

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**А. А. ЄВДОКІМОВ  
Н. О. МАНАКОВА  
Т. С. СЕНЧУК**

# **ІНФРАСТРУКТУРА ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ**

**Навчальний посібник**

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2023**

УДК 004(075.8)  
Є15

**Автори:**

*Євдокімов Андрій Анатолійович* – кандидат технічних наук, доцент;

*Манакова Наталія Олегівна* – кандидат технічних наук, доцент;

*Сенчук Тетяна Сергіївна* – старший викладач.

**Рецензенти:**

*Мамонов Костянтин Анатолійович*, доктор економічних наук, професор, директор навчально-наукового інституту будівництва та цивільної інженерії Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова;

*Філатов Валентин Олександрович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри штучного інтелекту Харківського національного університету радіоелектроніки.

*Рекомендовано до друку Вченою радою ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,  
протокол № 15 від 31 серпня 2017 р.*

**Євдокімов А. А.**

Є15 Інфраструктура просторових даних : навч. посібник / А. А. Євдокімов, Н. О. Манакова, Т. С. Сенчук ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 159 с.

У посібнику викладено головні принципи та методи опрацювання та аналізу різномірних просторових даних, проведено огляд функціональних можливостей спеціального програмного забезпечення для моделювання просторової інфраструктури даних. Подано загальні поняття про інформаційні моделі та просторове моделювання, визначено головні аспекти оброблення просторово прив'язаних даних, побудови аналітичних моделей у ГІС-середовищі.

Посібник призначено для студентів, які навчаються за напрямками підготовки «Геодезія та землеустрій», «Комп'ютерні науки», «Інформаційні системи і технології», «Системна інженерія», аспірантів, а також може бути корисний для спеціалістів сфери геоінформатики, а також керівників муніципалітетів і об'єднань.

УДК 004(075.8)

© А. А. Євдокімов, Н. О. Манакова,  
Т. С. Сенчук, 2023

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 ВИДИ ТА МОДЕЛІ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ .....	5
1.1 Моделі просторових даних .....	5
1.2 Види та особливості просторових даних .....	22
1.3 Візуалізація просторових даних .....	43
2 АНАЛІЗ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ .....	55
2.1 Просторова статистика даних .....	55
2.2 Аналіз просторових даних .....	65
3 ІНФРАСТРУКТУРА ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ .....	72
3.1 Загальні поняття інфраструктури просторових даних .....	72
3.2 Інфраструктура просторових даних. Закордонний досвід .....	75
3.3. Національна інфраструктура геопросторових даних України .....	91
4 ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ .....	106
4.1 Моделі просторових даних .....	106
4.2 Типи просторових даних .....	107
4.3 Візуалізація просторових даних .....	109
4.4 Просторова статистика .....	110
4.5 Просторовий аналіз .....	112
4.6 Національна інфраструктура просторових даних .....	113
СПИСОК ДЖЕРЕЛ .....	116
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК .....	118

## ВСТУП

Даний навчальний посібник призначено для студентів, які навчаються за напрямами підготовки «Геодезія та землеустрій», «Комп'ютерні науки», «Інформаційні системи і технології», «Системна інженерія», аспірантів, а також може бути корисний для спеціалістів в сфері геоінформатики, а також керівників муніципалітетів і облрад.

У посібнику викладено головні принципи та методи опрацювання та аналізу різноманітних просторових даних, проведено огляд функціональних можливостей спеціального програмного забезпечення для моделювання просторової інфраструктури даних. Подано загальні поняття про інформаційні моделі та просторове моделювання, визначено головні аспекти обробки просторово прив'язаних даних, побудови аналітичних моделей в ГІС-середовищі. Розглянуто аспекти створення, ведення, інтегрування, зберігання, обробки, аналізу і візуалізації геопросторових даних, роботи з проектування, створення та впровадження геоінформаційних систем різноманітного скерування, створення інтегрованого інформаційного простору для прийняття управлінських рішень на базі ГІС.

За структурою матеріал посібника розділений на чотири розділи, три з яких відповідають змістовим модулям з дисципліни «Інфраструктура просторових даних». Четвертий розділ містить завдання для практичної та самостійної роботи.

Перший розділ присвячено моделям просторових даних. У другому розглядаються питання просторового аналізу. У третьому розділі розглянуті загальні поняття інфраструктури просторових даних, наведено приклади існуючих ПІД, проаналізовано закордонний досвід.

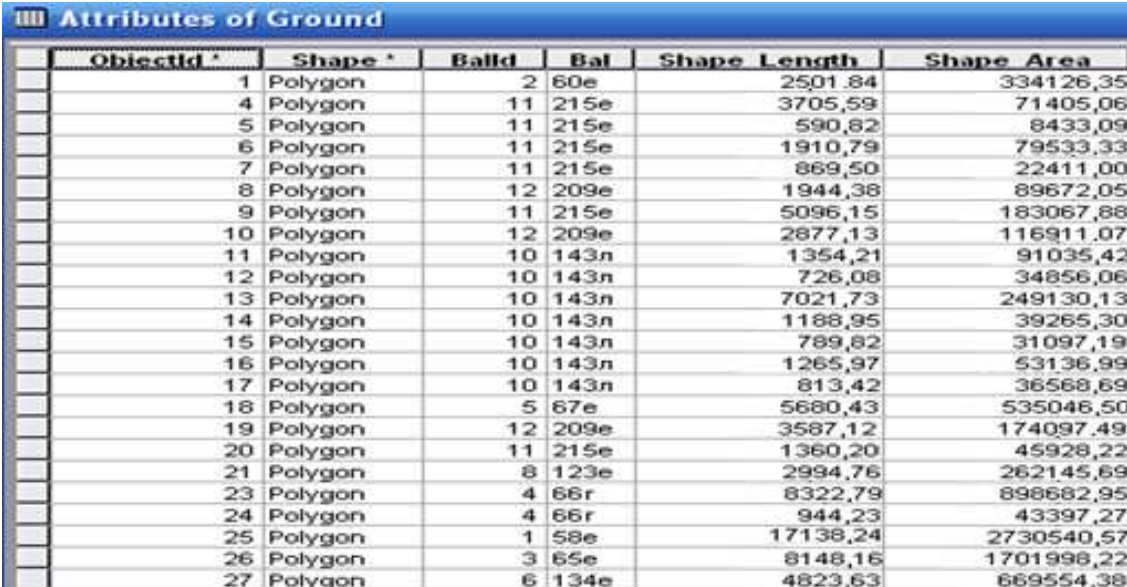
В посібнику наведено практичні завдання для самостійного розв'язання, а також посібник містить індивідуальні завдання для самостійної роботи, термінологічний словник.

# 1 ВИДИ ТА МОДЕЛІ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

## 1.1 Моделі просторових даних

Модель зберігання геоданих базується на принципі простої концепції реляційних баз даних і використовує всю потужність системи керування нею (СУБД). Прості таблиці (рис. 1.1) використовуються для зберігання схеми, правил, базових і просторово – атрибутивних даних для кожного набору географічних даних. Це дозволяє використовувати формалізовану модель для зберігання даних і роботи з ними. Завдяки такому підходу мова структурованих запитів (SQL) – набір реляційних функцій і операторів – може бути використана для створення, зміни та виконання запитів до таблиць і їхніх елементів даних [1].

Зрозуміти, як працює така модель даних, можна на прикладі геометрії полігональних об'єктів у базі геоданих. Клас об'єктів зберігається у вигляді таблиці, яка називається базовою. Кожен рядок становить один об'єкт. Стовпець *shape* зберігає геометрію для кожного полігонального об'єкта. Вміст цієї таблиці, зокрема і поле *shape*, яке зберігається як просторовий тип SQL, може бути доступно за допомогою SQL [2].



Objectid	Shape	Balld	Bal	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	2	60e	2501,84	334126,35
4	Polygon	11	215e	3705,59	71405,06
5	Polygon	11	215e	590,82	8433,09
6	Polygon	11	215e	1910,79	79533,33
7	Polygon	11	215e	869,50	22411,00
8	Polygon	12	209e	1944,38	89672,05
9	Polygon	11	215e	5096,15	183067,88
10	Polygon	12	209e	2877,13	116911,07
11	Polygon	10	143n	1354,21	91035,42
12	Polygon	10	143n	726,08	34856,06
13	Polygon	10	143n	7021,73	249130,13
14	Polygon	10	143n	1188,95	39265,30
15	Polygon	10	143n	789,82	31097,19
16	Polygon	10	143n	1265,97	53136,99
17	Polygon	10	143n	813,42	36568,69
18	Polygon	5	67e	5680,43	535046,50
19	Polygon	12	209e	3587,12	174097,49
20	Polygon	11	215e	1360,20	45928,22
21	Polygon	8	123e	2994,76	262145,69
23	Polygon	4	66r	6322,79	898682,95
24	Polygon	4	66r	944,23	43397,27
25	Polygon	1	58e	17138,24	2730540,57
26	Polygon	3	65e	8148,16	1701998,22
27	Polygon	6	134e	4823,63	669554,38

Рисунок 1.1 – Приклад базової таблиці класу полігональних об'єктів

Проте, додавання просторових типів і підтримки SQL для просторових атрибутів у СУБД не є достатнім для їхньої підтримки в ГІС. ArcGIS реалізує багаторівневу архітектуру використовуючи розширену логіку і положення на рівні додатка над моделлю зберігання бази геоданих. Ця логіка додатка містить підтримку набору основних об'єктів у ГІС і їхнього поводження, наприклад класів об'єктів, наборів растрових даних, топологій, мереж та багатьох інших.

Бази геоданих реалізуються за допомогою багаторівневої архітектури додатків, яка використовується в сучасних СУБД – додатках. Багаторівнева архітектура бази геоданих іноді називається об'єктно-реляційною моделлю. Об'єкти бази геоданих існують у вигляді рядків у таблицях СУБД, які мають ідентифікацію та поводження, підтримувані логікою програми для бази геоданих. Поділ логіки додатка й логіки зберігання дозволяє здійснювати підтримку декількох різних форматів даних та СУБД [1].

Ядром бази геоданих є стандартна реляційна схема бази даних (набір стандартних таблиць бази даних, типів полів, індексів та інших об'єктів бази даних). Схема існує у вигляді набору системних таблиць бази геоданих у СУБД, які визначають цілісність і поводження географічної інформації. Ці таблиці зберігаються або у вигляді файлів на диску, або у вмісті СУБД, такої як Oracle, IBM DB2, PostgreSQL, IBM Informix або Microsoft SQL Server.

Певні типи полів використовуються для зберігання традиційних атрибутів у таблицях. Коли база геоданих зберігається в СУБД, такі просторові представлення, як векторні й растрові дані, зазвичай зберігаються за допомогою розширених просторових типів [3].

У базі геоданих існує два основних набори таблиць – це системні таблиці і таблиці наборів даних.

*Таблиці наборів даних.* Кожний набір даних у базі геоданих зберігається в одній або кількох таблицях. Таблиці наборів даних для керування даними працюють із системними таблицями.

*Системні таблиці.* Системні таблиці баз геоданих відстежують вміст кожної бази геоданих. Фактично, вони описують схему бази геоданих, яка вказує всі визначення, правила й відношення наборів даних. Ці системні таблиці містять і керують усіма *метаданими*, що вимагаються для реалізації властивостей бази геоданих, правил перевірки даних і поводження. Внутрішня структура цих таблиць була змінена, починаючи з релізу ArcGIS10. Інформація, яка належить до схеми бази геоданих, що до версії ArcGIS 10 зберігалася в майже 35 системних таблицях бази геоданих, тепер була консолідована в чотирьох основних таблицях [1]:

- GDB\_Items містить список усіх елементів, які є в базі геоданих, таких як класи об'єктів, топології і домени;
- GDB\_ItemTypes містить попередньо налаштований список розпізнаваних типів елементів, таких як Table (таблиця);
- GDB\_ItemRelationships містить схему відношень між елементами, такими як класи об'єктів, що розташовані в наборі класів;
- GDB\_ItemRelationshipTypes містить попередньо налаштований список розпізнаваних типів відношень, наприклад DatasetInFeatureDataset (дані в наборі класів).

Набір даних і системні таблиці спільно працюють для представлення та керування вмістом бази геоданих. Наприклад, під час перегляду в операційній системі клас об'єктів виглядає як проста таблиця зі стовпцем із просторовим атрибутом. Проте під час перегляду в ArcGIS, всі правила, які зберігаються в системних таблицях, використовуються спільно із самими даними для подання класу об'єктів з певною налаштованим поводженням.

*Додаткові таблиці.* Залежно від того типу бази геоданих, який ви використовується і в якій СУБД вони зберігаються, набір системних таблиць може відрізнятися. Бази геоданих ArcSDE мають інший набір різних системних таблиць, відмінний від набору таблиць файлових баз геоданих, які незначно відрізняються від персональних баз геоданих [1].

*Набори даних.* Ключовим поняттям бази геоданих є поняття набору даних. Це первинний механізм, який використовується для організації та оброблення географічної інформації в ArcGIS. База геоданих містить три основних типи наборів даних:

- класи просторових об'єктів;
- набори растрових даних;
- таблиці.

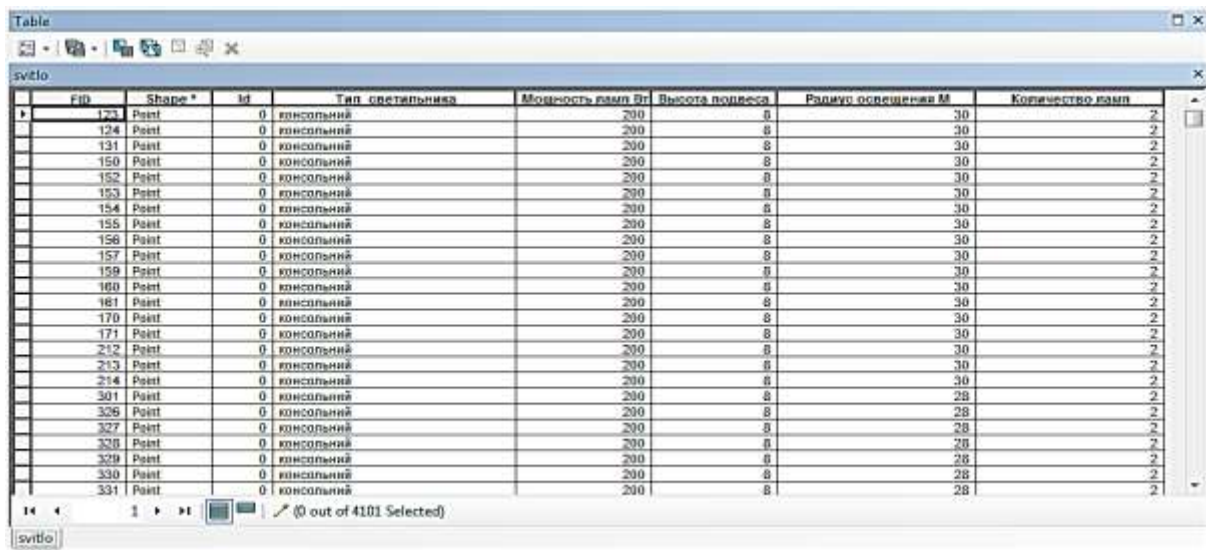
Створення сукупності перерахованих вище типів наборів даних є першим кроком проектування і створення бази геоданих. Зазвичай робота користувачів із базами геоданих розпочинається з визначення кінцевого числа типів наборів даних. Потім користувачі доповнюють або розширюють функціональність своїх баз геоданих ширшими можливостями (додавання топологій, мереж або підтипів) для моделювання реальних процесів, підтримки цілісності даних і роботи з набором найважливіших просторових відношень [1].

Зберігання бази геоданих становить зберігання схеми даних, бази правил для кожного географічного набору даних і простого табличного представлення просторових і атрибутивних даних. Всі три головних набори даних бази геоданих (класи просторових даних, атрибутивні таблиці та набори растрових даних), як і інші елементи бази геоданих, зберігаються в пам'яті за допомогою таблиць. Просторове відображення географічних наборів даних зберігається або у векторному, або в растровому форматі. Ця геометрія зберігається й керується разом із традиційними табличними полями атрибутів.

Клас просторових даних зберігається у вигляді таблиці. Кожен запис таблиці становить відповідний просторовий об'єкт. У таблиці полігонального класу просторових об'єктів (рис. 1.2), поле *Shape* містить полігональну геометрію для кожного просторового об'єкта. Значення *Polygon* використовується для уточнення того, що це поле містить координати й геометрію, однозначно ставлять у відповідність полігона запису таблиці.



Класи просторових об'єктів зберігаються у вигляді таблиці. Кожен рядок відповідає просторовому об'єкту [1].



FID	Shape *	Id	Тип світальника	Мощность лампы Вт	Высота подвеса	Радиус освещения М	Количество ламп
123	Point	0	консольный	200	В	30	2
124	Point	0	консольный	200	В	30	2
131	Point	0	консольный	200	В	30	2
150	Point	0	консольный	200	В	30	2
152	Point	0	консольный	200	В	30	2
153	Point	0	консольный	200	В	30	2
154	Point	0	консольный	200	В	30	2
155	Point	0	консольный	200	В	30	2
156	Point	0	консольный	200	В	30	2
157	Point	0	консольный	200	В	30	2
159	Point	0	консольный	200	В	30	2
160	Point	0	консольный	200	В	30	2
181	Point	0	консольный	200	В	30	2
170	Point	0	консольный	200	В	30	2
171	Point	0	консольный	200	В	30	2
212	Point	0	консольный	200	В	30	2
213	Point	0	консольный	200	В	30	2
214	Point	0	консольный	200	В	30	2
301	Point	0	консольный	200	В	28	2
326	Point	0	консольный	200	В	28	2
327	Point	0	консольный	200	В	28	2
328	Point	0	консольный	200	В	28	2
329	Point	0	консольный	200	В	28	2
330	Point	0	консольный	200	В	28	2
331	Point	0	консольный	200	В	28	2

Рисунок 1.2 – Приклад таблиці класу просторових об'єктів

Ключовою стратегією керування базами геоданих є використання реляційних СУБД для масштабування наборів даних ГІС до екстремально великих розмірів і кількості користувачів (наприклад, для підтримки простих невеликих баз даних у так само, як і у випадках із сотнями мільйонів об'єктів і тисячами одночасно працюючих користувачів). Таблиці забезпечують географічні набори даних основним механізмом зберігання даних. Використання SQL є достатньо вагомою перевагою під час створення запитів і оброблення записів таблиці, тоді як стратегія керування базами геоданих спрямована на посилення цих можливостей.

Бази геоданих підтримують SQL-доступ до геометрії просторових об'єктів у таких СУБД [1]:

- Oracle (з використанням типу ArcSDE SQL або типу Oracle Spatial SQL, якщо використовується Oracle Spatial);
- IBM DB2;
- IBM Informix;
- Microsoft SQL Server;
- Informix;

– PostgreSQL (із застосуванням типів геометрії ST\_Geometry або PostGIS, якщо використовується PostGIS).

