

Розподіл даних на шари дає змогу опрацьовувати в ГІС тільки ті дані, які необхідні для вирішення поставлених завдань. Щоб спростити розгляд можна «вилучити» ті шари, які не потрібні, і розглядати на карті те що залишиться.

2 МОДЕЛІ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

2.1 Класифікація моделей

Геоінформаційні системи базуються на моделях даних, що відображають реальні об'єкти на місцевості, взаємозв'язок між ними та інші додаткові знання, що мають просторову прив'язку. Кожна модель даних ГІС включає різні окремі просторові об'єкти, пов'язані додатковими топологічними особливостями.

Визначення. Просторовий об'єкт (цифрова модель об'єкта місцевості) – цифрове подання деякого об'єкта реальності, що включає координатну прив'язку (опис геометрії) і набір атрибутів (текстових і числових характеристик). Класифікаційні ознаки в ГІС подана на рисунку 2.1.

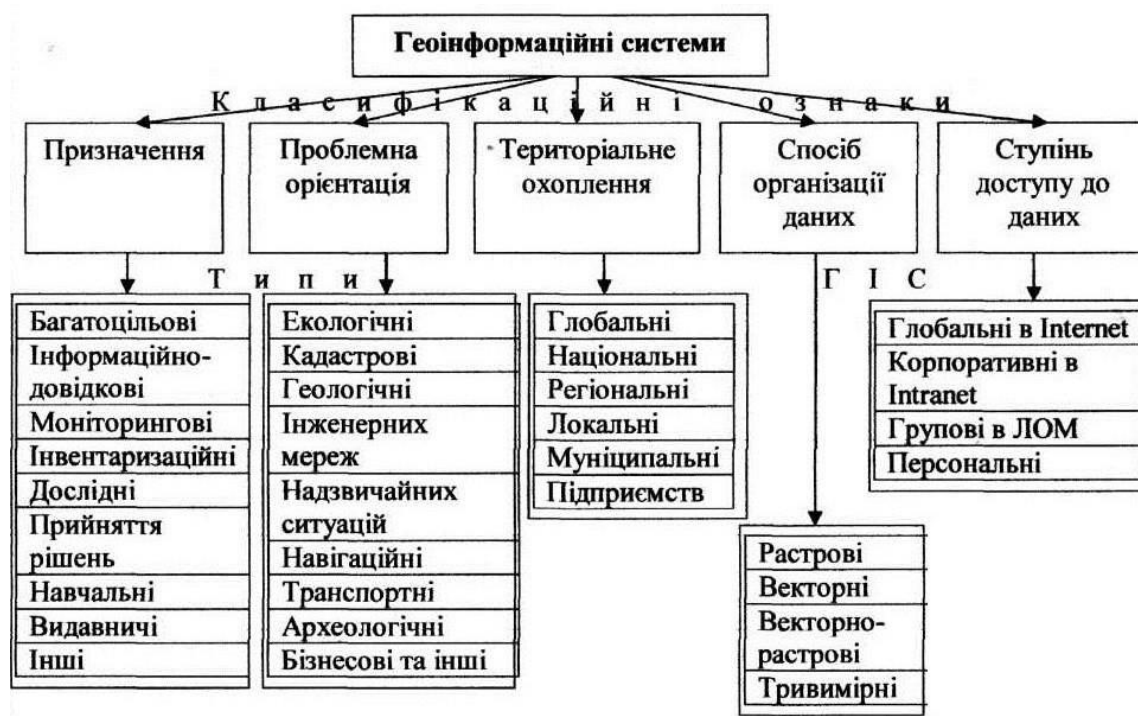


Рисунок 2.1 – Класифікаційні ознаки в ГІС

Векторні об'єкти (використовуються в нетопологічній і топологічній моделях даних) наведені нижче:

1. Точки – точкові об’єкти, які позначаються як координати на площині або в просторі.

2. Мультиточки – точкові об’єкти, що складаються з кількох точок. Цей тип об’єктів є узагальненням типу «Точки».

3. Лінії (полілінії) – лінійні об’єкти, що складаються з деякої послідовності (не менше двох) точок, з’єднаних відрізками (сегментами, дугами). Зауважимо, що не всі послідовні точки можуть з’єднуватися відрізками, а тому об’єкти цього типу можуть мати розриви, тобто бути топологічно непов’язаними. Топологічно пов’язані лінії зазвичай називають полілініями, а незв’язані – поліполілініями.

4. Полігони (області, регіони) – об’єкти, що складаються з контурів, заданих у вигляді послідовності замкнутих ліній і площини всередині контурів.

Зазначені типи векторних фігур називають простими на противагу складним.

Складні фігури (фігури оформлення, об’єкти САПР із систем автоматизованого проектування) – різноманітні тривимірні фігури, використовувані в ГІС для оформлення. На практиці використовують прямокутники, еліпси, дуги еліпса, сплайни, упроваджені зображення (у вигляді растрів і метафайлів), OLE-об’єкти (об’єкти для вставлення на карту довільних графічних зображень за технологією OLE-операційної системи\Windows), різні текстові написи, покажчики, розмірні лінії, а також спеціальні об’єкти для оформлення карт в ГІС (масштабні лінійки, стрілки напрямку на північ, легенди карти, фрагменти інших карт).

Під час виконання операцій просторового аналізу (побудова методом оверлей, буферних зон, аналіз близькості) з використанням складних фігур спочатку виконується їхнє перетворення на прості.

Коміркові елементи (елементи растрових, регулярних і нерегулярних моделей):

1. Пікселі – двохвимірні об’єкти, які є елементами регулярної прямокутної решітки в растровій моделі даних.

2. Осередки – двохвимірні об’єкти, які є елементами регулярного розбиття в моделі регулярної мережі.

3. Трикутники – двохвимірні об’єкти, які є елементами розбиття поверхні на трикутники в нерегулярній моделі триангуляції.

