографії, скановані карти та інші графічні дані** несуть тільки візуальну інформацію.

**6. Зона** - всі осередки растра, що мають однакові значення. Зоною можуть бути окремі об'єкти, геологічні тіла, елементи гідрографії і т.п. Основні характеристики зони - її значення і положення.

*Растрові моделі мають такі переваги:*

- представляють більш точний аналог реального світу;
- простота моделі; дані представляють собою набір чисел, як би розташованих в рядах і колонках таблиці;
- швидкість формалізації і обробки;
- простота процесів растеризації (отримання растрового зображення по векторному), ніж процесів векторизації.

*Істотним недоліком растрових моделей слід вважати:*

- використання більшого обсягу пам'яті комп'ютера для зберігання даних і для їх обробки (проблема частково вирішується шляхом стиснення);
- ступінчасте зображення гладких ліній (прямих, дуг, сплайнів);
- можливі викривлення при масштабуванні; при збільшенні растрових зображень зазвичай доводиться вирішувати задачу інтерполяції для коректного заповнення "розривів", що з'являються в зображенні.

### **5.3 Векторні моделі географічних об'єктів**

**Векторні моделі** - це моделі географічних об'єктів на основі представлення векторів сукупностями координатних пар.

Векторне представлення або векторна модель даних - це цифрове представлення дискретних просторових об'єктів (точкових, лінійних і полігональних) у вигляді набору координатних пар.

Таким чином, фундаментальними поняттями для векторних ГІС є: вершина (точка) і дуга - лінія, складена одним або декількома відрізками. Площадні об'єкти (полігони) задаються наборами дуг. Кожен відрізок дуги може бути границею між двома полігонами.

При зберіганні в пам'яті комп'ютера векторні об'єкти займають менший обсяг пам'яті (у 100-1000 разів), ніж растри, легко редагуються, масштабуються і трансформуються без викривлення.

**Розрізняють дві основні векторні моделі просторових даних - це нетопологічні і топологічні.**

#### **5.3.1 Нетопологічні векторні моделі географічних об'єктів**

Нетопологічна (проста) модель - це цифрове представлення просторових об'єктів у вигляді набору координатних пар з описом тільки геометрії точкових, лінійних і полігональних об'єктів (шейп-файли).

##### **1) Прості векторні моделі одиничних географічних об'єктів**

У ГІС представлення географічних об'єктів виконується за допомогою відображення їх геометричної форми на двовимірній площині з використанням елементарних графічних примітивів:

- точок (нуль-мірних векторів);
- ліній (поліліній, утворених плоскими двовимірними векторами);
- областей (форм, обмежених полігонами - замкнутою послідовністю двовимірних векторів); географічні об'єкти, що представляються областями, називають полігональними об'єктами.

Кожне векторне утворення в цифровій формі представляється координатними парами  $X, Y$ :

- Точковий географічний об'єкт представляється однією координатної парою  $X, Y$ ;

- Лінійний географічний об'єкт представляється послідовністю координатних пар  $X_1, Y_1; X_2, Y_2; X_3, Y_3; \dots$  сегментів полілінії;

- Полігональний географічний об'єкт представляється послідовністю координатних пар  $X_1, Y_1; X_2, Y_2; X_3, Y_3; \dots; X_1, Y_1$ . сегментів полігону. У цьому списку збіг першої і останньої пари координат означає, що полігон замкнутий.

## 2) Прості векторні моделі безлічі географічних об'єктів

При наявності географічних об'єктів числом 2 і більше кожному присвоюється номер (рис. 5.4)

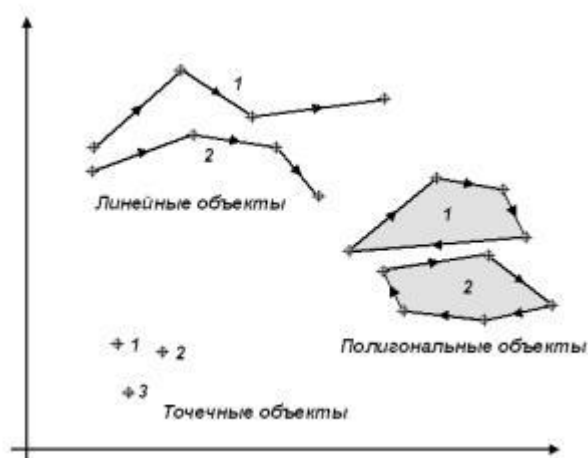


Рисунок 5.4 - Векторні моделі представлення безлічі географічних об'єктів

В цьому випадку послідовностям координатних пар присвоюється номер географічного об'єкта. Кожне векторне утворення в цифровій формі представляється координатними парами  $X, Y$ .

**Точкові** географічні об'єкти представляються таблицею координатних пар (табл. 5.1).

Таблица 5.1 - Точкові географічні об'єкти

Номер географічного	Координатні
---------------------	-------------

об'єкта	пари
1	X1,Y1
2	X2,Y2
3	X3,Y3
4	X4,Y4
5	X5,Y5

**Лінійні** географічні об'єкти представляються таблицею послідовностей координатних пар (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 - Лінійні географічні об'єкти

Номер геогр. об'єкта	Координатні пари
1	X11,Y11, X12,Y12, X13,Y13
2	X21,Y21,X22,Y22, X23,Y23, X24,Y24, X25,Y25
3	X31,Y31,X32,Y32, X33,Y33, X34,Y34

**Полігональні** географічні об'єкти представляються таблицею послідовностей координатних пар (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 - Полігональні географічні об'єкти

Номер географічного об'єкта	Координатні пари
1	X11,Y11, X12,Y12, X13,Y13, X11,Y11
2	X21,Y21, X22,Y22, X23,Y23, X24,Y24, X25,Y25, X21,Y21
3	X31,Y31,X32,Y32, X33,Y33, X34,Y34, X31,Y31
4	X41,Y41, X42,Y42, X43,Y43, X41,Y41

У ГІС для формування векторних моделей використовуються такі координати, які представляють місце розташування географічних об'єктів у реальному земному просторі: географічні координати (широта, довгота) або Декартові координати на площині (абсциса, ордината).

Концептуально тут те, що географічні об'єкти в комп'ютері зберігаються як файли координатних пар, як набори цифр, тобто в цифровій формі.

Створення векторних файлів можливо 1) шляхом введення координат з клавіатури, 2) в результаті процесу оцифрування або "дігіталізації" (Digit - цифра), тобто трансформування аналогової інформації графічних об'єктів карти в цифровий вигляд.

Розрізняють дві основні векторні моделі просторових даних-це нетопологіческая і топологічна.

Нетопологіческая (проста) модель - це цифрове представлення просторових об'єктів у вигляді набору координатних пар з описом тільки геометрії точкових, лінійних і полігональних об'єктів (шейп-файли).

Топологічна модель - це цифрове представлення просторових об'єктів, що враховують не тільки геометрію об'єктів, але і їх топологічні відносини (покриття ArcInfo, бази геоданих).

### **ПИТАННЯ**

1. Що таке модель просторових даних в ГІС?
2. Назвіть основні комп'ютерні моделі географічних об'єктів в ГІС.
3. Що таке формат просторових даних ГІС?
4. Що таке векторна модель географічних об'єктів?
5. Що таке растрова модель географічних об'єктів?
6. Назвіть основну перевагу растрової моделі.
7. Назвіть основні характеристики растра.
8. Які типи інформації може містити растр?
- 9 Назвіть основні векторні моделі просторових даних і чим вони відрізняються?