Різні елементи бази геоданих використовуються для розширення простих таблиць, просторових об'єктів і растрів для моделювання просторових відношень, покращуючи підтримку цілісності даних і розширюючи можливості бази геоданих для керування даними.

Схема даних у БГД містить визначення, правила цілісності й поведження для кожної розширеної функції керування просторовими даними. Ці функції містять властивості координатних систем, координатний допуск, класи просторових даних, топології, мережі, растрові каталоги, відносини, домени тощо. Інформація про схему знаходиться в наборі мета-таблиць бази геоданих у СУБД. Таблиці забезпечують цілісність і визначають поведження географічної інформації.

*Елементи бази геоданих.* Незалежно від типу системи, усім користувачам ГІС у своїй роботі доведеться зіштовхуватися з трьома головними типами наборів даних. Для роботи користувачі будуть мати у своєму розпорядженні набір класів просторових об'єктів (зазвичай, у вигляді папки з безліччю шейп – файлів ESRI), ряд атрибутивних таблиць (у форматі dBASE, Microsoft Access, електронних таблиць Excel, СУБД і ін.) і, здебільшого випадків, значний набір зображень, знімків і наборів растрових даних [1].

У своїй основі всі бази геоданих побудовані за однією і тією саме схемою. Цю колекцію наборів (рис. 1.3) даних можна вважати універсальною точкою відліку для проектування бази даних ГІС.

За необхідності для підтримки певних істотних можливостей користувачі зможуть нарощувати свої моделі даних. База геоданих містить ряд додаткових елементів даних і типів наборів даних, які можуть бути використані для розширення базової сукупності наборів даних.

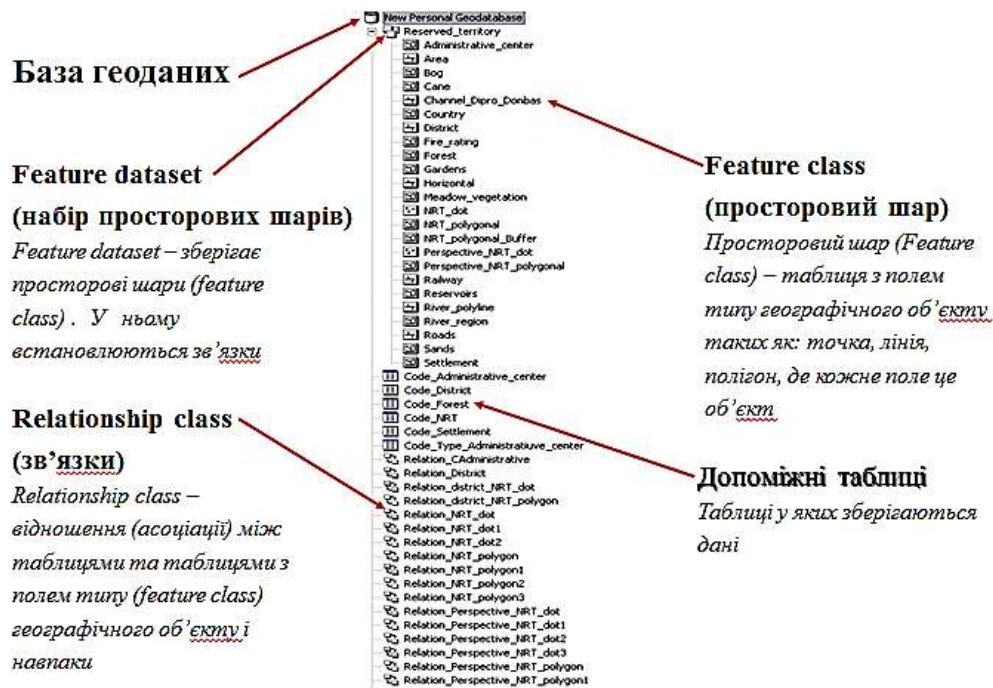


Рисунок 1.3 – Основні типи наборів даних у ГІС

*Транзакції та версії бази геоданих.* Бази геоданих ArcSDE підтримують версійність і довгі транзакції. На додаток до підтримки базою геоданих типів даних із розширеними можливостями (таких як анотація, топологія, мережеві об'єкти, набори даних terrain, локатори адрес), доступних у надзвичайно великих і високоефективних базах даних, база геоданих також підтримує складну структуру транзакцій для керування великими потоками даних та операціями.

У випадках, коли потрібне одночасне редагування кількох осіб забезпечується синхронізація множинних копій за допомогою розподілу оновлень (на зміну даних) між репліками, які підтримуються всіма типами СУБД (Oracle і SQL Server та ін.) і для яких немає необхідності бути пов'язаними між собою.

### Таблиці. Основні поняття

У таблицях баз геоданих керування атрибутами відбувається на підставі декількох простих, але суттєвих принципів реляційних даних [4]:

- таблиці містять ряди;
- у всіх записах у таблиці Протеовий набір стовпців;

- кожен стовпець має тип даних (наприклад, ціле число, десяткове число, символ і дата);
- набір реляційних функцій і операторів (наприклад, SQL) доступний для виконання операцій над таблицями та їхніми елементами даних.

Таблиці та відношення відіграють ключову роль у ArcGIS, як і в традиційних додатках БД. Записи в таблицях можуть бути використані для зберігання властивостей географічних об'єктів, а також зберігання й керування геометрією просторових об'єктів у стовпці *Shape*.

На рис. 1.4 показані дві таблиці і спосіб зв'язку їхніми записів із використанням ключового поля.

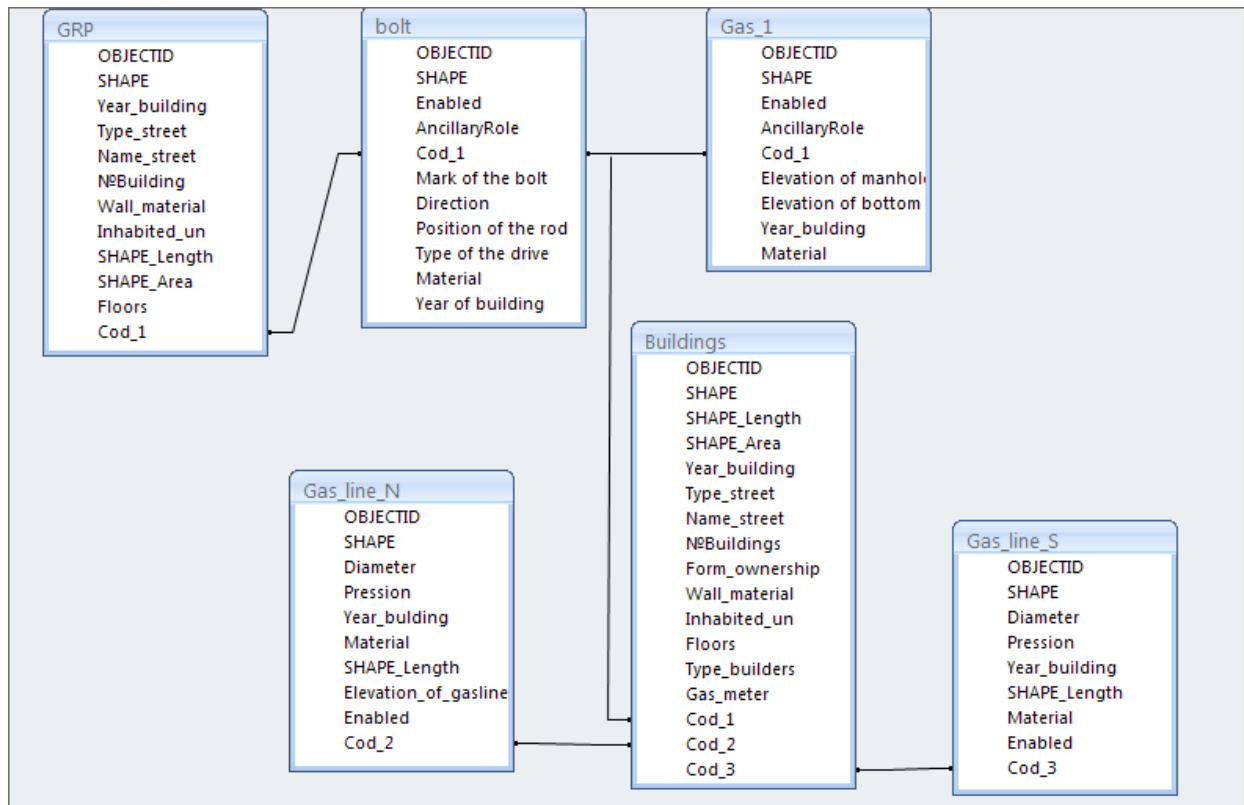


Рисунок 1.4 – Зберігання об'єктів і атрибутів у зв'язаних таблицях

*Типи даних атрибутів у базі геоданих.* Для зберігання й керування атрибутами бази геоданих існує ряд підтримуваних типів полів. Доступні типи стовпців об'єднують в себе різні типи: числові, текстові, дати, великі двійкові об'єкти (BLOB) і глобальні унікальні ідентифікатори (GUID).

Підтримувані типи полів атрибутів бази геоданих містять [1]:

1. Числа: можуть бути одного з чотирьох числових типів даних: short integers (короткі цілі числа), long integers (довгі цілі числа), single-precision floating-point (одинарної точності з плаваючою комою) і double-precision floating-point numbers (подвійний точності з плаваючою комою, які зазвичай називають числами подвійної точності).

2. Текст: будь-який набір букв і цифр заданої довжини.

3. Дата: містить дані дати та часу.

4. BLOB: великі двійкові об'єкти, що використовуються для зберігання і керування двійковою інформацією, наприклад символи або CAD-об'єкти.

5. Глобальні ідентифікатори: типи даних GlobalID і GUID зберігають рядки записів реєстру, що складаються з 36 символів, взятих у фігурні дужки. Ці рядки унікально визначають об'єкт або запис таблиці всередині і поза базою геоданих. Більшою мірою цей тип даних використовується для керування відношеннями, особливо в керуванні даними, версійному редагуванні, оновленнях на зміну й реплікаціях.

Типи стовпців XML також підтримують інтерфейси програмування. Стовпець XML може зберігати будь-який вміст у форматі XML (наприклад метадані XML).

### **Класи просторових об'єктів**

Класи просторових об'єктів – однорідні сукупності однотипних об'єктів, кожен із яких має Протеове просторове представлення у вигляді точок, ліній, або полігонів, і загального набору атрибутивних полів, наприклад, лінійний клас просторових даних для представлення осьових ліній доріг. Чотири основні типи класів просторових даних – це точки, лінії, полігони та анотації (назви для підписів на картах) [1].

На рис. 1.5 вони подані чотирма наборами даних, що належать до однієї області: (1) – місця розташування кришок люків у вигляді точок, (2) – лінійні каналізаційні труби, (3) – полігональні земельні ділянки та (4) – анотації назв вулиць.

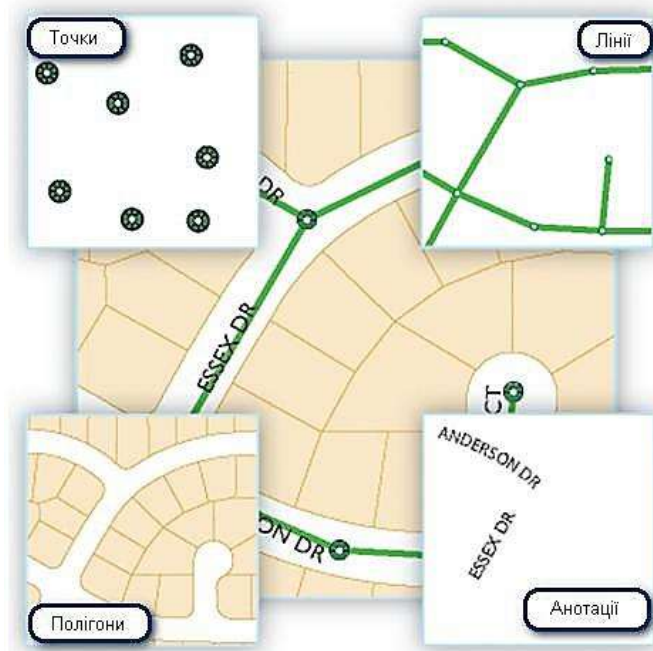


Рисунок 1.5 – Чотири класи об’єктів БГД, що найчастіше використовуються

На цій схемі також відзначено потенційну вимогу моделювати деякі розширені властивості об’єктів. Наприклад, лінії каналізаційних труб та місця розташування люків складають мережу колектора зливної каналізації, тобто систему, за допомогою якої можна моделювати обсяг стоку й потоки. Необхідно також відзначити те, як сусідні ділянки використовують спільні межі. Більшість користувачів намагаються підтримувати цілісність спільних меж об’єктів у цих наборах даних, використовуючи топологію.

Як зазначено вище, часто користувачі мають потребу моделювати такі просторові відношення й поведження у своїх географічних наборах даних. У цих випадках можна розширити основну функціональність класів просторових даних, додаючи ряд прогресивних елементів бази геоданих, таких як топологія, набори мережевих даних, набори даних *terrain* і локатори адрес.

*Типи класів просторових об’єктів.* Векторні об’єкти (географічні об’єкти з векторною геометрією) різнобічні і є часто використовуваними географічними типами даних, добре придатними для подання об’єктів із дискретними межами, наприклад вулиці, адміністративні кордони й земельні

ділянки. Просторовий об'єкт – це об'єкт, який зберігає своє географічне представлення, подане зазвичай у вигляді точки, лінії або полігона, як однієї з властивостей (полів) у рядку [1].

Класи просторових об'єктів зазвичай є тематичними наборами точок, ліній або полігонів, але насправді існує сім типів класів просторових об'єктів. Перші три підтримуються в базах даних і базах геоданих. Інші чотири підтримуються тільки в базах геоданих.

*Точки:* просторові об'єкти, які занадто малі, щоб позначати їх лініями або полігонами, а також точкові місця розташування (точки GPS).

*Лінії:* відображають форму й місце розташування географічних об'єктів, занадто вузьких для відображення у вигляді полігонів (центральні лінії вулиць, струмки та ін.). Лінії також використовуються для представлення об'єктів, що мають довжину і не мають площі, таких як ізолінії і кордони.

*Полігони:* набір багатосторонніх площинних об'єктів, що становлять форму й місце розташування також однорідних типів просторових об'єктів, таких як адміністративні райони, округи, ділянки землі, типи ґрунту та зони землекористування.

*Анотації:* підпис на карті, який містить параметри відображення тексту. Наприклад, крім текстового рядка кожної анотації там зберігаються й інші властивості – наприклад, точки фігури для розміщення тексту, його шрифт і точковий розмір, а також інші властивості відображення. Анотація (рис. 1.6) може також бути пов'язаною з об'єктами, що підписуються, і може містити підкласи.

*Об'єкти-розміри:* спеціальний тип анотації, що показує специфічні довжини або відстані, наприклад, для зазначення довжини сторони будівлі, ділянки землі або відстані між двома об'єктами. Розміри найчастіше використовуються для дизайнерських і інженерних завдань у ГІС.



Рисунок 1.6 – Приклад використання анотацій бази геоданих для базової карти

*Мультиточка*: просторові об'єкти, що складаються з більш ніж однієї точки. Мультиточка (рис. 1.7) часто використовується для керування масивами дуже великих сукупностей точок, як, наприклад, кластери точок LiDAR, які можуть містити буквально мільярди пунктів. Використання одного запису для такої точкової геометрії неприпустиме. Об'єднання таких даних у групи багатоточкових записів надає можливість базі геоданих управляти масивними наборами точок [1].

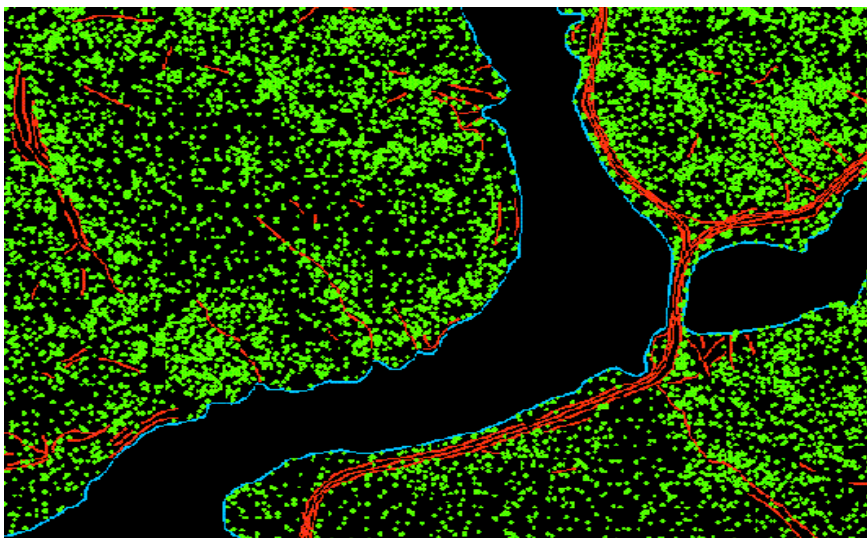


Рисунок 1.7 – Точки зеленого кольору відображають зміст класу багатоточкових об'єктів – точок лідара



*Мультипатчі:* 3D-геометрія, що використовується для подання зовнішньої поверхні або оболонки об'єктів, які займають дискретну область чи об'єм у тривимірному просторі. Мультипатчі (рис. 1.8) охоплюють плоскі 3D-кола і трикутники, використовувані в комбінації для моделювання тривимірної оболонки. Мультипатчі можуть використовуватися для представлення всього, починаючи від простих об'єктів, наприклад сфер і кубів, до складних об'єктів, наприклад ізоповерхонь будівель.



Рисунок 1.8 – Клас об'єктів-мультипатчів, що становить групу будівель

*Геометрія й координати просторових об'єктів.* Класи просторових об'єктів містять як геометричні форми кожного об'єкта так і їхні описові атрибути. Геометрію кожного об'єкта визначає, насамперед, його тип (точка, лінія, або полігон). Проте також можуть бути визначені і додаткові геометричні властивості. Наприклад, класи об'єктів можуть бути одночастинні і складні, мати 3D-вершини, лінійні виміри (m- значення), а також можуть містити параметрично задані криві [1].

Лінійні й полігональні класи просторових об'єктів можуть складатися з однієї або декількох частин (рис. 1.9). Наприклад, одна адміністративна одиниця може складатися з багатьох частин (невеликі острови Херсонської області), але разом із тим бути одним просторовим об'єктом – Херсонська область.