Визначення. *Модель даних* – спосіб опису однотипних просторових об’єктів, що передбачає опис окремих об’єктів, топологічних зв’язків між ними, а також додаткових знань про всю сукупність об’єктів у моделі.

Усі моделі просторових даних розподіляються на дві великі групи.

Векторні моделі призначені для опису сукупностей окремих об'єктів, наприклад меж річок, озер, контурів будівель, осей доріг і інженерних комунікацій. У векторних моделях кожен об'єкт задається деяким набором координат на площині або в просторі, а також сукупністю атрибутів.

У векторних *нетопологічних моделях* усі об'єкти не залежать один від одного і можуть довільно розміщуватися в просторі.

Векторні топологічні моделі складаються з опису окремих об'єктів, а також із описів топології – взаємовпливу окремих об'єктів один на одний.

Найпоширенішими топологічними моделями є *лінійно-вузлова модель (покриття) і транспортна мережа*.

Комірчасті моделі описують безперервні поля даних, такі як фотознімки місцевості, поля забруднень навколишнього середовища, висотних відміток (рельєф). У поруватих моделях деяка ділянка території нерозривно розбивається на однакові (прямокутники в растровій або трикутники в регулярній моделі) або різні фрагменти (трикутники в нерегулярній триангуляційній моделі), кожен із яких описується своїм набором атрибутів.

У геоінформаційних системах усі дані організовуються в логічні групи (тематичні), так звані шари, які, зі свого боку, групуються в карти.

Визначення. Шар карти (тема) – сукупність однотипних просторових об'єктів, визначених в одній моделі даних на загальній території і в загальній системі координат.

Визначення. Карта в ГІС – сукупність різних шарів, визначених на загальній території і в загальній системі координат.

На завершення цього розділу буде розглянуто ще декілька найважливіших понять.

Визначення. Цифрова модель місцевості (далі – ЦММ) – математична модель місцевості, що складається з безлічі наборів просторових даних, що описують різні види об'єктів і знань про землю.

ЦММ відповідає об'єктному складу топографічних карт і планів та включає опис форми рельєфу землі, природних і антропогенних об'єктів і споруд.

Визначення. Цифрова карта – математична модель графічного зображення паперових карт, використовуваних у картографії. У певному сенсі цифрова карта є спрощеним варіантом ЦММ, що включає тільки ті дані за об'єктами місцевості, які безпосередньо відображаються на карті.

Визначення. Цифрова модель рельєфу (далі – ЦМР) – частина цифрової моделі місцевості, що описує форму земної поверхні. ЦМР в геоінформаційних системах моделюється за допомогою поруватих моделей даних, так званих (які

називають) DEM (регулярна мережа висот) і TIN (нерегулярна триангуляційна мережа).

У геоінформаційних системах ЦММ цифрові карти і ЦМР є частиною відповідних карт та подаються як сукупність шарів.

2.2 Нетопологічна модель даних

У векторних нетопологічних моделях всі об'єкти довільно й незалежно розміщуються в просторі.

Термін «нетопологічна» на противагу «топологічна» підкреслює що різні фігури в межах набору даних ніяк між собою не пов'язані і не впливають одна на одну.

Із сукупності векторних нетопологічних моделей виокремлюють два основні підвиди – шейп-модель і САПР-модель.

2.2.1 Шейп-модель

У шейп-моделі використовують чотири різновиди даних – *точки, лінії, полігони, мультиточки*. До того ж в межах одного шару карти, подано у вигляді шейп-моделі, допускаються об'єкти тільки одного різновиду. Відповідні шари карти до того ж називаються точковими, лінійними, полігональними (майданними) і багатоточковими.

Дані в шейп-моделі можуть бути визначені на площині, тоді вони характеризуються двома координатами (x, y), а також у тривимірному і чотиривимірному просторі. Координата *m* зазвичай використовується як так звані «заходи» для ліній, тобто коли значення «заходів» задає відстань від деякого умовного початку (пикетажна відстань). Для інших типів шейп-даних (точок, полігонів і мультиточок) міра зазвичай не використовується:

1. Точки в шейп-моделі є 0-мірними об'єктами, що описуються набором відповідних координат на площині або в просторі. Точки використовуються для подання на карті таких об'єктів, як міста на карті світу, колодязі, пожежні гідранти на плані міста, висотні відмітки рельєфу.

2. Мультиточки в шейп-моделі також є 0-мірними об'єктами і складаються з ненульового набору нез'єднаних точок. Цей тип об'єктів є узагальненням типу «точки». Зазначимо, що на практиці мультиточки використовуються зрідка.

3. Лінії в шейп-моделі є одновимірними (лінійними) об'єктами і визначаються як послідовності з'єднаних відрізками точок. До того ж виокремлюють три різновиди ліній – спагеті, струни і кільця.

Спагеті можуть самоперетинатися, тоді як струни й кільця – ні. Кільця мають співпадні початкову й кінцеву точки. Усі лінійні об'єкти мають деяке значення довжини, але завжди нульову площу.

Спагеті повинні складатися принаймні з одного відрізка, що з'єднує дві незбіжні точки. Спагеті зазвичай використовуються під час перенесення даних із деякого джерела лінійних даних, де їхня топологічна коректність не гарантується. На рисунку 2.2 подано зразок допустимого об'єкта типу спагеті.

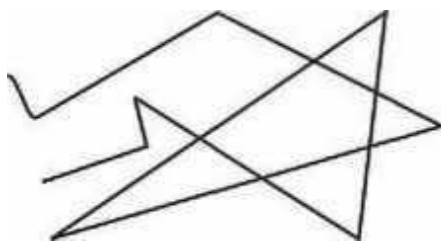


Рисунок 2.2 – Зразок даних типу спагеті

Струни також повинні складатися принаймні з одного відрізка, що з'єднує дві незбіжні точки. Під час введення й редагування струн перевіряють чи немає самоперетинів відрізків струни, а також послідовних колінеарних відрізків. На рисунку 2.3 подано зразок допустимої і неприпустимої струн.