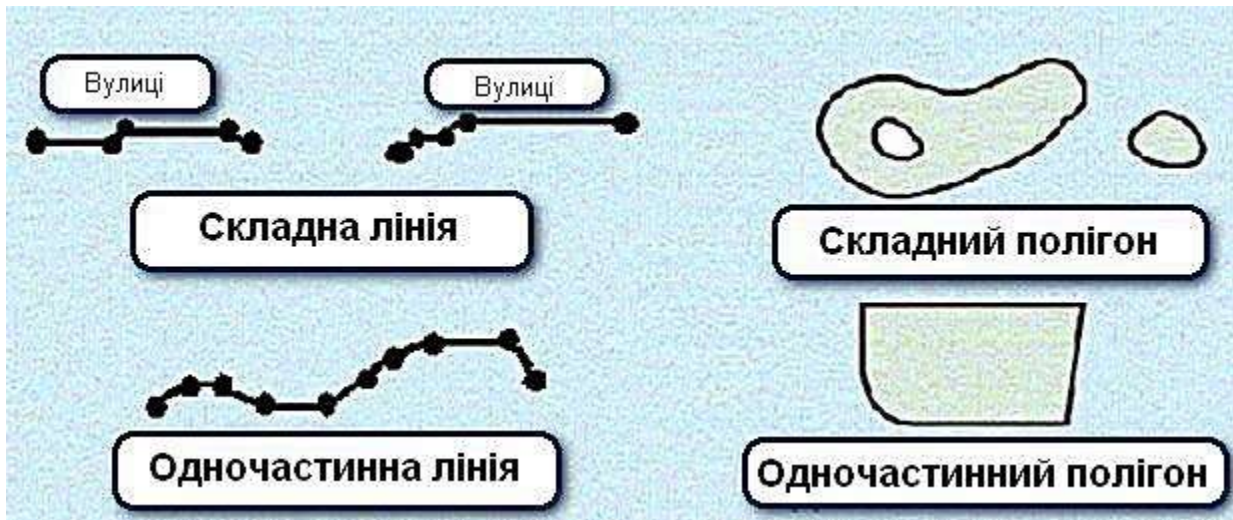


Рисунок 1.9 – Одночастинні та складні лінії і полігони

*Вершини, сегменти, висоти та вимірювання.* Геометрія об'єктів складена, насамперед, із координатних вершин. Сегменти в лініях і полігонах охоплюють вершини. Сегменти можуть бути подані прямими лініями або параметрично заданими кривими. Вершини в об'єктах можуть також включати  $z$ -значення для представлення висотних відміток і  $m$ -значення для представлення вимірювань уздовж лінійних об'єктів (рис. 1.10).

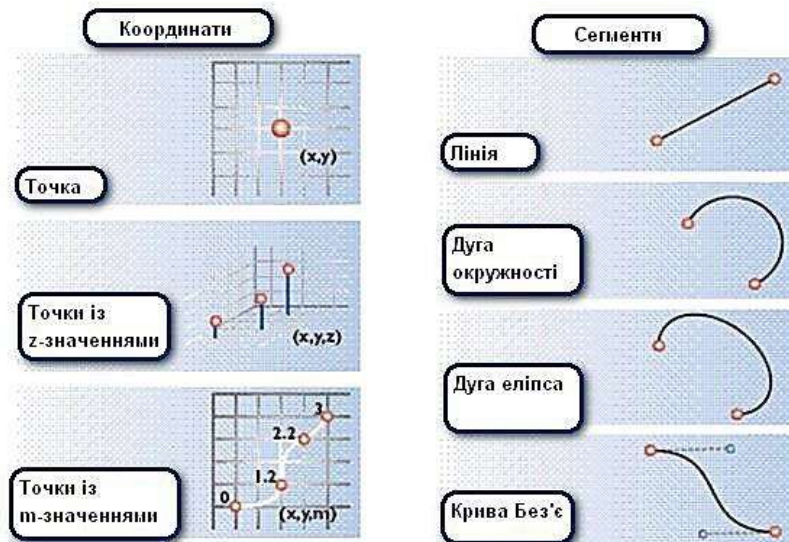


Рисунок 1.10 – Геометрія об'єкта, яка задається одночасно координатами і сегментами

*Типи сегментів лінійних і полігональних об'єктів.* Лінії і полігони задаються двома ключовими елементами: упорядкованим списком вершин,

які визначають форму лінії або полігона і типами сегментів лінії, що використовуються між кожною парою вершин. Кожна лінія і полігон можуть сприйматися як упорядкований набір вершин, які можуть з'єднуватися для формування геометричної фігури. Інший спосіб зображення кожної лінії та полігона – упорядкована послідовність з'єднаних сегментів, де кожен сегмент має тип: пряма лінія, окружна дуга, еліптична дуга або крива Без'є.

Тип сегмента за замовчуванням – пряма лінія між двома вершинами. Проте, коли потрібно визначити криві або параметричні фігури, можна використовувати три додаткових типи сегментів: дуги кіл, еліптичні дуги і криві Без'є, які можуть бути застосовані. Ці фігури часто використовуються для подання штучних об'єктів, як, наприклад, межі земельних ділянок або лінії шосе [1].

*Вертикальні вимірювання з використанням z-значень.* Координати об'єктів можуть охоплювати X, Y або X, Y і Z вершини. Z-значення зазвичай використовуються для представлення висот, але вони можуть представляти і інші виміри, такі як річна кількість опадів або міра забруднення повітряного середовища.

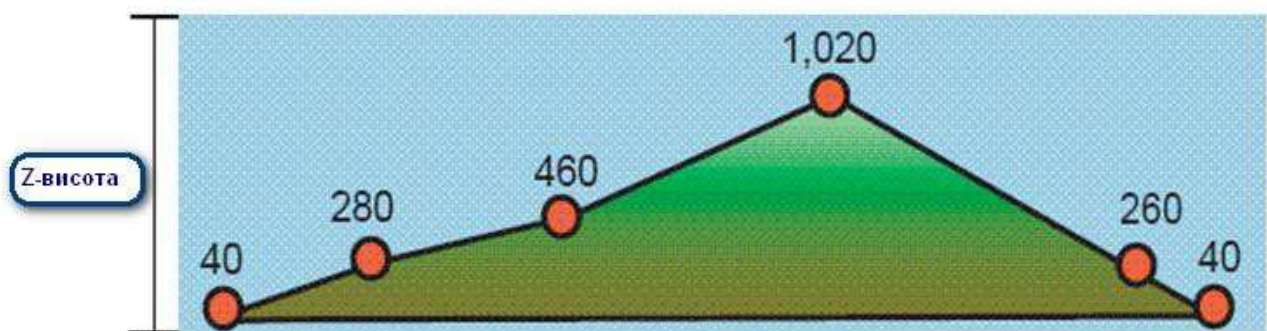


Рисунок 1.11 – Вертикальні вимірювання з використанням z-значень

Об'єкти можуть мати x, y координати і, вибірково, додані значення z-висот.

*Лінійні вимірювання з використанням t-значень.* Вершини лінійних об'єктів можуть також містити t-значення. Деякі ГІС-пакети використовують систему лінійних вимірювань для інтерполяції відстаней

уздовж лінійних об'єктів, таких як дороги, водотоки (річки, струмки) і трубопроводи. Можете присвоїти  $m$ -значення кожній вершині об'єкта. Наприклад, система вимірювання кілометрових стовпів на шосе, що використовується відділами перевезення для реєстрації станів дорожнього покриття, меж швидкості, місць розташування нещасних випадків та інших інцидентів уздовж шосе.

Системи координат для лінійної прив'язки містять додаткову координату  $m$  –  $(x, y, m)$  або  $(x, y, z, m)$ .

Вершини для вимірів можуть мати вигляд  $x, y, m$  або  $x, y, z, m$ . Підтримка таких типів даних часто називається системою лінійних координат. Обробку знаходження координат подій у цих системах вимірювань також називають динамічною сегментацією.



Рисунок 1.12 – Лінійні вимірювання з використанням  $m$ -значень

Координати лінійних вимірювань формують блоки для побудови цих систем. У реалізації лінійної прив'язки в ArcGIS термін «маршрут» позначає лінійний об'єкт, наприклад, вулицю міста, шосе, річку або трубу, що мають унікальний ідентифікатор і загальну систему вимірювання уздовж кожного лінійного об'єкта. Сукупність маршрутів із загальною системою вимірювання може бути побудована на основі лінійного класу просторових об'єктів, як показано нижче на рис. 1.13.

**Клас об'єктів маршрутів**

**Лінійні об'єкти з вимірюваннями**

**Унікальний ідентифікатор**

OBJECTID*	Shape*	NLF_ID	MP_CO	MP_MUNSOR	MP_RTE_PR	MP_RTE_N
1	Polyline M	01000C00068	1	0	CO	68
2	Polyline M	01000C00070	1	0	CO	70
3	Polyline M	01000C00073	1	0	CO	73
4	Polyline M	01000C00074	1	0	CO	74
5	Polyline M	01000C00094	1	0	CO	94
6	Polyline M	01000C00121	1	0	CO	121
7	Polyline M	01000C00123	1	0	CO	123
8	Polyline M	01000C00154	1	0	CO	154

Record: 1 | Show: All Selected | Records (0 out of 2000 Selected) | Options

Рисунок 1.13 – Клас лінійних об'єктів, що містить маршрути з координатами лінійних вимірювань і ідентифікатором маршруту для кожного об'єкта

*Допуски об'єктів.* Точність розташування й підтримка робочого середовища керування даних із високою роздільною здатністю дуже важливі для управління ГІС-даними. Основна вимога – це можливість зберігати інформацію про координати з достатньою точністю. Точність координат характеризує кількість десяткових знаків, що використовується для запису інформації про місцезнаходження.

Оскільки бази геоданих і бази даних можуть записувати координати з високою точністю, користувачі можуть створювати набори даних із високим рівнем точності, і з великою роздільною здатністю, то що інструменти визначення даних і сенсори постійно удосконалюються (введення геодезичних та інженерних даних, дані лідара, креслення будівель із САПР та ін.).

ArcGIS записує координати як цілі числа й може зберігати розташування з дуже високою точністю. У різних операціях ArcGIS, координати об'єкта обробляються й управляються з використанням деяких ключових геометричних властивостей. Ці властивості визначаються під час створення кожного класу просторових об'єктів або набору класів об'єктів.

Геометричні властивості, які допомагають визначити координатний і оброблюваний допуски, що використовується в різних процесах просторової оброблення і геометричних операціях, наведених нижче [1].

Допуск по  $x, y$ : точність, з якою записуються координати просторових об'єктів.

Допуск  $x, y$ : кластерний допуск, використовуваний для просторових об'єктів із геометрією, що зберігається. Використовується в топології, при накладенні просторових об'єктів та інших подібних операціях.

Допуск  $z$ : властивості допуску для вертикальних вимірів координат у тривимірних наборах даних (наприклад, у вимірах висот).

Допуск  $m$ : властивості допуску для вимірювань вздовж лінійних просторових об'єктів, використовується в наборах даних із системами лінійних координат (наприклад, відстані вздовж доріг у метрах).

## 1.2 Види та особливості просторових даних

### Растри. Основні поняття

Набори растрових даних (рис. 1.14) представляють географічні об'єкти поділом реального світу на безперервні квадратні або прямокутні осередки, що покривають координатну мережу (грід). Кожен осередок має значення, яке використовується для подання характеристик про його місцезнаходження – температуру, висоту або спектральне значення [4].

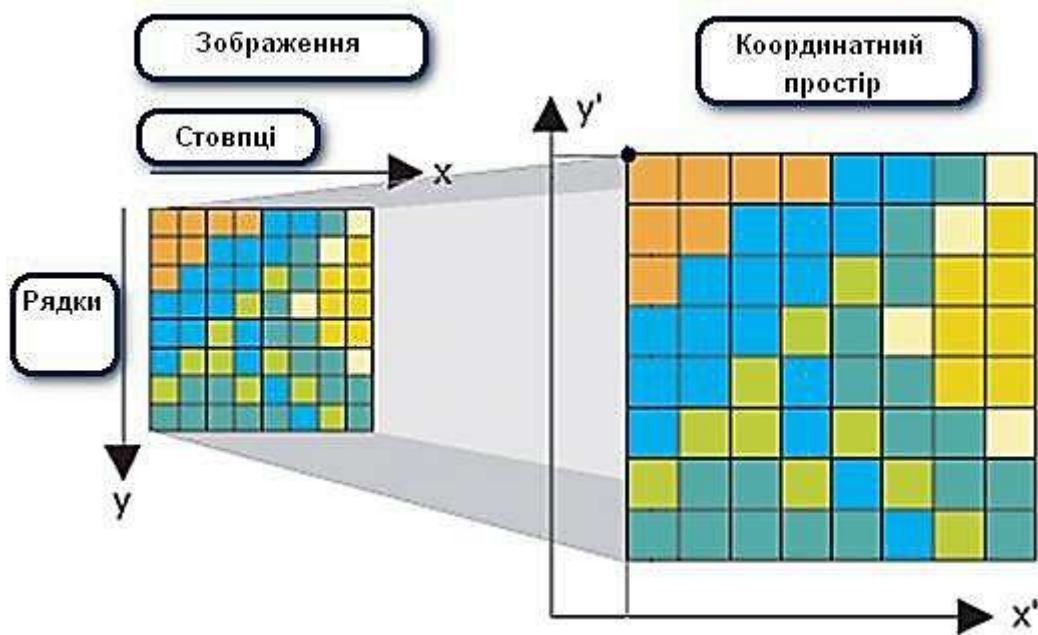


Рисунок 1.14 – Діаграма набору растрових даних

Набори растрових даних зазвичай використовуються для представлення та керування сукупностями зображень, цифровими моделями рельєфу та іншими численними явищами. Часто растри використовуються як спосіб представлення точкових, лінійних і полігональних об'єктів. На рис. 1.15 можна побачити, як набір полігонів може бути поданий у вигляді растрового набору даних.

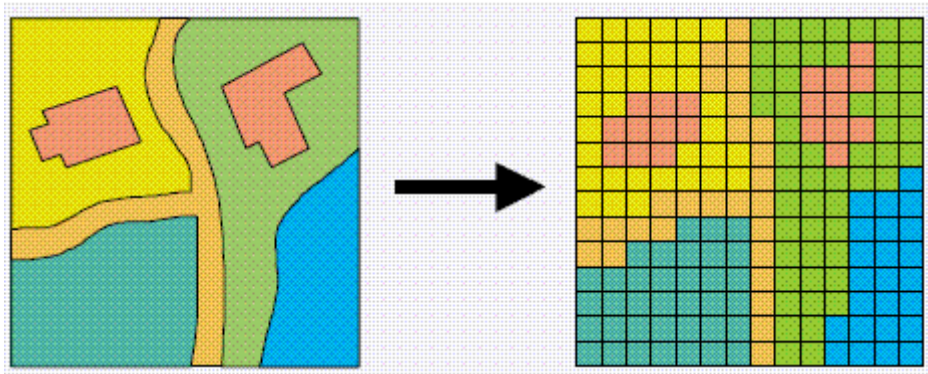


Рисунок 1.15 – Векторна діаграма подана у вигляді растра

Растри можна використовувати для подання всієї географічної інформації (просторових об'єктів, зображень та поверхонь). Крім того, для них існує набір аналітичних інструментів геооброблення. На додаток до того, що растрові набори даних є універсальним типом даних для зберігання наборів зображень у ГІС, вони також широко застосовуються для представлення об'єктів, роблячи можливим використання географічних об'єктів під час моделювання та аналізу растрових даних.

*Растри в базі геоданих.* Растр – це часто використовуваний набір даних у ГІС, поданий у вигляді набору осередків, організованих у рядки та стовпці. Користувачі зазвичай використовують безліч растрових файлів, і багато з них бачать зростаючу потребу в управлінні такими даними разом із рештою географічної інформації в СУБД. Бази геоданих надають дуже ефективні засоби керування растровими даними як у файлових БГД, так і в базах геоданих ArcSDE [1].

*Стратегії керування растрами.* Важливими є дві стратегії керування растровими даними:

1. Представлення растрів: отримуючи доступ до растрових наборів даних засобами ГІС, їх можна використовувати у вигляді серії растрових файлів. Можна використовувати серію незалежних файлів або скористатися, наприклад, додатковим модулем Image до ArcGIS for Server для керування цими наборами даних у сукупності.

2. Растри в базі геоданих: цю стратегію корисно використовувати у випадках, коли потрібно керувати растрами, додавати поводження, і регулювати схему даних; для керування певним набором растрових наборів даних, що є частиною СУБД; коли необхідно отримати високу якість інформації без втрат (без стиснення); і керування усім вмістом за допомогою однієї конфігурації даних.

*Географічні властивості растрових даних.* Зазвичай для всіх растрових наборів даних визначаються чотири географічних властивості. Вони стають корисними для географічної прив'язки і допомагають пояснити структуру файлів растрових даних.

Географічні властивості растра зазвичай включають [1]:

1. Координатну систему. Опорну координату або місце розташування у вигляді пари  $x, y$  координат (зазвичай це верхній лівий кут або нижній лівий кут растра).

2. Розмір осередку.

3. Кількість рядків і стовпців.

Ця інформація може використовуватися для знаходження місця розташування будь-якої визначеної комірки. За наявності цієї інформації, структура растрових даних становить простий список значень усіх осередків у порядку вздовж кожного ряду від верхньої лівої комірки до нижньої правої комірки.

*Таблиця блоків растра бази геоданих.* Растрові дані зазвичай набагато більші за розміром, ніж векторні дані і вимагають наявності допоміжної



таблиці для зберігання. Наприклад, типовий ортофотознімок може мати до 6 700 рядків при 7 600 стовпців (більш ніж 50 мільйонів значень осередків).

Щоб отримати високу продуктивність із такими великими растровими наборами даних, растр у базі геоданих поділяється на менші елементи (що розуміються як блоки) зі стандартним розміром близько 128 рядків на 128 стовпців або  $256 \times 256$ . Ці менші блоки надалі зберігаються в допоміжних таблицях для кожного растра. Кожен окремий елемент зберігається в окремому записі в таблиці блоків, як показано нижче на рис. 1.16.