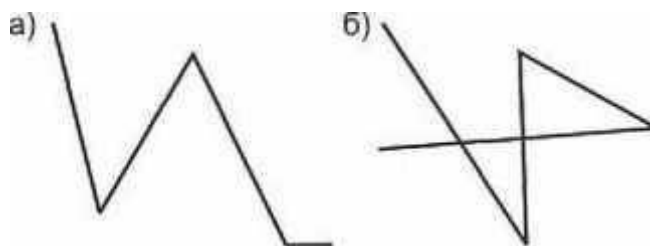


Рисунок 2.3 – Зразки даних типу струна: а) допустима; б) неприпустима

Кільця повинні мати співпадні початкову й кінцеву точки. Під час введення й редагування кілець проводиться перевірка щодо відсутності самоперетинів відрізків кільця, а також послідовних колінеарних відрізків. На рисунку 2.4 подано зразки допустимого й неприпустимого кільця.

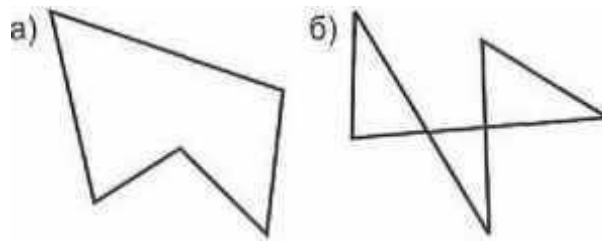


Рисунок 2.4 – Зразки даних типу кільце: а) допустиме; б) неприпустиме

4. Полігони в шейп-моделі є двохвимірними (майданними) об'єктами і визначаються декількома контурами, заданими у вигляді послідовності замкнених непересічних ліній. Один з цих контурів повинен бути зовнішнім, а решта – внутрішніми. Внутрішні контури До того ж повинні задаватися в порядку руху контуру за годинниковою стрілкою, а зовнішні – проти. На рисунку 2.5 подано зразок полігону.

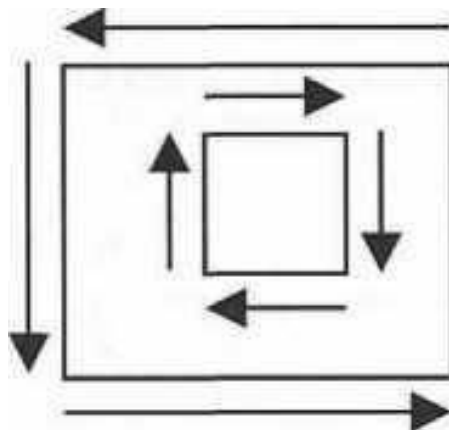


Рисунок 2.5 – Зразок даних типу полігон

Для кожної фігури в шейп-моделі даних може зберігатися певна кількість додаткових числових або текстових параметрів (атрибутів), що описують різні характеристики модельованих об'єктів.

2.2.2 САПР-модель

САПР-модель (модель даних, типова для систем автоматизованого проектування) зазвичай використовується в геоінформаційних системах для графічного оформлення карт і створення складних креслень. До того ж у межах одного шару карти, подано як САПР-модель, допускається використання об'єктів різних типів: прості (точки, мультиточки, лінії, полігони) і складні

(прямокутники, дуги, еліпси, сплайни, растри, метафайли, OLE-об'єкти, написи, покажчики, розмірні лінії і елементи оформлення карт).

САПР-модель використовується для створення на картографічній основі складних графічних зображень, наприклад схем інженерних мереж.

2.3 Топологічна модель даних «Покриття»

Векторна топологічна модель даних, яку називають покриттям, містить три типи об'єктів – вузли, дуги й регіони. Кожен з цих об'єктів має унікальний ідентифікатор, за допомогою якого між об'єктами встановлюються взаємозв'язки.

Назва «покриття» виникає через те, що взаємне накладання дуг і регіонів в моделі покриття не допускається, а вся сукупність регіонів у моделі, як і універсальний регіон, «покриває» всю площину без дірок (рис. 2.6).