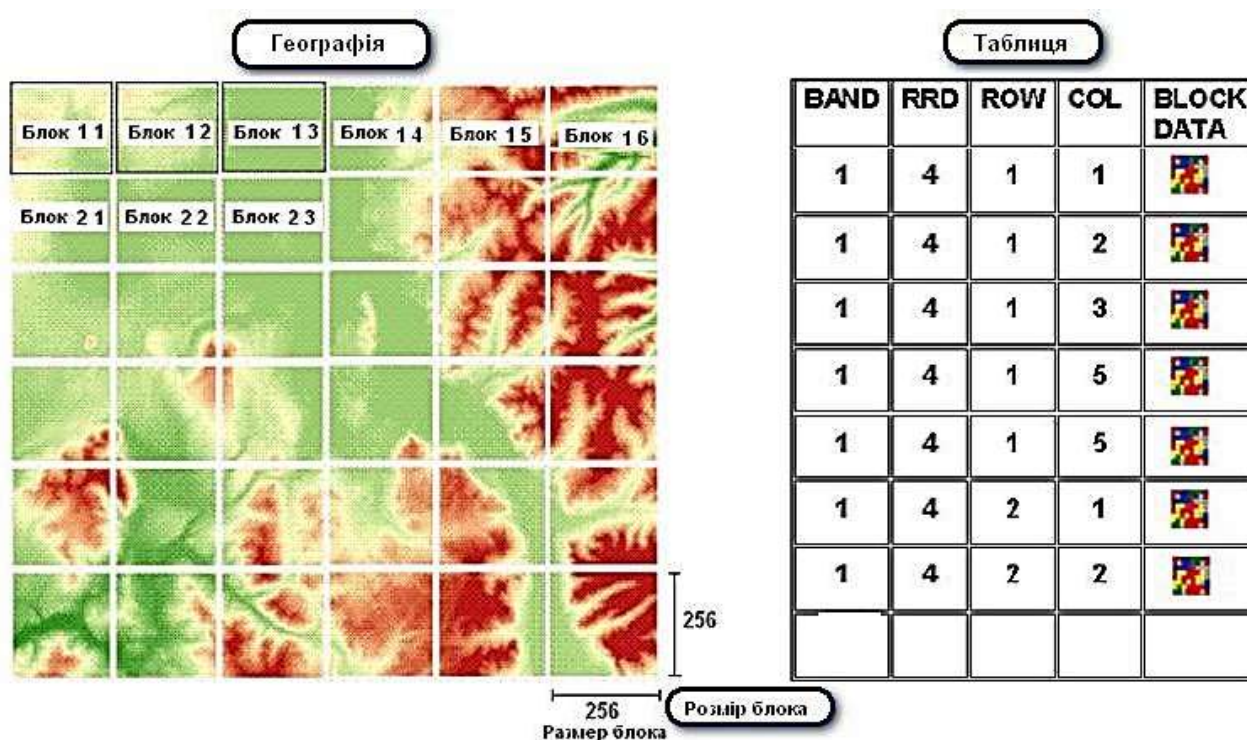


Рисунок 1.16 – Діаграма подання таблиці у вигляді блока

Ця проста структура означає, що для відображення певної області растра необхідно здійснити витяг відповідного блока замість цілого зображення. Крім того, повторно видобувні блоки, використовувані для побудови пірамід растра, можуть зберігатися і управлятися в тій самій таблиці блоків як додатковий запис.

Це дозволяє керувати в СУБД растрами величезних розмірів і забезпечувати дуже високу продуктивність і безпечний багатокористувацький доступ.

## Набір класів об'єктів

Набір класів об'єктів – це сукупність класів просторових об'єктів, об'єднаних загальною системою координат. Набори класів об'єктів використовуються для просторового або тематичного об'єднання класів просторових об'єктів. Їх основне призначення – організація класів просторових об'єктів в єдині набори даних для побудови топології, набору мережевих даних, набору даних Terrain або геометричної мережі [1].

Набори класів об'єктів для організації просторово-пов'язаних класів об'єктів в єдиний набір даних можна використовувати для:

- для додавання топології;
- для додавання набору мережевих даних;
- для додавання геометричної мережі;
- для додавання набору даних Terrain;
- для додавання набору даних ділянок.

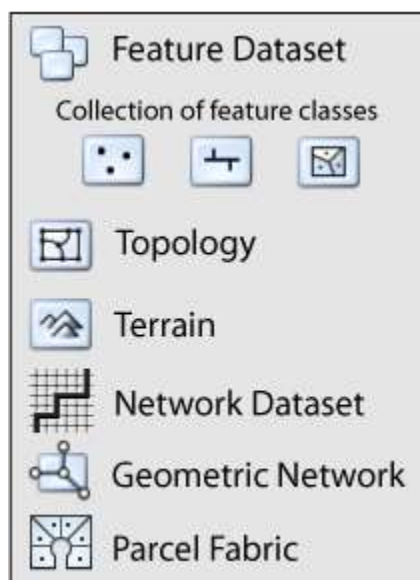


Рисунок 1.17 – Організація тематично пов'язаних класів просторових об'єктів

Іноді користувачі об'єднують сукупність класів просторових об'єктів певної тематики в єдиний набір класів об'єктів. Наприклад, користувач може створити набір класів об'єктів «Гідрографія», що містить точкові об'єкти (колодязі), лінійні (ріки) та полігональні (озера, ставки).

Іноді користувачі призначають права доступу до даних, використовуючи набори класів об'єктів. Усі класи просторових об'єктів, що входять у набір класів об'єктів, мають однакові права доступу. Наприклад, користувачеві може знадобитися кілька наборів класів об'єктів, щоб розділити серії пов'язаних класів просторових об'єктів і розподілити права доступу до них між користувачами.

У ситуаціях, коли організації спільно використовують дані, потрібно домовитися про схему спільного використання наборів даних разом з іншими користувачами. У подібних ситуаціях співробітники можуть використовувати набори класів об'єктів як папки, щоб упорядковувати прості класи просторових об'єктів для спільного використання.

### **Геометричні мережі**

Геометрична мережа – це набір пов'язаних ребер і вузлів, з'єднаних за певними правилами, які використовуються для представлення та моделювання поведінки мережевої інфраструктури реального світу. Класи об'єктів бази геоданих використовуються як джерела даних для визначення геометричної мережі. Необхідно визначити ролі, які різні об'єкти відіграють у геометричній мережі, і правила, відповідно до яких будуть визначатися відносини між ними [1].

На рис. 1.18 як приклад наведена геометрична мережа, що становить модель водного потоку через водопровідні магістралі та служби водопостачання, які підключені через водні вузли зв'язку.

Геометрична мережа будується всередині набору об'єктів у базі геоданих. Класи об'єктів у наборі використовуються як джерела даних для ребер і з'єднань мережі. Зв'язність мережі ґрунтується на геометричній відповідності класів об'єктів, що використовуються як джерела. Кожна геометрична мережа має логічну мережу – набір таблиць у базі геоданих, що зберігають відносини зв'язності та іншу інформацію про об'єкти геометричної мережі як окремі елементи для використання під час трасування та операцій над потоком.

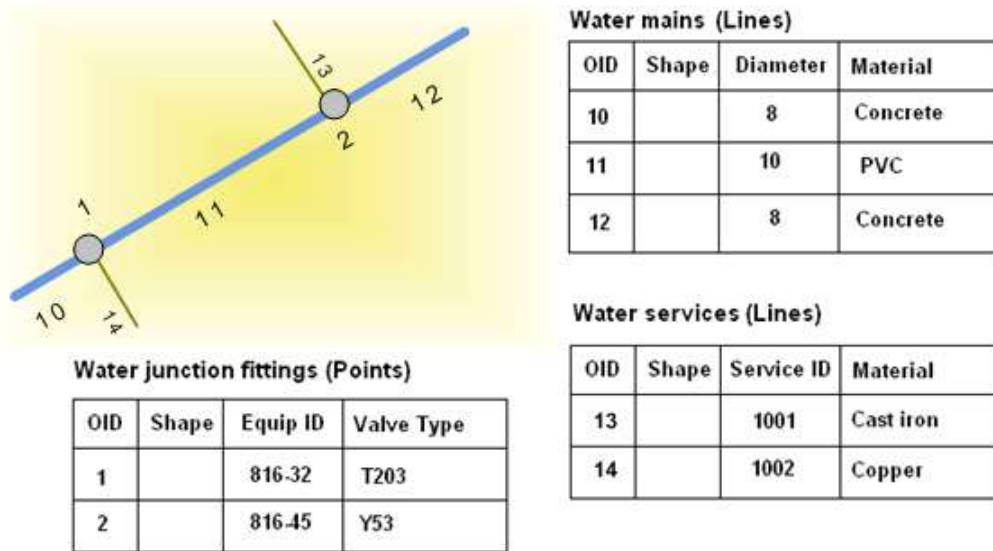


Рисунок 1.18 – Приклад геометричної мережі

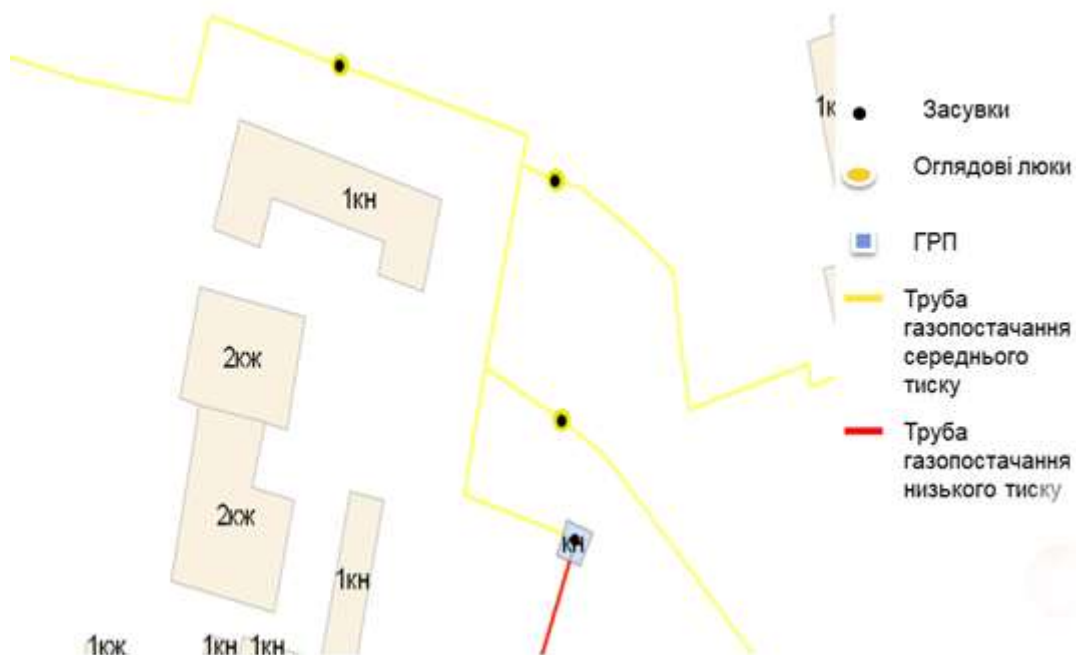


Рисунок 1.19 – Вигляд геометричної мережі газопостачання в ArcMap

Геометричні мережі складаються з двох типів об'єктів: ребра та з'єднання. Це особливі типи просторових об'єктів у базі геоданих, що називаються мережевими об'єктами. Вони розглядаються як точкові й лінійні

об'єкти, що мають додаткові можливості, специфічні для геометричної мережі. На рис. 1.19 показано приклад того, як виглядатиме в ArcMap геометрична мережа газопостачання.

### **Клас відношень**

Клас відношень містить низку властивостей, що визначають, як об'єкти, що роблять з іншими об'єктами. Ці властивості зазначаються під час створенні класу відношень.

Під час створення класу відношень необхідно вказати є він простим або складним.

*У простому відношенні* пов'язані об'єкти можуть існувати незалежно один від одного. Наприклад, у залізничної мережі можуть бути залізничні стрілки, що мають один або більше пов'язаних із ними семафорів. Проте, залізнична стрілка може існувати без семафора, а семафори можуть існувати в залізничній мережі і там, де немає стрілок.

Коли здійснюється видалення об'єкта-джерела в простому відношенні, значення поля зовнішнього ключа для зіставлення об'єкта-адресата встановлюється в нульовий. Таке поводження зовнішнього ключа було розроблено для збереження цілісності на рівні посилок між об'єктами. Коли об'єкт-джерело видалений, значення в рядку зовнішнього ключа більше не зв'язується з об'єктом у джерелі і, як результат, значення зовнішнього ключа встановлюється на нульове і більше не використовується. Основним завданням зовнішнього ключа є підтримання відношень між об'єктом-адресатом і пов'язаним із ним об'єктом-джерелом. Якщо відсутній об'єкт-джерело з відповідним значенням первинного ключа, тоді немає необхідності в підтримці значення зовнішнього ключа. Якщо надалі необхідно пов'язати той самий об'єкт призначення з новим об'єктом-джерелом, поле зовнішнього ключа (FK) можна оновити за нульового значення на необхідне.

Видалення об'єкта-адресата ніяк не позначиться на значенні первинного ключа у зв'язаному об'єкті-джерелі.

Прості відношення можуть мати кардинальність «один до одного», «один до багатьох» або «багато до багатьох».

Як і у випадку простих відношення, складні відносини також підтримують цілісність на рівні посилянь у разі видалення об'єктів, але реалізується це по-іншому. У складному відношенні об'єкти-адресати не можуть існувати незалежно від об'єктів-джерел, тобто у разі видалення джерела зв'язаний об'єкт-адресат теж видаляється в процесі каскадного видалення.

*Складне відношення* може допомогти підтримувати об'єкти просторово; якщо відправлення повідомлень встановлено в прямому (Forward) напрямку, переміщення або обертання вихідного об'єкта примушує відповідно переміщатися або обертатися об'єкти призначення.

Для створення складних відношень завжди працюють за принципом «один-до-багатьох», але за допомогою правил відношень можуть бути обмежені до дії «один-до-одного».

*Класи-джерела і клас—адресати.* Під час створення класу відношень необхідно вибирати один клас як джерело і один як адресат. Важливо не переплутати ці класи. Ураховуючи поведження каскадного видалення в складних відношеннях, важливість цього очевидна.

У простому відношенні також важливо дотримати цього. Оскільки під час видалення запису в класі-джерелі простий клас відношень знаходить відповідні записи в класі-адресата й обнуляє значення їхніх ключових полів. Якщо як джерело вибрано невірний клас і видалено об'єкти в джерелі, то з'являться помилки в полі зовнішнього ключа.

*Первинні та зовнішні ключі.* У класі відношень об'єкти в джерелі відповідають об'єктам у адресата за допомогою значень у ключових полях. У наступному прикладі ділянка 789 відповідає перепусткам 2 і 3, тому що ці записи мають Протеовий ідентифікатор ділянки.

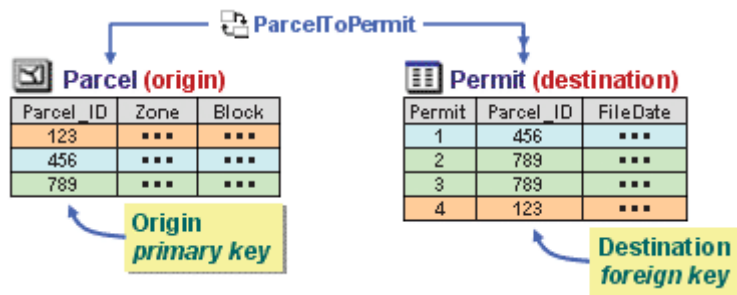


Рисунок 1.19 – Приклад класу відношень

Ключове поле в класі–джерелі відношення називається первинним ключем (primary key) і часто позначається аббревіатурою ПК (PK). На відміну від справжнього первинного ключа, значення полів первинного ключа у відношенні не обов’язково повинні бути унікальними для кожного об’єкта.

Ключове поле в класі–адресата називається зовнішнім ключем (foreign key) і часто позначається аббревіатурою ВК (FK). Воно містить значення, які відповідають значенням поля первинного ключа в класі–джерелі. Значення ключового поля не обов’язково мають бути унікальними для кожного рядка.

Ключові поля можуть мати різні імена, але повинні бути одного типу й містити Протеову інформацію, наприклад як ідентифікатори ділянок. Ключовими полями можуть бути поля будь–яких типів даних, крім великих довічних об’єктів (BLOB), дати і растрів. Ключові поля вказуються під час створення класу відносин.

Під час вибору поля первинного ключа можна використовувати поле ідентифікатора (ID) рядка, часто званого полем ObjectID. Поле ObjectID автоматично додається ArcGIS, коли створюється клас або таблиця об’єктів або реєструється шар або таблиця ArcSDE. Це поле забезпечує унікальний ідентифікатор для кожного запису. Воно керується ArcGIS, тому його змінювати.

Значення ObjectID об’єкта залишається незмінним увесь час, поки він знаходиться у своєму початковому класі, і не можна розбити об’єкт, якщо він є просторовим. Якщо розбивати просторовий об’єкт, він зберігається у вигляді оригінального об’єкта (але з оновленою геометрією) і створює новий

об'єкт із новим призначеним ідентифікатором ObjectID. У результаті тільки об'єкт із оригінальним ObjectID збереже відносини, залежні від значення ObjectID. Тому правильніше буде не покладатися на поле ObjectID і самому створити поле первинного ключа.

*Кардинальність* відношень визначає кількість об'єктів у класі-джерелі, які можуть бути пов'язані з об'єктами в класі-адресата. Відношення може мати один з трьох видів кардинальності (рис. 1.20):

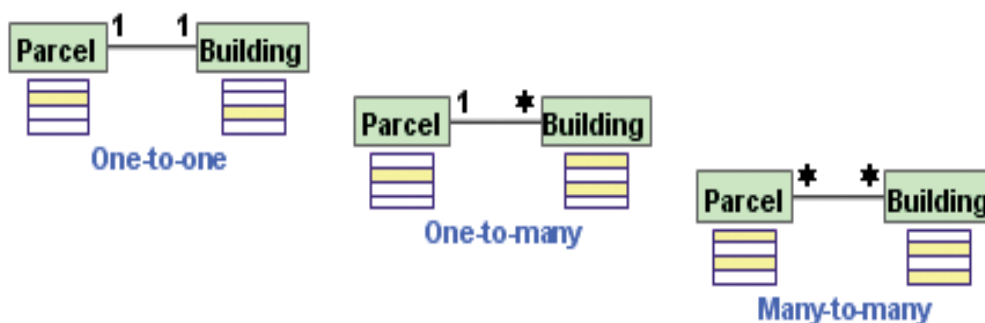


Рисунок 1.20 – Кардинальність відношень

*«Один-до-одного»:* один об'єкт-джерело може бути пов'язаний із одним об'єктом-адресатом. Наприклад, ділянка може мати тільки один офіційний опис. У ArcGIS до цієї кардинальності може також належати тип «багато-до-одного». Прикладом ставлення «багато-до-одного» може бути прив'язування декількох ділянок до одного офіційного опису.

*«Один-до-багатьох»:* один об'єкт-джерело може бути пов'язаний із декількома об'єктами-адресатами. Наприклад, ділянка може мати кілька будівель. У відношенні «один-до-багатьох» одним повинен бути клас-джерело, а як багато повинен виступати клас-адресат.

*«Багато-до-багатьох»:* один об'єкт-джерело може бути прив'язаний до декількох об'єктів-адресатів і навпаки, один об'єкт-адресат може бути прив'язаний до декількох об'єктів-джерел. Наприклад, в однієї власності може бути кілька власників або в одного власника може бути декілька об'єктів власності.



Після створення відношень можна уточнити кардинальність за допомогою установки правил для відношень. Можна встановити правила, що визначають кількість об'єктів у джерелі, які можуть бути прив'язані до інших об'єктів.

*Правила відношень.* Під час створення класу відношень необхідно обрати одну з кардинальностей: «один-до-одного», «один-до-багатьох» або «багато-до-багатьох».

Найчастіше визначення відношень вимагає жорсткіших правил. У відношенні між ділянками й будівлями, наприклад, вам може знадобитися вказати, що кожна будівля має належити до певної ділянки, або ділянка може мати певну кількість будівель. Важливо не допустити, щоб користувач забув зв'язати будівлю з ділянкою або прив'язав занадто багато будівель до ділянки.

Після створення класу відношень можна вказати правила, що підкріплюють цілісність посилальних даних:

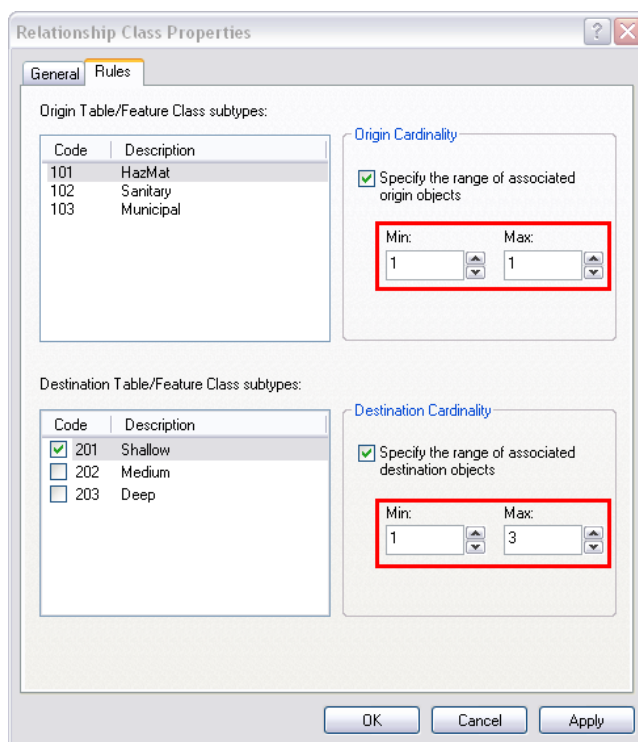


Рисунок 1.21 – Приклад правил відношень

## Набори даних представлення поверхонь

Набір даних представлення поверхонь (terrain) (рис. 1.22) – це створена на основі TIN поверхня зі змінною роздільною здатністю, побудована на основі вимірів, збережених у вигляді просторових об'єктів бази геоданих. Вони зазвичай створюються лідарами і фотограмметричними джерелами [1].

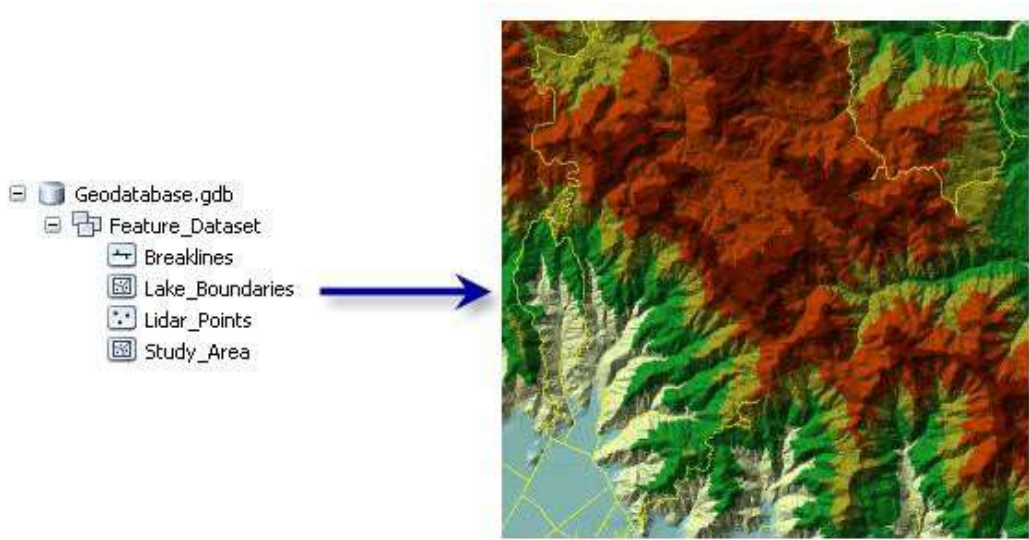


Рисунок 1.22 – Представлення поверхонь

Набори даних Terrain містять класи об'єктів і правила, подібно топології. До звичайних класів просторових об'єктів, які функціонують як джерела даних для Terrain, належать: багатоточкові класи просторових об'єктів, хмари точок 3D, створені з джерела даних типу.

Правила набору даних Terrain контролюють, як використовуються об'єкти для того, щоб визначити поверхню. Наприклад, клас просторових об'єктів, що містить край ліній тротуару для доріг, може брати участь у правилі, що його об'єкти використовуються як лінії перегину. Це дасть бажаний ефект створення лінійної неоднорідності в поверхні.

Правила також вказують на те, як клас просторових об'єктів поводитися в різних масштабах. Об'єкти краю тротуару могли б бути необхідними для подання лише в середньо- і великомасштабних поверхнях. Правила можуть використовуватися, щоб виключити їх із розгляду в маленьких масштабах, що поліпшить швидкість оброблення.

Набір даних Terrain у базі геоданих посилається на вихідні класи просторових об'єктів. Він фактично зберігає поверхню не як растр або TIN. Швидше він організовує дані для швидкого пошуку й виробляє поверхню TIN «на льоту». Така організація включає створення «пірамід Terrain», які використовуються, щоб швидко відшукати тільки необхідні дані, для створення поверхні відповідного рівня деталізації (LOD – level of detail) для зазначеної області інтересу (AOI – area of interest) з бази даних. Відповідний рівень пірамід використовується відповідно до поточного масштабу відображення або може бути змінений користувачем в аналітичних функціях так, щоб обраний рівень доступу використовувався для задоволення вимог точності [1].

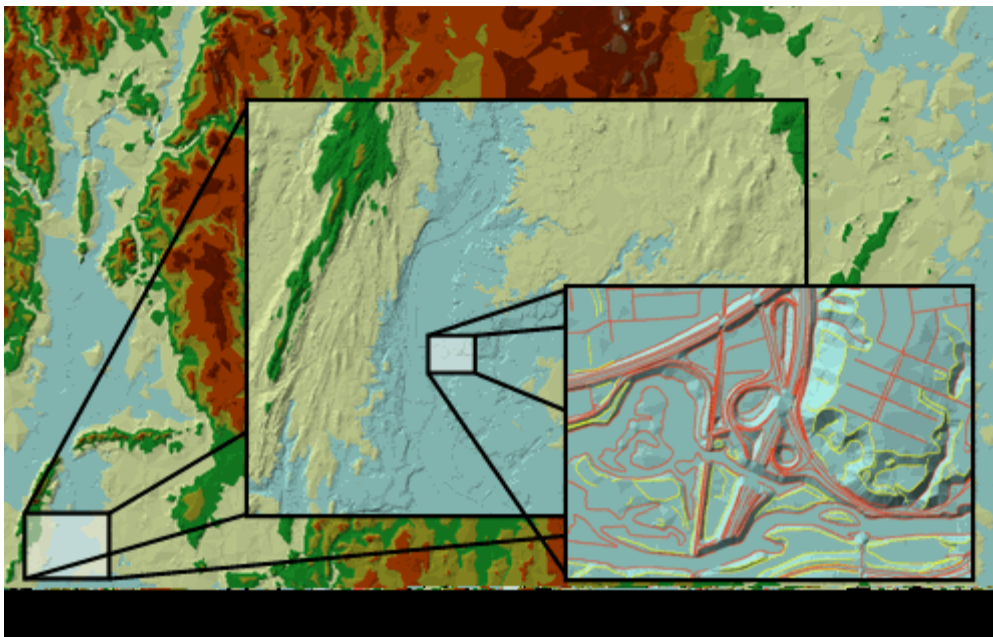


Рисунок 1.23 – Масштабування наборів даних Terrain

Набір даних Terrain разом із його колекцією підтримуваних інструментів розвантажує пам'ять і обслуговує векторно-орієнтовані вимірювання розмірів поверхні в поєднанні зі здатністю використовувати поверхні, отримані з цих вимірів. Функції оброблення геоданих забезпечуються завантаженням даних із зовнішніх джерел у класи просторових об'єктів бази геоданих. Редагування та інструменти бази

геоданих застосовуються, щоб підтримувати й оновлювати дані протягом тривалого часу.

### **Нерегулярні триангуляційні мережі**

Нерегулярні триангуляційні мережі (Triangular Irregular Networks – TIN) використовуються в ГІС протягом багатьох років і є способом цифрового відображення структури поверхні. TIN є формою векторних цифрових географічних даних, які будуються методом триангуляції набору вершин (точок). Вершини з'єднуються серією ребер і формують мережу трикутників. Існують різні методи інтерполяції для формування цих трикутників, наприклад триангуляція Делоне. ArcGIS підтримує метод триангуляції Делоне [1].

Отримана триангуляція задовольняє критерій триангуляції Делоне, відповідно до якого всередині кіл, описаних через вершини будь-якого з трикутників у мережі, не повинно лежати жодної вершини цих трикутників. Якщо критерій Делоне дотримується по всьому TIN, мінімальний кут усіх кутів усіх побудованих трикутників максимізується.

Ребра TIN формують безперервні, непересічні трикутники, які можуть використовуватися для визначення положення лінійних просторових об'єктів, що відіграють важливу роль у побудові поверхонь. На рис. 1.24 показані вузли й ребра TIN (ліворуч) та вузли, ребра та грані TIN (праворуч).

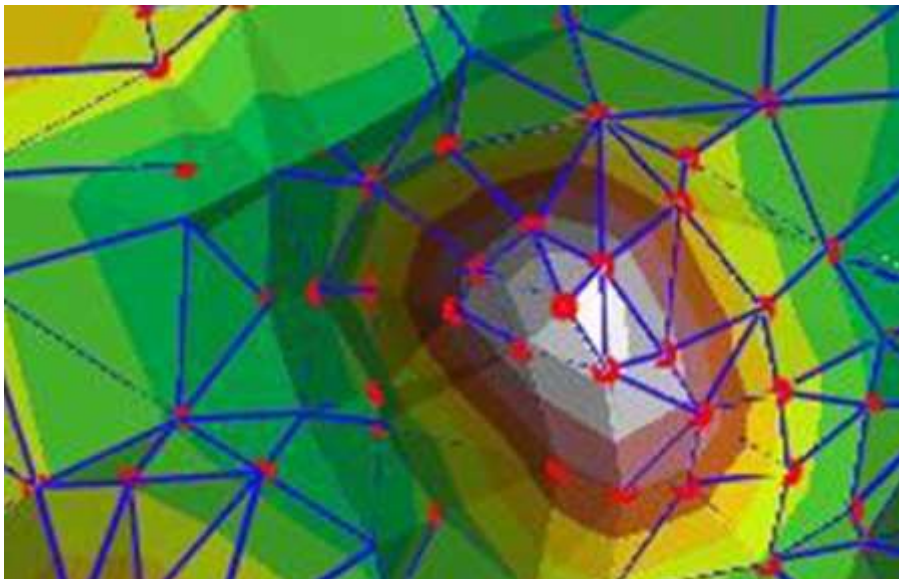


Рисунок 1.24 – Приклади TIN

Оскільки вузли можуть розташовуватися на поверхні нерівномірно, TIN може мати більш високе насичення в областях, де поверхня вкрай нерівномірна або потрібна велика деталізація і більш низьке насичення в областях із однорідною поверхнею.

Вхідні просторові об'єкти, що використовуються для створення TIN, залишаються на тих саме місцях, де розташовуються вузли й ребра TIN. Це дозволяє TIN зберегти точність вхідних даних під час одночасного моделювання значень, розташованих між відомими точками. Можна з високою точністю розташувати на поверхні просторові об'єкти – наприклад, гірські піки, дороги і річки – використавши їх як вхідні дані для вузлів TIN.

Одиницями виміру TIN є фути або метри, але не десяткові градуси. Тріангуляції Делоне некоректні, якщо побудовані за допомогою кутових координат географічної системи координат.

Моделі TIN не так широко доступні, як растрові моделі поверхонь, і зазвичай правило, їхня побудова та оброблення коштує трохи дорожче. Вартість отримання високоякісних вихідних даних може бути висока, а оброблення TIN, через складність їхньої структури дещо менш ефективна, ніж обробка растрових даних.

Мережі TIN зазвичай використовуються для моделювання невеликих областей із дуже високою точністю, наприклад, в інженерних додатках, де їхнє використання дозволяє проводити обчислення планіметричної площі, площі поверхні та об'єму.

Максимально допустимий розмір TIN варіюється залежно від вільних безперервних ресурсів пам'яті системи. За нормальних умов роботи з Win32 максимально можливий досяжний розмір становить від 10 до 15 мільйонів вузлів. Незалежно від цього рекомендується обмежити розмір кількома мільйонами з метою зручності користування та збільшення продуктивності системи. Великі розміри TIN найкраще реалізуються за допомогою набору даних Terrain [1].

## Топологія

У базах геоданих топологія є механізмом, який визначає, як точкові, лінійні і полігональні просторові об'єкти спільно використовують геометрію, яка збігається. Наприклад, центральні лінії вулиць поділяють спільну геометрію з межами районів перепису, а сусідні полігони типів ґрунтів мають спільні межі.

Топологія – це не просто механізм зберігання даних, у ArcGIS топологія виконує такі функції [1]:

1. База геоданих включає модель топологічних даних, що використовує відкриті формати зберігання простих об'єктів (тобто класи точкових, лінійних і полігональних просторових об'єктів), правила топології і топологічно пов'язані координати просторових об'єктів із загальною геометрією. Ця модель даних дозволяє використовувати правила перевірки цілісності даних топологічної поведінки класів просторових об'єктів, що беруть участь у топології.

2. ArcGIS відображає шари топології в ArcMap, що дозволяє показати топологічні відношення, помилки й винятки. ArcMap також пропонує широкий вибір інструментів для побудови запитів, редагування, перевірки та виправлення помилок топології.

3. ArcGIS містить і інструменти геооброблення для побудови, аналізу, керування та перевірки топології.

4. ArcGIS також використовує розширені програмні можливості для аналізу та виявлення топологічних елементів у класах точкових, лінійних і полігональних просторових об'єктів.

5. ArcMap використовує потужне середовище редагування й автоматичного керування даними, яке застосовується для створення, зберігання та перевірки топологічної цілісності, а також для редагування просторових об'єктів із загальною геометрією.

6. Логіка програми ArcGIS доступна в продуктах ArcGIS for Desktop і ArcGIS for Server, що дозволяє працювати з топологічними відносинами,

суміжністю і зв'язністю і пов'язувати просторові об'єкти на основі цих елементів. Зокрема вказати полігони з певним загальним ребром; отримати список ребер, з'єднаних у певному вузлі; переміщатися уздовж з'єднаних ребер із вихідної точки; додати нову лінію і включити її в граф топології; розбивати лінії в точках перетинів; створювати нові ребра, грані і вузли тощо.

*Елементи топології бази геоданих.* У базі геоданих для кожної топології використовуються такі параметри:

1. Ім'я топології.
2. Кластерний допуск, що використовується під час виконання операцій оброблення топології. Терміном «кластерний допуск» часто позначаються два допуски: допуск за координатами  $x$ ,  $y$  і допуск за  $z$ . Значення кластерного допуску за замовчуванням у 10 разів більше значення координатного допуску.

3. Список класів просторових об'єктів. Спочатку необхідно перерахувати класи просторових об'єктів, які братимуть участь у топології. Усі вони повинні мати одну систему координат і входити в один набір класів об'єктів.

4. Відносний ранг точності координат кожного класу просторових об'єктів. Якщо деякі класи просторових об'єктів мають точність вищу, ніж інші, їм потрібно присвоїти вищий ранг. Ранг буде використовуватися для перевірки та інтеграції топології. Координати з меншою точністю будуть підтягуватися до місця розташування з більш високою точністю координат, якщо вони потраплять в межі кластерного допуску. Просторові об'єкти з найвищою точністю отримують значення 1, менш точні отримують значення 2, ще менш точні – 3, тощо.

5. Список правил топології, що визначають спільне використання геометрії просторовими об'єктами.

*Топології та набори класів об'єктів.* Топологія будується для групи класів просторових об'єктів, які знаходяться у одному наборі класів об'єктів. Кожна нова топологія додається в набір класів об'єктів, в якому містяться класи просторових об'єктів та інші елементи даних.

Під час створення топології необхідно дотримуватись таких вимог:

- Топологія може посилатися на один або декілька класів просторових об'єктів, що знаходяться в одному наборі класів об'єктів;
- У наборі класів об'єктів може бути декілька топологій;
- Клас просторових об'єктів може належати лише до однієї топології;
- Клас просторових об'єктів не може бути задіяний одночасно в топології і в геометричній мережі;
- Клас просторових об'єктів може одночасно брати участь у топології і входити або в набір мережевих даних, або в набір даних terrain;

*Правила топології* визначають допустимі просторові відношення між об'єктами. Правила, задані в топології, управляють відношеннями між просторовими об'єктами в класі просторових об'єктів, між об'єктами різних класів або між підтипами просторових об'єктів.

Наприклад, правило «Не повинні перекриватися» використовується для керування цілісністю об'єктів, що знаходяться в одному класі просторових об'єктів. Якщо два просторових об'єкти перекриваються, така геометрія буде виділена червоним (як показано на рис. 1.25 нижче для області перекриття суміжних полігонів і сегмента двох ліній).

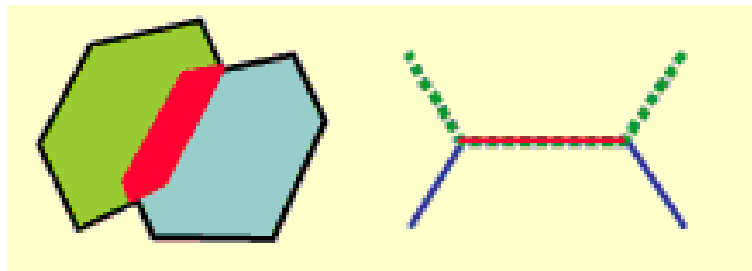


Рисунок 1.25 – Приклад помилок топологій

Правила топології також можуть бути задані між підтипами класу просторових об'єктів. Припустимо, у вас є два підтипи лінійних об'єктів-вулиць: звичайні вулиці (з'єднуються з іншими вулицями з обох кінців) і глухі кути (з'єднуються з іншими вулицями тільки одним кінцем). Правило топології може вимагати наявності з'єднання обох кінців вулиці з іншими вулицями, крім тих випадків, коли вулиця належить до підкласу глухих кутів.