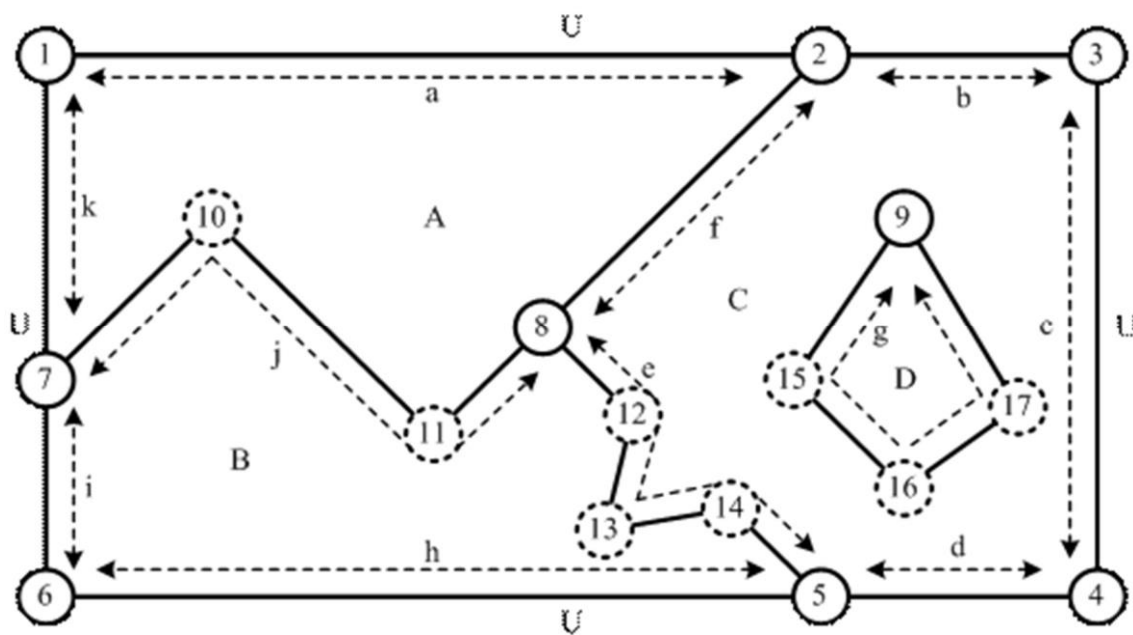


Рисунок 2.6 – Зразок даних моделі «Покриття»: 1–9 – вузли; 10–17 – проміжні точки; а–к – дуги; А–І – регіони; U – універсальний регіон

Вузли є звичайними точковими об'єктами, що визначаються координатами на площині (x, y).

Дуги є лінійними об'єктами – ламаними, що з'єднують два вузли покриття і проходять через послідовні проміжні точки. Крім того, дуги визначаються посиланнями на два суміжні (зліва і справа) регіони. Дуги одного покриття не повинні перетинатися.

Регіони (області, полігони) є майданними об'єктами. Вони характеризуються набором контурів, кожен із яких, зі свого боку, описується послідовністю дуг покриття. Перетинатися регіони одного покриття не повинні.

Розрізняють декілька різновидів регіонів:

- *простий* регіон – регіон, який містить лише один контур;
- *складовий* регіон – регіон, який містить декілька контурів. До того ж складові регіони можуть складатися з топологічно не зв'язаних частин і мати дірки;
- *універсальний регіон* – частина площини, яка не належить ні до якого регіону покриття. Це поняття є абстракцією і не подається в моделі покриття.

2.4 Модель транспортної мережі

Модель транспортної (геометричної) мережі призначена, насамперед, для опису у вигляді пов'язаного графа схеми транспортних комунікацій (автомобільних і залізничних доріг, авіаліній і водних маршрутів) з метою їхнього подальшого мереженого аналізу.

Транспортна мережа містить два головні типи об'єктів (вузли й дуги), а також один додатковий – маршрути (рис. 2.7):

1. Вузли є звичайними точковими об'єктами, що визначаються координатами на площині (x , y). Вузли можуть додатково характеризуватися такими параметрами, як заборони на виконання деяких поворотів і час їхнього виконання.

2. Дуги є лінійними об'єктами – ламаними, що з'єднують два вузли транспортної мережі і проходять через послідовність проміжних точок. Кожна дуга характеризується довжиною або часом руху по ній, дозволеними напрямками руху, класом дороги або пропускною здатністю тощо.

3. Додатково на транспортній мережі можуть бути визначені об'єкти ще одного типу – маршрути руху транспорту. Кожен маршрут визначається як замкнута впорядкована послідовність вузлів і дуг, а також різними числовими характеристиками (наприклад розрахунковий час проходження транспорту через зупинки).

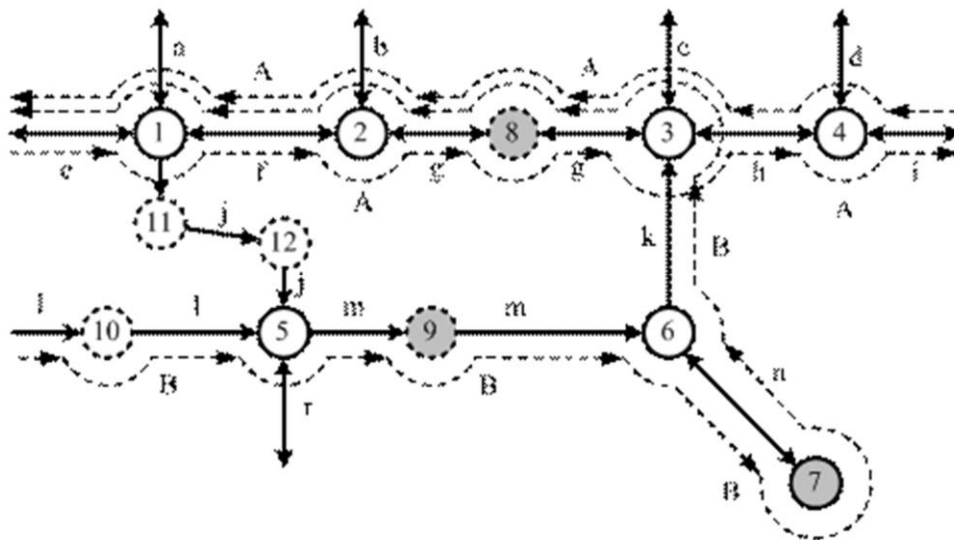


Рисунок 2.7 – Зразок даних моделі «Транспортна мережа»: 1–7 – вузли; 8–12 – проміжні точки; 7–9 – зупинки; а–п – дуги; А–В – маршрути громадського транспорту

Потрібно зауважити, що модель транспортної мережі схожа на модель покриття без регіонів. Однак, на відміну від покриття, у транспортній мережі допускається взаємне накладання дуг. Це необхідно, наприклад, для того щоб показати, як перетинаються автомобільні дороги на різних рівнях.

2.5 Растрова модель даних

Растрова модель даних є найпершою щодо виникнення моделлю даних геоінформатики. У цій моделі вся площа розбивається системою рівновіддалених вертикальних і горизонтальних прямих на однакові осередки – пікселі, кожному з яких відповідає певний код. У кожному пікселі може зберігатися якась числова характеристика простору (наприклад висота рельєфу, колір на фотознімку, рівень забруднення навколишнього середовища) або код об'єкта, якому належить відповідний піксель.