## Набори мережевих даних

Набори мережевих даних використовують для моделювання транспортних та інших мереж. Їх створюють із вихідних об'єктів, які можуть складатися з простих об'єктів (ліній і точок) і поворотів, а також зберігати зв'язність вихідних об'єктів [1].

Приклад набору мережевих даних, що моделює вуличну мережу, подано на рис. 1.26.

Вулиці з одностороннім рухом, обмеження поворотів і естакади/тунелі можна також змоделювати з використанням набору мережевих даних. Операції аналізу мережі, наприклад пошук маршруту від точки 1 до точки 2, виконуються з урахуванням властивостей набору мережевих даних.



Рисунок 1.26 – Набір мережевих даних із аналізом маршруту

Для того щоб зрозуміти значення й важливість поняття зв'язності, варто враховувати, що об'єкти зазвичай не мають інформації про існування один одного. Наприклад, якщо два лінійних об'єкти перетинаються, жодна з

ліній не має інформації про існування іншої. Аналогічно точковий об'єкт наприкінці лінійного об'єкта не має специфічної інформації, що дає йому уявлення про існування лінії. Проте набір мережевих даних стежить за тим, які вихідні об'єкти збігаються. У наборі мережевих даних також є політика зв'язності, яку можна змінювати, щоб надалі визначати, які з об'єктів, що збігається, дійсно пов'язані. Завдяки цьому можна моделювати тунелі і шляхопроводи за відсутності зв'язку між дорогами. Таким чином, під час виконання мережевого аналізу механізми розрахунку знають, які шляхи можуть існувати в мережі.

*Мультимодальні набори мережевих даних.* Можуть існувати і складатися сценарії зв'язності, мультимодальні транспортні мережі. На рис. 1.27 наведено приклад транспортної мережі міста Харків, на якому зображені автомобільні, трамвайні та автобусні мережі.



Рисунок 1.27 – Транспортна мережа міста Харків

У наборі мережевих даних також є багата модель мережевих атрибутів, що дозволяє моделювати обмеження та ієрархію мережі.

### 1.3 Візуалізація просторових даних

Дискретні явища (події) завжди займають точно визначену частину простору. Геометричні дискретні об'єкти, явища, події можуть бути точковими, лінійними або полігональними об'єктами. Характерними ознаками об'єктів цього типу є, по-перше, наявність досліджуваної ознаки тільки в межах об'єкта, по-друге, незмінність значення цієї ознаки в точці, у межах лінійного відрізка або межах полігона.

Для дискретних *точкових*, *лінійних* і *площинних* об'єктів завжди може бути визначено їхнє фактичне розташування на місцевості, тобто, у будь-якій точці простору цей об'єкт може бути або представлений, або ні. Прикладом можуть бути точки розташування підприємств на карті, лінії водотоків або ділянок землі (рис. 1.28) [2].

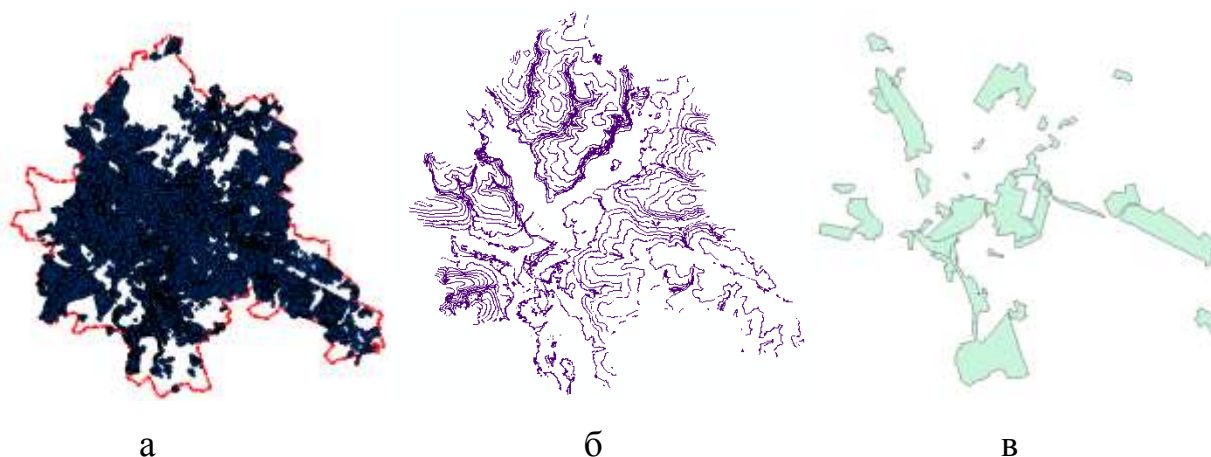


Рисунок 1.28 – Дискретні об'єкти: а – точкові; б – лінійні; в – площинні (полігональні)

Методи аналізу просторових розподілів найчастіше застосовуються саме для дискретних (точкових) об'єктів.

Основною характеристикою дискретного розподілу є щільність точок, яка визначається як результат ділення числа точок на загальну площу, на якій вони розташовані. Щільність може визначатися як для різних областей із метою їхнього порівняння, так і для однієї області, але в різні моменти часу (визначення динаміки змін).

*Просторовий розподіл лінійних об'єктів.* Лінійні об'єкти часто перебувають між собою в певних зв'язках, і визначивши характер їхнього розподілу, можна більш упевнено сказати про походження об'єктів. Найпростішою мірою розподілу ліній є їхня щільність. Щільність визначається як відношення суми довжин ліній до площі області, на якій вони розташовані. Визначення щільності ліній актуальне тільки для порівняння з аналогічними величинами для інших областей, або для однієї області в різні моменти часу [2].

Аналогічно точковим об'єктам, для ліній застосовується аналіз найближчого сусіда, а також аналіз перетинань з іншими лініями. Проте це достатньо складні завдання, до того ж результат аналізу залежить від довжини ліній та їхньої зігнутості. Іншими характеристиками лінійних об'єктів є орієнтація, спрямованість та зв'язаність. Зв'язаність використовується для характеристики лінійних мереж і є мірою складності.

Просторовий розподіл полігональних об'єктів. Аналіз розподілу полігонів, багато в чому аналогічний аналізу розподілу точкових об'єктів – через визначення щільності полігонів на одиницю площі області вивчення. Проте, у цьому випадку визначають не кількість полігонів на одиницю площі, а відносну долю площі полігона.

Полігони, як і точкові об'єкти, можуть бути згруповані, розсіяні (регулярно) або випадково рознесені відносно один одного. Крім того, площинні об'єкти можуть бути поєднаними між собою або віддалені на якусь відстань.

Для характеристики просторового розподілу суміжних полігонів використовується статистичний показник з'єднань – статистика з'єднань.

*З'єднання – загальна межа двох суміжних полігонів.* Статистика з'єднань підраховує кількість з'єднань у полігональному розподілі і характеризує структуру з'єднань. Цей показник дозволяє оцінити, який розподіл мають полігони: кластерний, розріджений або випадковий.

Описані види аналізу просторових розподілів об'єктів територій є основною частиною функцій ГІС. Наведені вище характеристики

просторових розподілів є базовими для ГІС, що претендують на застосування в області аналізу територій. Крім того, під час вирішення просторових завдань можливе залучення додаткових засобів статистичного аналізу, наприклад кореляційно-регресійного аналізу [26].

Безперервні явища, на відміну від дискретних, характеризують не окремі просторові елементи, а територію загалом. Наприклад, такі характеристики, як опади, температура, атмосферний тиск, висота не мають реально представлених меж і можуть виявлятися або вимірюватися у будь-якому місці території та характеризувати її загалом.

Безперервність зазначених явищ полягає в тому, що неможливо показати проміжки на площі поширення об'єктів цього типу, у яких би вони були відсутні. Безперервні дані часто відображують у вигляді регулярних (як наприклад, дані про рельєф), або нерегулярних множин точок (наприклад дані обчислення щільності забудови) (рис. 1.29).

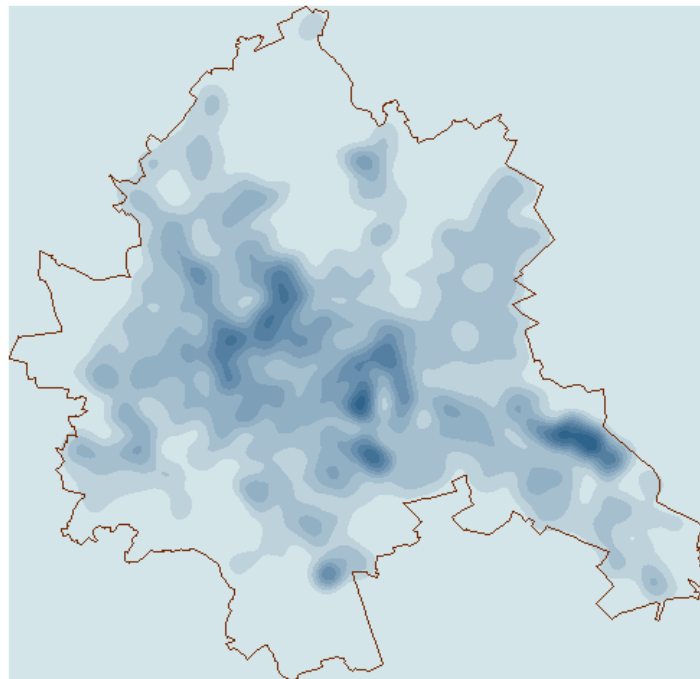


Рисунок 1.29 – Подання щільності забудови у вигляді безперервної поверхні

ГІС використовує дані в цих точках, щоб у процесі інтерполяції обчислити значення в проміжках між ними. Деякі види дискретних даних, в окремих випадках подаються у вигляді безперервних явищ, показуючи зміну

кількісного показника в разі зміни місця розташування. Наприклад, карту розподілу вартості землі можна створити, інтерполюючи центроїди земельних ділянок у місті.

Безперервні дані можуть також бути подані і у вигляді обмежених областей, у межах яких розташовані однотипні дані, наприклад, одного типу ґрунти або рослинність. Незважаючи на те, що дані змінюються безперервно, межі вказують дискретну зміну величини в межах заданих площ, наприклад, на земельних ділянках, межі яких визначені юридично.

Об'єкти цього типу відображують узагальнену характеристику або концентрацію окремих об'єктів у межах зазначеної області. Багато просторових даних надходять у ГІС в узагальненому (агрегованому) вигляді. До них належать: демографічні дані, які оперують узагальненими поняттями («середнє населення», «середнє господарство», тощо), або відсотковими співвідношеннями категорій (відсоток мешканців жителів старших 65 років або відсоток національних меншин та ін.). Деяка ділова інформація також узагальнюється поштових, адміністративних або інших межах.

Узагальненню можуть піддаватися й інші типи даних. Якщо об'єкти мають код, що визначає їхню приналежність будь-якій площі, вони можуть стати об'єктом статистичного аналізу. Наприклад, можна визначити сумарний загальний прибуток підприємств, що мають поштовий індекс (рис. 1.30). Це значення потім присвоюється кожній площі в процесі узагальнення. Згодом можна використовувати цей атрибут для відображення на карті, щоб дослідити закономірності розподілу доходів підприємств.

Просторові об'єкти, які використовуються в ГІС, зазвичай наділені не тільки геометричними характеристиками, але й містять інформацію про свою сутність, тобто мають непросторові характеристики у вигляді набору атрибутів.

У процесі формалізації атрибутивні дані відображують за допомогою змінних. Дані, відображені за допомогою деяких змінних, розрізняються тим, наскільки точно і в якому діапазоні вони можуть бути виміряні.

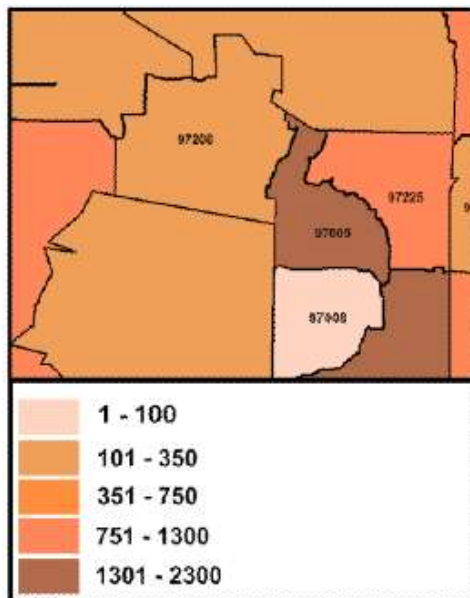


Рисунок 1.30 – Узагальнений показник щільності підприємств у межах поштової ділянки

Кожний географічний об'єкт має хоча б один атрибут, котрий ідентифікує цей об'єкт, описує його, або представляє певну кількісну величину, пов'язану з ним. Вибір методу аналізу частково залежить і від типу використовуваних атрибутів.

Загальноприйнятим є розподіл атрибутів на «якісні» і «кількісні». Для представлення «якісних» атрибутів використовують номінальну та порядкову шкали. Для представлення «кількісних» атрибутів використовують інтервальні шкали та шкали відношень.

Таким чином, шкали можуть бути [2]:

- номінальними;
- порядковими;
- інтервальними;
- відносними (шкалами відношень).

Необхідно відзначити, що розподіл шкал не має нічого загального із формою запису або кодуванням значень, тому що дані в номінальній шкалі можуть бути подані числом. Але це число не є чисельним значенням, це просто код класу, що заміняє назву об'єкта.

*Номинальна шкала (шкала найменувань).* За її використання номінальної шкали об'єкти розрізняються за іменами (наприклад, болото, ліс, луг та ін.) (рис. 1.31). Це означає, що дані визначаються тільки в термінах належності до певних класів [2].

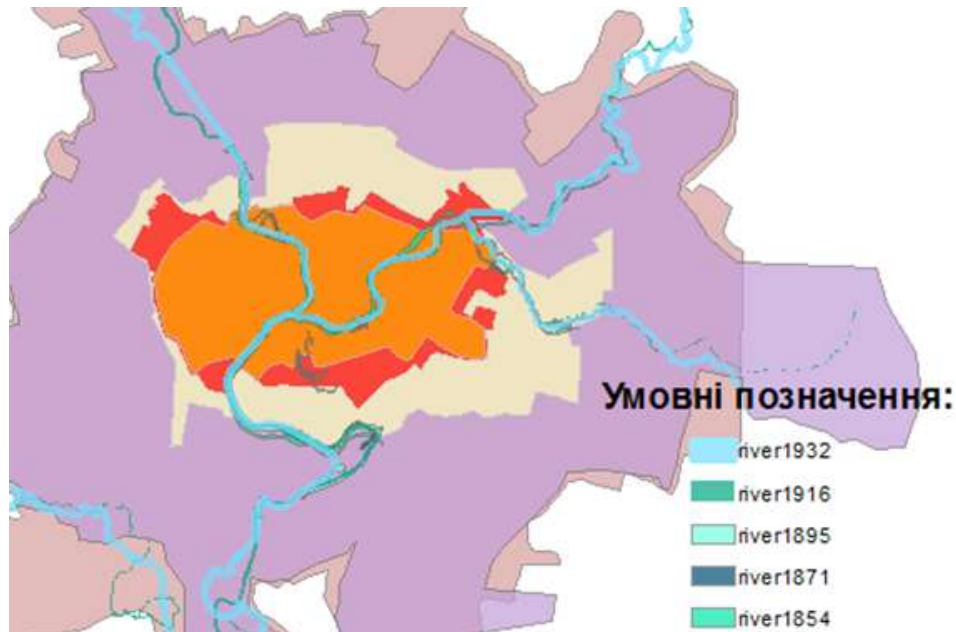


Рисунок 1.31 – Розподіл атрибутивних характеристик за номінальною шкалою

Ці змінні не дозволяють визначити кількість або упорядкувати класи. Наприклад, координати точок складають один клас даних, а площі полігонів – інший. Іноді номінальні змінні називають категоріальними. У таблиці баз даних номінальні змінні утворюють заголовки стовпців.

Ідентифікація об'єктів за цією шкалою дозволяє зробити висновки про те, як називається об'єкт, але не дозволяє робити прямого порівняння одного об'єкта з іншим, за виключенням визначення тотожності. Для детальнішого порівняння об'єктів необхідно використовувати більш високу шкалу вимірів даних.

Номинальні, або якісні змінні використовуються тільки для якісної класифікації.

*Порядкова шкала (ординальна, рангова шкала).* Використовується для визначення, наскільки один об'єкт відрізняється від іншого, тобто показує



спектр значень «від найкращого до найгіршого», наприклад, дорога державного рівня, дороги обласного рівня, місцевого рівня. Очевидно, що цей спектр базується винятково на меті використання інформації і не може належить до інших застосувань цієї інформації, тобто він заснований на одному аспекті, що відображує один набір умов (рис. 1.32) [2].

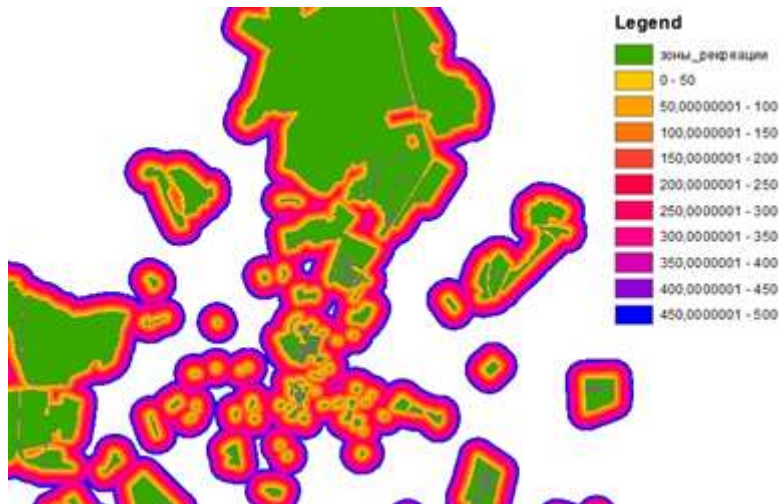


Рисунок 1.32 – Аналіз розподілу атрибутивних характеристик за ранговою шкалою

Порядкові змінні дозволяють ранжувати (упорядкувати) дані усередині одного класу. Вони вказують, які дані в більшій або меншій мірі мають якість для зазначеної групи вимірюваних величин. Проте, вони не дозволяють сказати «на скільки більше» або «на скільки менше». Типовий приклад порядкової змінної – ключове значення (ключовий стовпець) у базі даних чи таблиці атрибутів.