На рисунку 2.8 подано зразок карти земельних ділянок у векторній і растровій моделі. У векторній моделі для кожного полігону А, В, С і D задані координати меж полігонів, тобто у векторній моделі вказується, де перебуває об'єкт. У растровій моделі весь простір розділено на пікселі, у кожному з яких міститься код відповідної земельної ділянки, тобто растрова модель містить інформацію про те, що розташовано в заданій точці території.

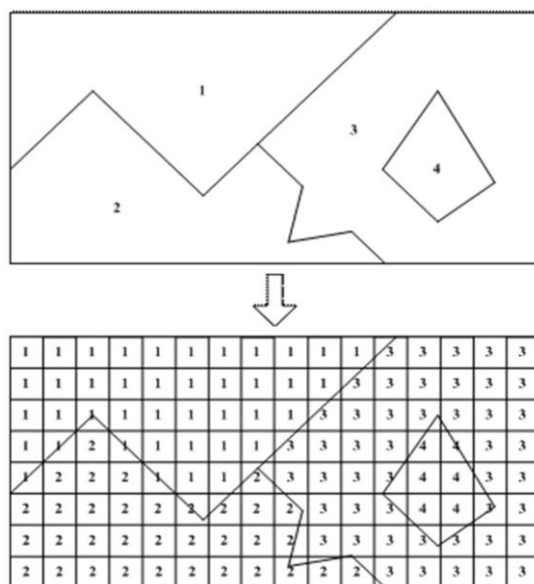


Рисунок 2.8 – Зразок зображення земельних ділянок в векторній і растровій моделі даних

Із рисунка 2.8 зрозуміло, що точність задання меж земельних ділянок у растровій моделі невисока, оскільки відповідає розміру пікселя, тому для збільшення точності даних доводиться істотно збільшувати кількість пікселів. Однак збільшувати їх до нескінченності також не можна, тому що ресурси комп'ютерів обмежені. Наприклад, якби ми захотіли на карті міста розміром 10×10 км зобразити карту земельних ділянок з точністю до 1 см (пікселі розміром 1×1 см), то нам знадобилося б 1012 пікселів. Якщо кожен піксель ми будемо кодувати чотирма байтами, то нам знадобиться приблизно 4 Тб пам'яті, що значно перевершує можливості типового сучасного персонального комп'ютера. Саме тому, обираючи розмір і кількість пікселів, доводиться йти на компроміс.

Для економії витрати пам'яті використовують різні алгоритмічні методи компресії растрів, які залежно від типу даних уможливають їхнє стискання в десятки, сотні й навіть в тисячі разів. Отже, за наведеним вище прикладом зрозуміло, що для зберігання зазначеної карти земельних ділянок може бути достатньо й 1 Гб (або й менше).

Однією з переваг растрової моделі даних є простота алгоритмів оброблення, включаючи операції просторового аналізу. Наприклад, визначити всі будівлі, що перебувають у межах водоохоронної зони дуже легко, якщо накласти растрові шари будівель і водоохоронних зон і попіксельно визначити шукані будівлі.

У наш час растрова модель у ГІС не є базовою, а використовується тільки в тих випадках, коли векторна модель не дає задовільного результату. Саме тому

необхідним є операції перетворення даних із растру у вектор (векторизація), і навпаки (растеризація). Растеризація – це звичайна для ГІС і досить проста операція, проте векторизація є набагато складнішим процесом. Векторизація зазвичай виконується в ручному або напівавтоматичному режимі за допомогою спеціальних програм – «Векторизатор».

Визначення. Якщо ГІС підтримує тільки векторні моделі даних і нерегулярні мережі, то вона називається векторною ГІС. Якщо базовою для ГІС є растрова модель даних, то вона називається растровою ГІС. Растрововекторною називається така растрова ГІС, у якій підтримуються векторні моделі і є засоби векторизації й растеризації.

2.6 Триангуляційна модель поверхонь

Триангуляційна модель даних (нерегулярна триангуляційна мережа, TIN) призначена для опису поверхонь. Як модельована поверхня може використовуватися рельєф земної поверхні (рис. 2.10) або розподіл будь-якого параметра по земній поверхні, наприклад, забруднення навколишнього середовища, кількості опадів, що випадають або середньорічна температура.

Зауважимо, що для моделювання поверхонь можна використовувати й растрову модель, якщо в кожному пікселі растру задається висота модельованої поверхні. Однак триангуляційна модель має низку переваг порівняно з растровою. По-перше, точність моделювання вища і зазвичай витрачається менше пам'яті. По-друге, триангуляційна модель допомагає уявити різке змінювання поверхні, тобто точки й лінії, продовж яких різко змінюється кривизна поверхні (вершини гір, кордони ярів, обриви річок, межі штучних споруд). Растрова модель передбачає, що вся модельована поверхня є гладкою.

Вихідними даними для побудови триангуляційної моделі поверхні слугують висотні позначки, ізолінії, а також різні структурні лінії, що змінюють форму поверхні.

Триангуляційна модель даних базується на триангуляції – особливому структурованні даних обчислювальної геометрії. Загалом триангуляція становить собою планарний граф, побудований на безлічі заданих вузлів, який розбиває всю площину на трикутники й одну зовнішню нескінченну фігуру.

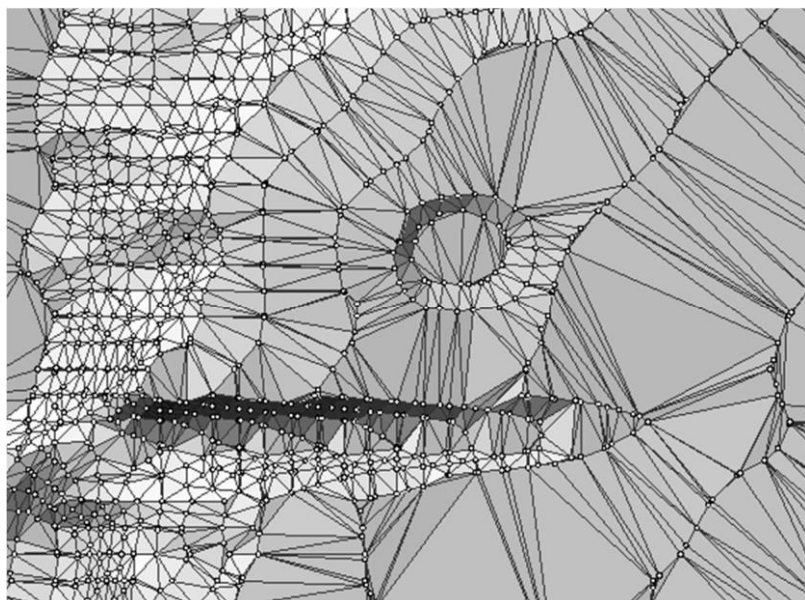


Рисунок 2.9 – Триангуляційна модель поверхні Землі

Триангуляції можуть бути різними. Триангуляційна модель даних базується на так званій триангуляції Делоне з обмеженнями, у якій трикутники будуються так, щоб вони були максимально рівносторонніми, зокрема так, щоб всередині кола, описаного навколо будь-якого трикутника, не потрапляли вузли триангуляції (рис. 2.10).

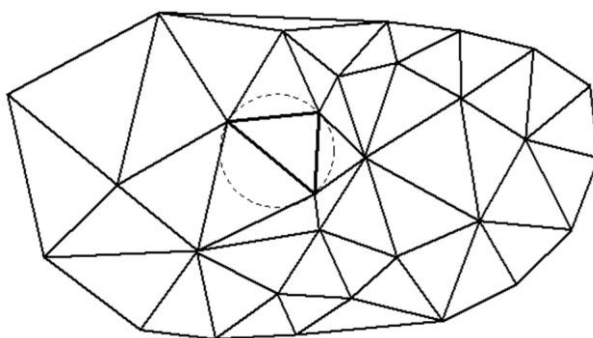


Рисунок 2.10 – Зразок триангуляції Делоне з демонстрацією умови Делоне
Оскільки ж триангуляція застосовується на площині, то для моделювання поверхонь (зокрема рельєфу) у кожному вузлі триангуляції додатково додається ще одна координата – висотна відмітка. До того ж кожен трикутник триангуляції стає просторовим, визначаючи деяку плоску частину модельованої поверхні.

Такі триангуляційні моделі поверхонь зазвичай належать до класу так званих 2,5-мірних моделей (ще вони іноді називаються однозначними поверхнями двох змінних), засвідчуючи, що, незважаючи на наявність

координат, це не тривимірна модель, тому що вона не може бути описана такою моделлю. Наприклад, у цій моделі не можна описати внутрішню структуру печери й схили гори, які є вертикальними або мають невеликий ухил. До того ж на практиці за необхідності умоделювати вертикальні грані (наприклад стіни будівель) межі роблять «майже» вертикальними, вводячи в триангуляцію додаткові вузли.

Триангуляційна модель даних містить три головні типи даних – вузли, ребра і трикутники (рис. 2.11).

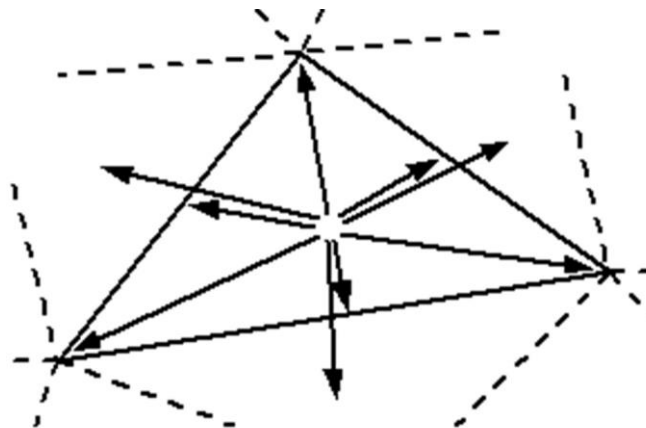


Рисунок 2.11 – Поєднання об'єктів у триангуляційній моделі даних

Вузли в триангуляції характеризуються координатами (x , y , z). Ребра в триангуляції є відрізками, що з'єднують у два деякі вузли. Більшість ребер у триангуляції наочно не зображуються, оскільки їх завжди можна визначити із трикутників. Зображуються тільки особливі ребра, за якими встановлюється додаткова інформація, наприклад структурність ліній або те, що поверхня не є гладкою уздовж цієї лінії.

Трикутники в триангуляції описуються за допомогою посилань, утворюючи вузли, а також посилань на суміжні трикутники й особливі ребра. Посилання на суміжні трикутники й ребра потрібні не для зображення їх на карті, а тільки для прискорення операцій аналізу поверхні.

2.7 Геореляційна модель даних

Однією з найважливіших властивостей геоінформаційних систем є те, що майже для будь-якого просторового об'єкта можна задати набір додаткових атрибутів у вигляді числових або символічних значень.

Протягом останніх десятиліть із безлічі різних моделей баз даних найпоширенішою в геоінформатиці є так звана реляційна модель. З погляду користувача вся база даних в цій моделі складається з набору різних таблиць, що мають фіксовані набори стовпців (полів) і змінну кількість рядків (записів), що

описують деякі об'єкти. Зв'язок між таблицями забезпечується за допомогою ключових полів – спеціально виокремлених стовпців таблиць.