*Категорії та ранги* – це дискретні величини, які використовують числа і значення, які містяться в тематичних шарах даних. До того ж, одну й ту саме величину може мати не один об’єкт. Крім того, щонайменше хоч один об’єкт, який містить будь-яке певне значення [2].

*Категорії.* Категоріями є групи однорідних об’єктів, предметів, явищ, осіб. Вони допомагають краще відобразити сутність даних. Об’єкти одного класу завжди у якійсь мірі подібні і мають характерні відмінності від об’єктів іншого класу.

Наприклад: у категорію постів спостережень за якістю поверхневих вод можна зарахувати створи спостереження з якістю вод 1, 2–5 класу (рис. 1.33).

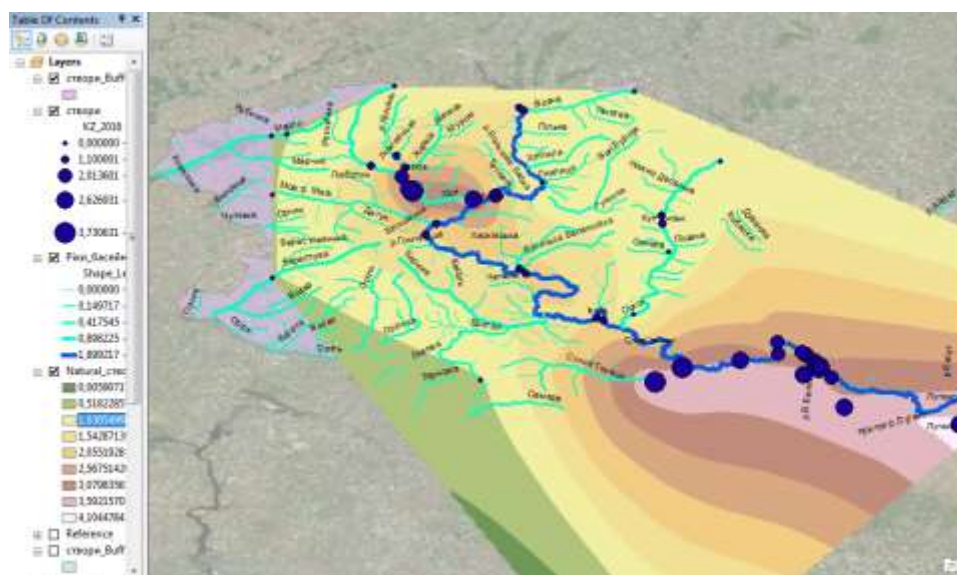


Рисунок 1.33 – Категорії об’єктів

Значення категорій можуть бути подані у вигляді числового коду або тексту. Текстові значення часто наводяться в скороченому вигляді з метою економії місця в таблиці.

*Ранги.* Ранги систематизують об’єкти в порядку зростання або зменшення величини. Зазвичай вони використовуються, коли безпосередню оцінку величин неможливо, або недоцільно робити, або вона визначається цілою комбінацією факторів.

Наприклад, складно визначити безпосередньо таку характеристику водотоку, як інтенсивність потоку (рис. 1.34).

Така оцінка є відносною, бо відомо тільки місце зазначеного об’єкта в заданому порядку певних характеристик. Не можна робити висновок, наскільки його характеристика вище або нижче значень найближчих об’єктів. Зрозуміло, що об’єкт рангом 3 вище об’єкта з рангом 2, але нижчий об’єкта з рангом 4. Проте визначити, наскільки вище або нижче зробити вкрай складно або взагалі неможливо.

Крім того, можна привласнювати ранги, засновані на інших атрибутах об’єкта.

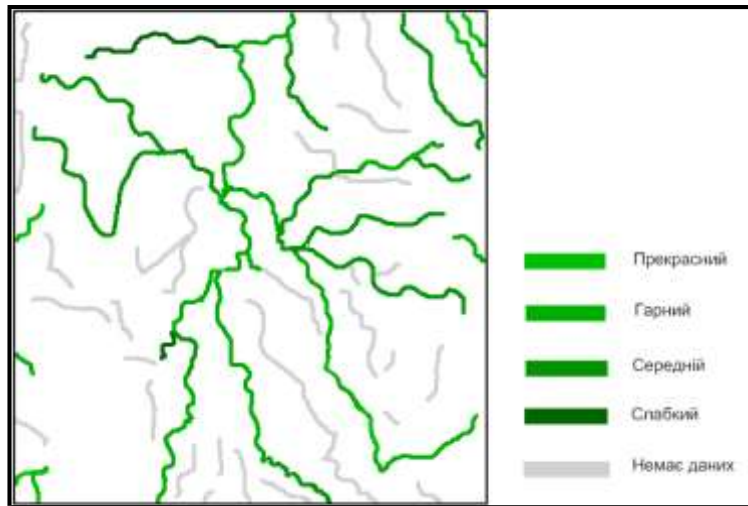


Рисунок 1.34 – Ранжування об'єктів

*Інтервальна шкала* – це шкала виміру, у якій вимірюваним величинам приписуються числові значення (наприклад, позначки горизонталей). Як і у випадку порядкової шкали, в інтервальній шкалі також можна порівнювати об'єкти, але ці порівняння виконуються з більш точною оцінкою розходжень (рис. 1.35) [2].

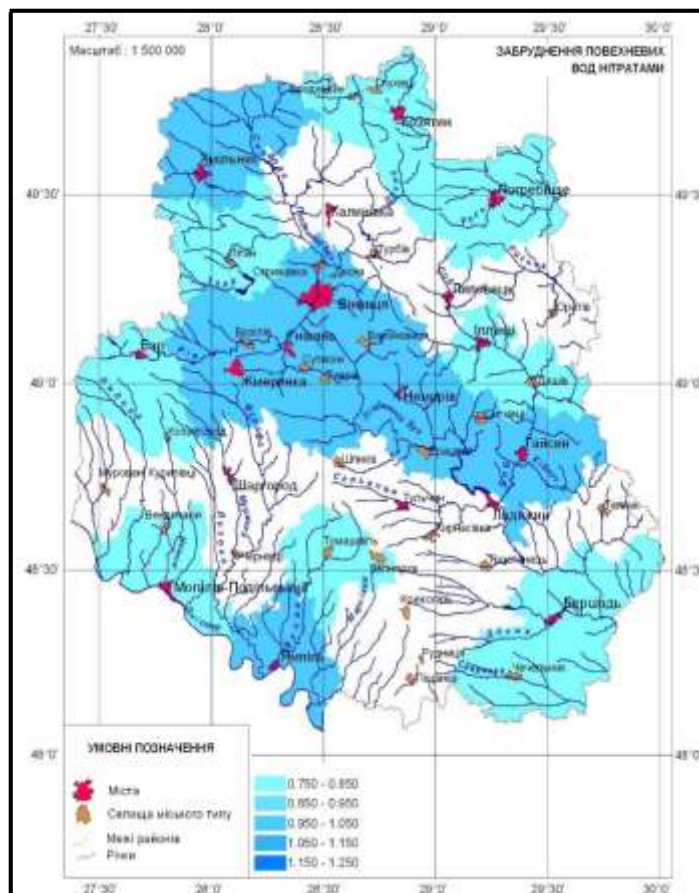


Рисунок 1.35 – Аналіз розподілу атрибутивних характеристик за інтервальною шкалою

Інтервальні змінні (категорії) дозволяють не тільки упорядковувати об'єкти виміру, але й за допомогою числових мір виразити й порівняти відмінності між ними. Їхня особливість – наявність розмірності в одиницях виміру. Наприклад, координати можна виразити в метрах, кілометрах, сантиметрах або градусах.

*Кількість* та *величина* є безперервними величинами – у кожному об'єкті потенційно закладені величини, котрі знаходяться між мінімальним і максимальним значенням інтервалу. Кількість і величина відображають числові значення.

Кількість відображає фактичну кількість об'єктів заданого виду на карті. Величина може представлять певну числову асоціацію з кожним об'єктом, наприклад кількість співробітників на підприємстві. Використання показника кількості або розміру дозволяє побачити реальне значення кожного об'єкта й порівняти його з аналогічними характеристиками сусідів, конкурентів тощо (рис. 1.36).

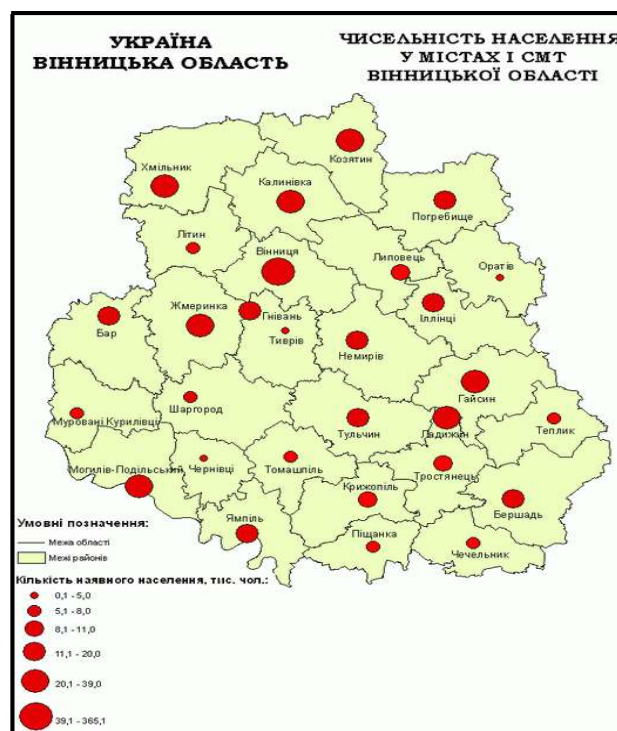


Рисунок 1.36 – Ранжирування міст за кількістю населення

Існує обмеження під час виконання порівнянь за інтервальною шкалою. Вони дозволяють одержувати тільки чисельні розходження вимірюваних об'єктів і робити на їхній основі які-небудь висновки. Для порівняння величин відносно одна одної необхідно використовувати шкали відношень.

*Шкала відношень (раціональна шкала).* Є абсолютною шкалою, тобто її початок, на відміну від початку інтервальної шкали, має певне фізичне («абсолютне») значення і не може бути встановлений довільно (наприклад, середньорічний прибуток населення в різних районах міста, де початком шкали є повна відсутність прибутків) [2].

Відносні змінні, на відміну від інтервальних, безрозмірні і дають можливість порівнювати різні змінні та їхні залежності. Відносні змінні використовують якусь базову величину, відносно якої визначають інші величини, наприклад масштаб. Типовими прикладами шкал відношень є вимір часу або простору.

Прикладом використання шкали відношень може бути порівняння висот геодезичних пунктів, до того ж висота повинна відраховуватися від центра земного еліпсоїда, а не від якої-небудь рівнинної поверхні (рис. 1.37).

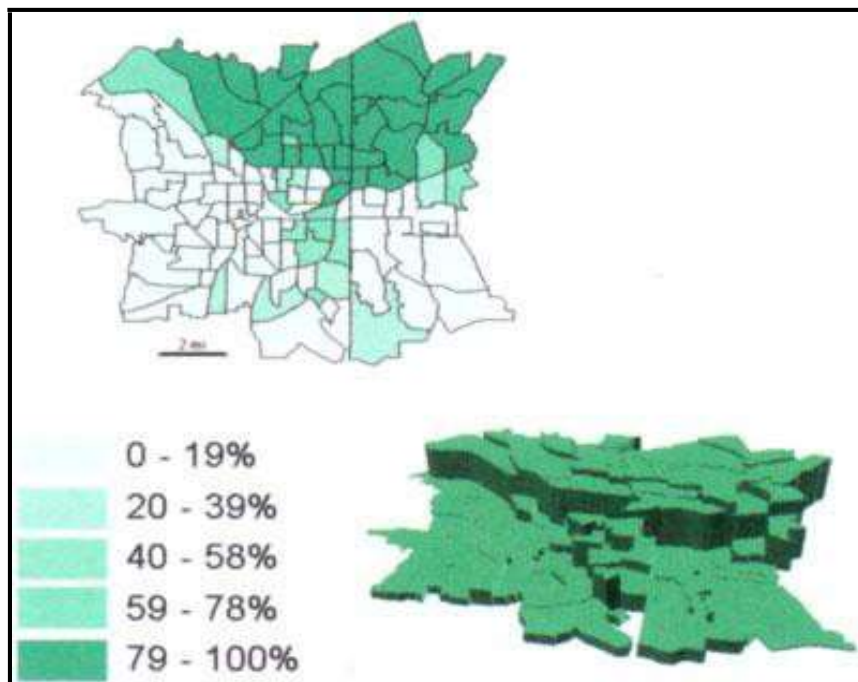


Рисунок 1.37 – Аналіз розподілу атрибутивних характеристик за шкалою відношень

Відношення відображує взаємозв'язок між двома величинами й визначається для кожного об'єкта шляхом ділення однієї величини на іншу. Наприклад, якщо розділити кількість жителів у населеному пункті на кількість житлових будинків, то можна отримати середню кількість жителів у кожному будинку (рис. 1.38).

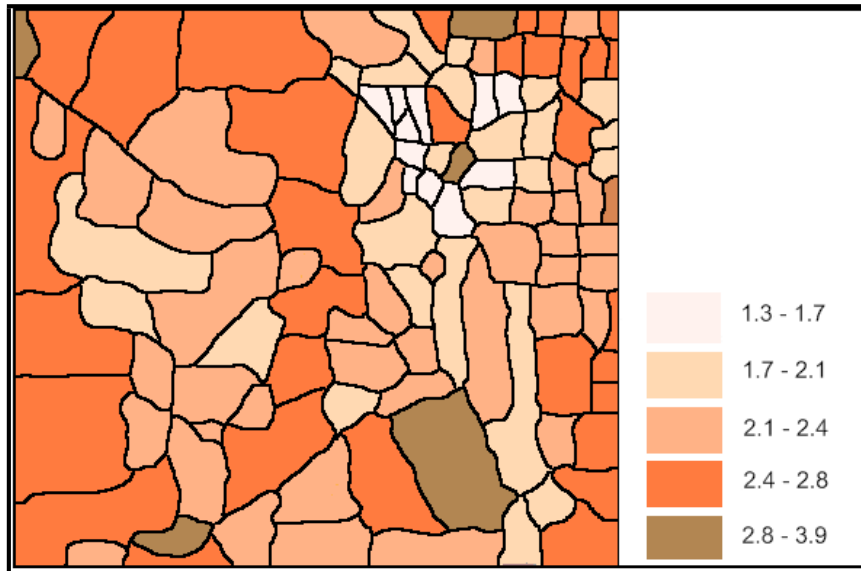


Рисунок 1.38 – Середня кількість людей на житловий будинок в кожному районі

Використання відносних показників відображує різницю між великими й малими площами; площами, що об'єднують багато об'єктів і площами, які мають їхню малу кількість. Отже, карта більш об'єктивно й наочно показує розподіл об'єктів у відсотках.

Щільність характеризує розподіл об'єктів, або їхню кількість на одиницю площі. Наприклад, поділивши кількість населення на площу регіону в квадратних кілометрах, можна отримати щільність населення на квадратний кілометр території.

Усі атрибутивні дані порівнюються між собою за перерахованими чотирма шкалами, однак необхідно відзначити, що порівняння атрибутивних (непросторових) даних коректно тільки усередині однієї шкали вимірів.

## 2 АНАЛІЗ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

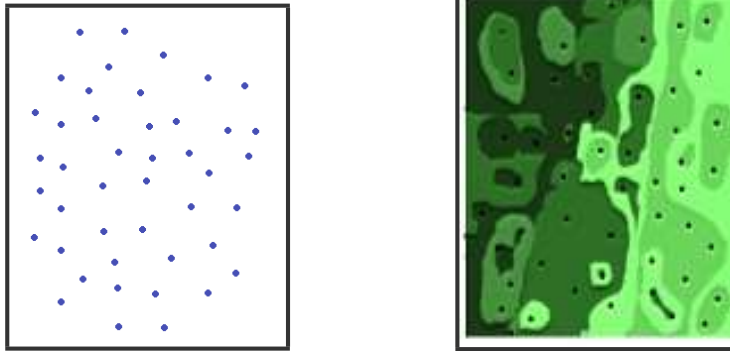
### 2.1 Просторова статистика даних

Інтерполяція – це операція розрахунку значень властивостей у необстежених місцях поверхні (території), охоплені мережею точок спостереження. За своїм змістом моделювання поверхні (території) є вирішенням завдання інтерполяції значень, здобутих у довільно розташованих точках спостережень із координатами  $x_k$ ,  $y_k$ ,  $z_k$ , у вузли регулярної прямокутної мережі (модельної сітки або «ґриду»). Для цього необхідно наблизити значення, заміряні на пунктах спостережень  $z_k$  у межах досліджуваної області. Надалі цю функцію передбачається використовувати для обчислення значень у довільних точках досліджуваної області, зокрема і за регулярною, звичайною прямокутною координатною мережею з кроком  $h_x$ ,  $h_y$ ,  $h_z$  або для відстежування за координатами ізоліній ознаки (обчислюваних значень), тобто точок із координатами:  $f(x_k, y_k, z_k) = c_k = const$  [2].

*Інтерполяцією* називається процес отримання значень властивостей у точках, розташованих поміж точками вимірів. Призначення інтерполяції в ГІС полягає у тому, щоб заповнити проміжки між відомими точками вимірів і у такий спосіб змодельовати безперервний розподіл властивості (атрибуту).

Просторова інтерполяція точкових даних ґрунтується на виборі аналітичної моделі топографічної поверхні. В загальному вигляді топографічна поверхня становить функцію змінних  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , яка задана в деяких точках досліджуваної ділянки простору. Їхня кількість і взаємне розташування може бути різним (рис. 2.1, а). Завдання інтерполяції полягає в тому, щоб побудувати за даними цю функцію для всієї області (рис. 2.1, б). Чим густіша мережа точкових даних, тим точніше може бути побудована поверхня [2].

Основне завдання інтерполяції – це пошук правдоподібної моделі зміни значень характеристик у досліджуваних точках і подальший розрахунок аналогічних значень для бажаних поверхонь (територій).



а) точкові значення змінних  $x, y, z$  б) інтерпольована поверхня

Рисунок 2.1 – Топографічний фрагмент поверхні:

Найпростішим способом інтерполяції є використання зовнішніх ландшафтів для нанесення контурів ландшафтних одиниць, що виконується на багатьох тематичних картах (ґрунтів, геології, рослинності або використання земель). Цей метод передбачає, що всі найважливіші зміни відбуваються усередині меж і є гомогенними й ізотропними, тобто Протеовими у всіх напрямках, що породжує східчасту модель ландшафту. Цей підхід не зовсім вдалий, передусім у тих випадках, коли інтерпольовані зміни в природі відбуваються скоріше плавно, між стрибками.