У полях реляційних таблиць можуть зберігатися дані тільки деяких певних типів: цілі й речові числа, рядки, логічні значення, дата, час, а також великі бінарні масиви (binary large objects – BLOB-поля).

Для роботи з базами даних розроблена спеціальна мова SQL (мова структурованих запитів), що уможливорює виконання модифікації бази даних, а також пошук необхідних даних.

На рисунку 2.12 подано просту базу даних у двох таблицях, що містить відомості про земельні ділянки і їхніх власників. Кожна з таблиць містить ключове поле (ключ) «ID», яке визначає об'єкти «земельна ділянка» і «власник» всередині відповідної таблиці. Зв'язок між таблицями підтримується за допомогою таких ключових полів. Приміром, для цього в таблиці «Земельна ділянка» спеціально виокремлено поле «Код власника», у якому здійснюється запам'ятовування значення ключа таблиці «Власник».

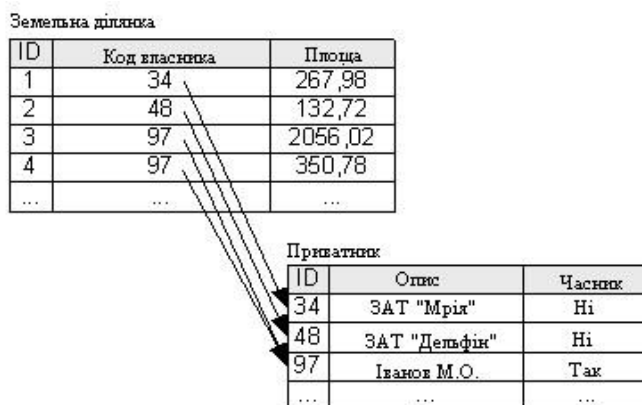


Рисунок 2.12 – Таблиці реляційної бази даних

Надалі в разі необхідності отримати ім'я власника для заданої земельної ділянки система управління базами даних (далі – СКБД) визначить код власника в таблиці «Земельна ділянка», потім знайде в таблиці «Власник» запис із цим кодом і «витягне» із відповідного поля шуканий опис власника.

Одним із недоліків таблиці «Земельна ділянка» є те, що в ній не зберігаються відомості про геометрію самої ділянки. Для цього, відповідно до використовуваних реляційних підходів, потрібно створити низку допоміжних таблиць і зберігати в них необхідну інформацію про полігони, складники земельної ділянки. Однак швидкість роботи навіть найкращих СУБД не дає змогу оперативно використати геометричні дані, подані в такому вигляді.

«Оперативно» означає, що потрібно наприклад, за частку секунди відобразити на екрані комп'ютера десятки й сотні тисяч земельних ділянок.

Саме тому в більшості геоінформаційних систем застосовується дещо інший – геореляційний підхід, коли геометрія просторового об'єкта (наприклад земельної ділянки) зберігається в окремому місці, в спеціально розробленому форматі, а атрибути об'єкта – у деякій таблиці бази даних. До того ж зв'язок між геометрією і атрибутами підтримується за допомогою ключа – унікального коду просторового об'єкта, приблизно так само, як і в реляційних таблицях (рис. 2.13).

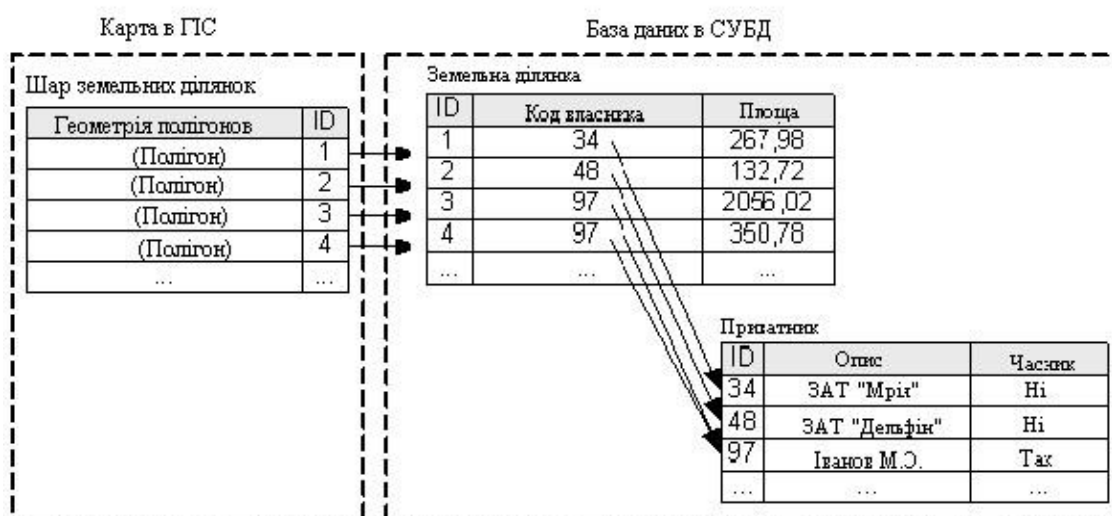


Рисунок 2.13 – Геореляційна база даних: зліва – впорядкований список просторових об'єктів в шарі карти; справа – пов'язані з ними записи в базі даних

У геоінформаційних системах із метою створення зручності для користувачів є операція поєднання атрибутів просторових даних із таблицями зовнішніх баз даних. Як наслідок, користувач уявляє, що він має справу зі звичайними таблицями баз даних, у яких додатково утворено перший стовпець із геометрією об'єктів. На підтвердження зазначеного щодо земельних ділянок одержаний результат представлений на рисунку 2.14.

Далі, після проведення операції поєднання, можна виконувати операції щодо різноманітних інформаційних запитів у поєднаній таблиці. Наприклад, для земельних ділянок можна використати всі ділянки, що належать фізичним особам, і вони будуть виокремлені на карті в ГІС.

Шар земельних ділянок

Геометрія полігонів	ID	Код власника	Площа
(Полігон)	1	34	267,98
(Полігон)	2	48	132,72
(Полігон)	3	97	2056,02
(Полігон)	4	97	350,78
...	...	...	...

Приватник

ID	Опис	Часник
34	ЗАТ "Мрія"	Ні
40	ЗАТ "Дельфін"	Ні
97	Іванов М.О.	Так
...	...	...

Рисунок 2.14 – Поєднання таблиць геореляційної бази даних

Іншою важливою особливістю ГІС після закінчення поєднання є автоматичне додавання й видалення записів у приєднаній таблиці. Приміром, під час створення на шарі карти нового полігону в приєднаній таблиці (у нашому прикладі в таблиці «Земельна ділянка») буде автоматично створено запис із необхідним значенням коду зв'язку ID. У разі видалення полігону з карти пов'язаний запис буде видалено.

Геореляційний підхід в ГІС використовується не тільки для зберігання атрибутів для векторних об'єктів (у шейп-файлах, покриттях, транспортних мережах і САПР-моделях). Аналогічно зберігаються дані в растровій моделі даних.

2.8 Геобаза даних

З моменту виникнення й дотепер майже у всіх ГІС геометрія і атрибутика просторових об'єктів зберігаються в різних файлах, а не в базах даних. Це обумовлюється двома головними причинами.

По-перше, низькою швидкістю вилучення й зміни геометричної інформації із баз даних, керованих звичайними системам СУБД порівняно зі звичайними файлами. Частково це пов'язано з низькою пропускнуою здатністю каналів зв'язку між сервером і СУБД, що унеможливають передавання з сервера на комп'ютер користувача інформації про просторові об'єкти, які повинні виводитися на екран практично в реальному режимі часу. Крім того, низька швидкість обумовлюється тим, що геометрія лінійних і майданних об'єктів повинна зберігатися у допоміжних таблицях або в BLOB-полях, що також істотно знижує швидкість доступу до даних.

По-друге, зберігання геометрії об'єктів у базі даних не надає тих переваг, які виникають при зберіганні звичайних негеометричних даних. Наприклад, в звичайних БД є кілька ключових понять, які використовуються майже у всіх прикладних базах даних. Це так зване «обмеження цілісності», що не дає змоги вводити некоректні значення в поля таблиць і створювати некоректні посилання між таблицями бази даних. Це блокування, що забороняє редагувати окремі поля або цілі таблиці бази даних, і це транзакції, що уможливають виконання великих змін у БД, але які в разі помилки під час транзакції повертають всю БД до початкового стану транзакції.

Потрібно зауважити, що таке обмеження цілісності, блокування й транзакції мало придатне для застосування щодо просторових об'єктів. Приміром, обмеження цілісності в ГІС є здебільшого геометричними (наприклад заборонено перетин ліній доріг і річок, оскільки річки повинні перетинатися тільки дорогами по мосту) і їх дуже складно описати за допомогою стандартних засобів СУБД (у вигляді збережених процедур на мові SQL). Блокування в ГІС повинне також бути просторовим, наприклад, для забезпечення можливості паралельної роботи багатьох користувачів із однією картою потрібно заблокувати деякий регіон цієї карти, що призведе до необхідності блокувати цілі таблиці в СУБД.

Класичні транзакції в теорії баз даних називають також ще короткими транзакціями, щоб підкреслити, що процес введення даних в СУБД зазвичай триває недовго. До того ж до поки виконується транзакція одним користувачем, робота іншого користувача має бути заблокована, щоб не порушити цілісність бази даних.

У ГІС же потрібно виконувати довгі транзакції, протягом яких користувач може змінювати стан безлічі взаємопов'язаних шарів карти. До того ж в процесі редагування геометричні обмеження цілісності можуть порушуватися. Після закінчення введення даних (для завершення довгої транзакції) користувач знову повинен привести базу даних (карту) в допустимий стан. Довга транзакція може виконуватися скільки завгодно довго(дні й навіть тижні). Зрозуміло, що під час введення даних одним користувачем не можна надовго блокувати всю базу даних щодо змін які можуть вносити інші користувачі.

З іншого боку, одночасне зберігання в базі даних геометрії і атрибутики привело б до забезпечення певних переваг, але тільки за умови, що вдалося вирішити зазначені проблеми.

Як наслідок, було розроблено різні розширення й надбудови щодо звичайних СУБД, що уможливило створення повноцінних просторових баз даних, що задовольняють усі сучасні вимоги ГІС. Консорціум розробників мови

SQL увів в останній стандарт мови SQL три розділи, які регламентують основи роботи з просторовими базами даних.

Головною перевагою сучасних просторових баз даних є те, що в них можливо поєднати геометрію, атрибутику й поведінку об'єктів. Що відповідає базовим принципам об'єктно-орієнтованого підходу, який на сьогодні є головним під час створення будь-яких програмних систем.

Нині поширення набули дві надбудови промислових СУБД, що реалізують вимоги стандарту SQL-3 і тісно поєднуються з провідними світовими ГІС. Це ArcSDE (Spatial Database Engine) компанії ESRI, Inc (США) та SpatialWare компанії MapInfo, Inc (США).

Модель геобаз даних ArcSDE 8.x/9.x є логічним продовженням топологічної моделі даних (покриття), даючи змогу за необхідності створювати аналоги нетопологічної моделі шейп-файлів. Крім того, модель геобаз уможлиблює створення мережі, визначення просторових зв'язків між і введення нових об'єктно-орієнтованих сутностей.

Однією з найбільших переваг ArcSDE є використання технології версій, призначених для виконання «довгих транзакцій», які дають змогу відмовитися від традиційних блокувань у регіонах.

3 СТРУКТУРА І ДЖЕРЕЛА ГЕОДАНИХ