Наприклад на рисунку 2.2 побудовані ізолінії, отримані за результатами інтерполяції, показаними на рисунку 2.1.б.

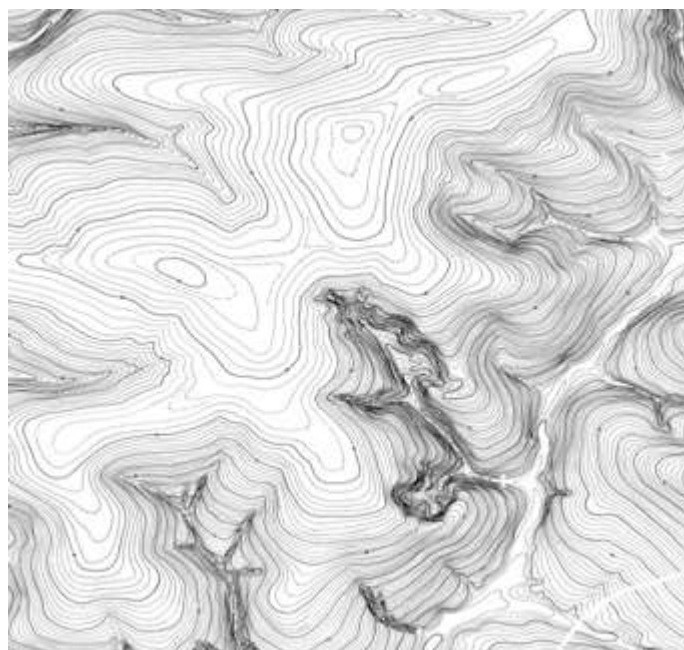


Рисунок 2.2 – Побудова ізоліній



Просторова інтерполяція застосовується також і для створення *цифрових моделей рельєфу*.

Існує декілька способів створення растрових поверхонь за точковими даними. Кожний спосіб інтерполяції припускає різні шляхи одержання значень. Залежно від явища, що моделюється, та від розподілу вихідних точок, різні процедури інтерполяції по-різному моделюють поверхню. Незалежно від способу інтерполяції чим більше вихідних точок задано і чим рівніше їхній розподіл, тим надійніші результати.

Найчастіше використовуються в поширених аналітичних ГІС такі методи інтерполяції [2]:

- лінійна інтерполяція;
- метод зворотних зважених відстаней (IDW);
- метод поверхні тренда;
- крігінг;
- сплайн.

Інтерполяція необхідна в таких ситуаціях:

- за трансформації растрових зображень;
- за перетворення моделей рельєфу місцевості;
- під час моделювання безперервної поверхні за допомогою набору окремих точок.

Крім того, інтерполяція зазвичай використовується під час побудови ізогіпс за окремими точками цифрової моделі рельєфу, створеної за даними геодезичної зйомки або фотограмметрії. У більшості програмних пакетів ГІС реалізовано декілька методів інтерполяції.

*Екстраполяція* – це розрахунок значень властивостей у місцях, що знаходяться за межами певної території. Інтерполяції та екстраполяції засновані на тому судженні, які точки, що знаходяться поряд, мають схожі властивості з більшою імовірністю, між ті, що знаходяться на певному видаленні одна від одної. Якщо оцінка дається для точок, розташованих поза областю вимірів, то мову ведуть про екстраполяцію.

*Лінійна інтерполяція.* Наприклад, якщо відомо, що в послідовності {30, 40, 60, 70, 80, 100} пропущені два числа, то можна припустити, що ця послідовність є арифметичною прогресією і між парами чисел {40, 60} і {80, 100} пропущені числа 50 ( $40 + 10$ ) і 90 ( $80 + 10$ ). Це фактично і є лінійна інтерполяція, яка використовується для виявлення невідомих значень між точками з відомими значеннями висоти.

Візьмемо як приклад послідовність точок зі значеннями висоти від 100 м до 150 м. Якщо припустити, що поверхня змінюється лінійно, як у арифметичній прогресії, то стає очевидним, що чотири числа на рівних проміжках одне від одного можуть бути визначені як 110, 120, 130 і 140 м. З'єднавши плавними лініями ці точки, можна створити контури рівних висот для 100, 110, 120, 130, 140 і 150 м, тобто створити карту ізоліній, що дозволяє відобразити об'єкти за висотою.

*Метод зворотних зважених відстаней (IDW).* Вище було розглянуто лінійну інтерполяцію, виходячи із припущення, що поверхня змінюється тільки за лінійним законом. Проте послідовність відліків висоти не завжди може бути описана як лінійна. У деяких випадках вона ймовірніше логарифмічна або моделюється складним поліномом більш високого порядку. Крім того, існують підходи до аналізу поверхонь, які потребують визначення загального закону зміни поверхні, а не детального її опису. Деякі з цих методів можуть бути дуже складними математично, тому обмежимося лише концептуальним рівнем їхнього розгляду [2].

Метод IDW виходить із припущення, що чим ближче одна до одної розміщуються точки вимірів, тим більше їхній взаємний вплив. Наприклад, рухаючись схилом пагорба, можна відзначити більшу подібність у значеннях висоти в прилеглих до вашого поточного положення точках порівняно з тими, що більш віддалені. Те саме можна сказати, якщо рухатися рівниною. Для точнішого опису топографії потрібно вибрати точки округи, що демонструють цю подібність поверхні. Це досягається декількома прийомами пошуку, включаючи визначення округи на заданій віддалі від

кожної точки, попереднім завданням кількості точок вибірки даних або вибором визначеної кількості точок округи, що беруться в розрахунок.

*Тренд.* У деяких випадках може більш цікавою може виявитися загальна тенденція зміни поверхні в різних напрямках, ніж точне моделювання дрібних нерівностей, наприклад, загальний розподіл населення країною для демографічного дослідження чи підхід до кам'яновугільного шару з поверхні, щоб визначити, скільки необхідно видалити поверхневого ґрунту [2].

Найбільш поширений спосіб моделювання такої характеристики поверхні називається *трендом*. Як показано на рисунку 2.3 чим вищий порядок полінома, використовуваного для зображення поверхні, тим більше її коливань можна врахувати.



Рисунок 2.3. – Поверхні тренда першого, другого і третього порядку

Як і в методі IDW, для поверхонь тренда використовують набори точок у межах заданої округи, за якими будується поверхня найкращого наближення на основі математичних рівнянь типу поліномів або сплайнів. Ці рівняння є з нелінійними залежностями, котрі апроксимують форми числових послідовностей.

Для того щоб побудувати поверхню тренда, кожне зі значень округи підставляється в рівняння. Із рівняння, використаного для побудови поверхні найкращого наближення, виходить одне значення і присвоюється точці, що інтерполюється. Процес триває для інших цільових точок. Поверхня тренда може бути розширена на все покриття. Значення, що присвоюється цільовому пікселю, може бути простим середнім усіх значень поверхні в окрузі або залежним від визначеного напрямку, у якому орієнтований тренд.

Поверхні тренда можуть бути плескатими, що дає уяву про загальну тенденцію ухилу всього покриття, чи більш складними. Тип використовуваного рівняння (чи ступінь полінома) визначає хвилястість поверхні. У таких випадках кажуть про порядок поверхні (рис. 2.4). Наприклад, поверхня тренда першого порядку буде виглядати як площина, що простягається під деяким кутом по всьому покриттю, тобто має тенденцію в одному напрямку. Якщо поверхня має один вигин, то таку поверхню називають і поверхнею тренда другого порядку тощо.

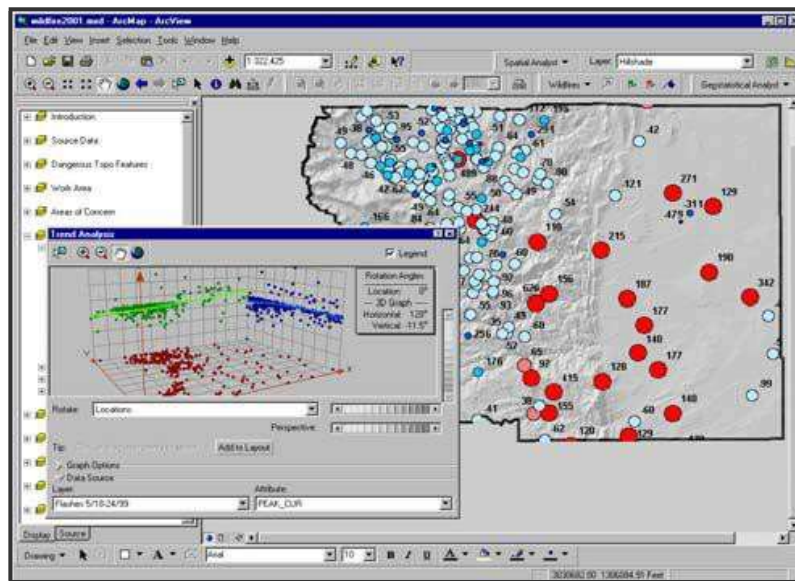


Рисунок 2.4 – Приклад аналізу трендів

*Крігінг.* Останній метод інтерполяції, що розглядається – крігінг (від прізвища автора – Кріге), оптимізує процедуру інтерполяції на основі статистичної природи поверхні. Крігінг використовує ідею змінної, котра змінюється від місця до місця з деякою видимою безперервністю, але не може бути адекватно описана тільки одним математичним рівнянням. Виявляється, більшість топографічних поверхонь найкраще моделюються саме таким чином, наприклад, поверхні зміни якості руди, варіації якості ґрунтів і навіть деякі показники рослинності [2].

Крігінг обробляє ці поверхні, вважаючи їх утвореними з трьох незалежних складових (рис. 2.5). Перша з них, що називається дрейфом або структурою поверхні, є загальним трендом території у визначеному

напрямку. Далі крігінг припускає, що існують невеликі відхилення від цієї загальної тенденції типу маленьких піків та западин, що є випадковими, але все-таки пов'язаними один із одним (просторово корельовані). Маємо також випадковий шум, що не пов'язаний із загальною тенденцією і не має просторової автокореляції.

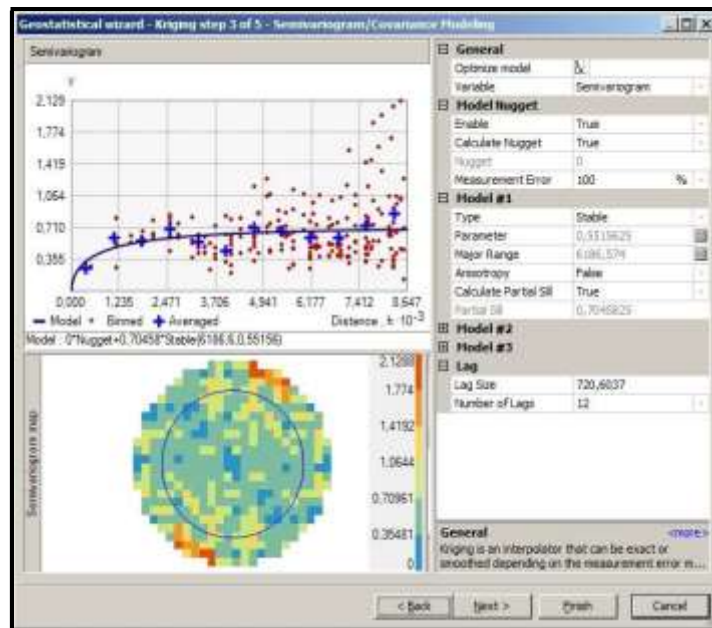


Рисунок 2.5 – Інтерфейс Geostatistical Analyst (ArcGIS) для проведення варіограмного аналізу

Отже, напівдисперсія є мірою взаємозв'язку значень висоти, що залежить від того, як близько одне до одного вони розміщені. Потім через точки даних проводиться крива найкращого наближення, що дає міру випадкового компонента. Подивившись уважно на графік напівдисперсії, можна помітити, що коли відстань між точками відліку висоти мала, напівдисперсія теж мала. Це означає, що значення висоти близькі і, отже, взаємозалежні внаслідок їхньої просторової близькості. Зі збільшенням відстані між точками зростає і напівдисперсія, показуючи швидкий спад просторової кореляції значень. Нарешті досягається критичне значення лага, відоме як граничний радіус кореляції, за якого дисперсія досягає межі й надалі залишається постійною. Чим ближче один до одного відліки в

середині діапазону зростання (тобто від нуля до точки припинення росту кривої на графіку), тим більше подібними вони мають бути. За межами радіуса кореляції відстань між точками не має значення, вони зовсім незалежні на будь-якому віддаленні, що перевищує радіус. Отже, за допомогою варіограми визначається радіус, у межах якого точки мають суттєвий взаємний вплив.

*Слайн.* Методи сплайн-апроксимації значно поширилися в усьому світі. Термін «сплайн» походить від англійської назви тонкої дерев'яної рейки, яка застосовується для креслення кривих складної конфігурації. За допомогою кріплень та навантажень можна домогтися, щоб рейка проходила через задані точки. Вигнута у такий спосіб рейка дає плавну криву, яка зазвичай задовольняє вимоги до цієї частини креслення. Сплайн також часто порівнюють із процесом натягування гуми через визначені точки під час мінімізації сумарної кривизни поверхні. У методі під час проходження через тестову точку підбирається математична функція для визначеної кількості найближчих вхідних точок. Цей метод краще застосовувати для поверхонь, що плавно змінюються (поверхня гладкого рельєфу, води в річці або концентрації забруднювальних речовин). Він менш ефективний за значеннями параметрів на короткому інтервалі [2].

Математичний сплайн використовує поділ кривої на ділянки, де точки прикладання сил поділяють область визначення кривої на відрізки. На кожному такому відрізку сплайн становить параболу третього ступеня. Усі параболы разом (їхня кількість збігається з кількістю відрізків) утворюють гладку безперервну криву. Зазвичай базисний сплайн (В-сплайн) будують стандартно на регулярній мережі. В-сплайни забезпечують безперервність поля з точністю до другої похідної включно. В особливих випадках переходять до базису та сплайнів п'ятого ступеня, але це може призвести до появи зайвих «хвиль» на поверхні, що моделюється.

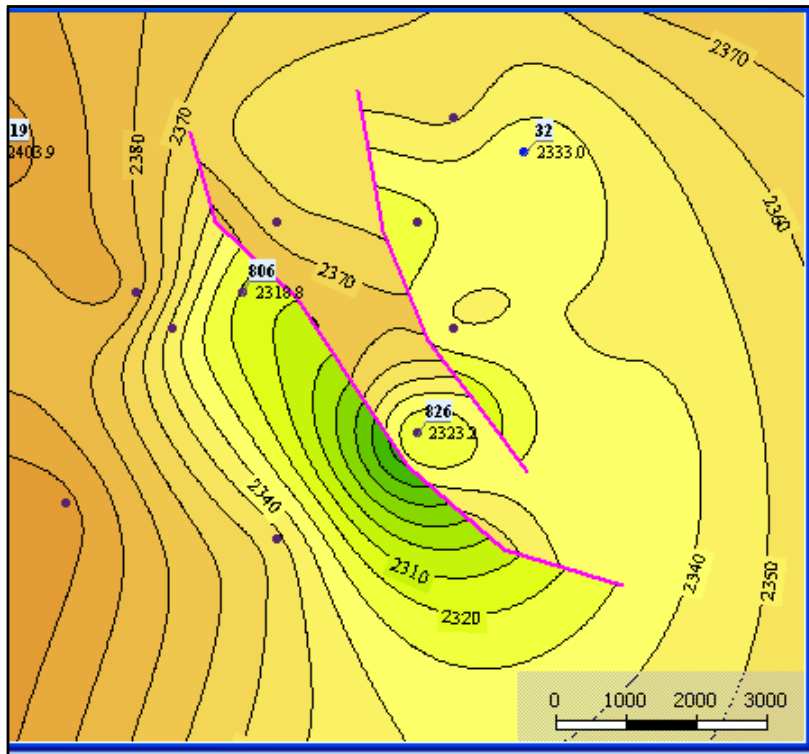


Рисунок 2.6 – Використання сплайн-функцій

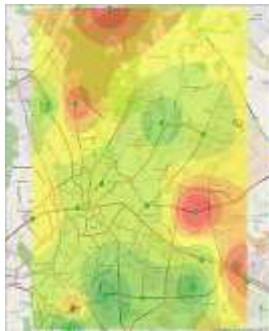
Сітка сплайнів відрізняється від звичайної сітки тим, що її поверхня є ідеально гладкою, що більш природно для більшості моделей. Сітки з розламами містять додаткові сегменти для моделювання рівного розриву. На звичайній сітковій моделі розрив утворюється східчастим.

Метод сплайн – апроксимації здебільшого дає непогані результати, навіть коли щільність опорних точок зовсім незначна. У випадку великого розкиду значень параметра метод потребує початкового згладжування.

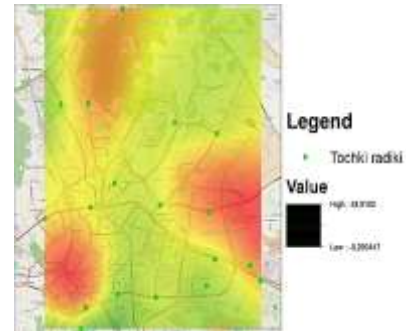
Урахування цих особливостей дає можливість успішно застосувати сплайни під час моделювання таких відносно спокійних явищ, як поверхня ґрунтових вод, коли кількість похідних точок на ділянці часто вимірюється одиницями, поверхня розподілу температури, вологості, природного радіаційного фону тощо. Типовим прикладом поверхонь такого ж типу є водна поверхня річки рівнинного типу, якій властиві плавні та відносно невеликі зміни ухилу, а також повна відсутність аномальних явищ.

*Порівняння методів.* Для того щоб наочно уявити особливості кожного із наведених методів інтерполяції, розглянемо результати моделювання,

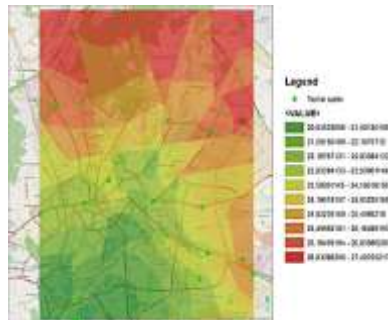
отримані різними методами на одній ділянці місцевості за однею системою точок висоти рельєфу (рис. 2.7). Зверніть увагу, як різняться результати моделювання в місцях, де відсутні дані, як кожний із методів сприймає аномальні значення. Який із методів найефективніше відтворив закономірності зміни поверхні рельєфу в цій ситуації?



а



б



в

Рисунок 2.7 – Порівняння методів інтерполяції за даними однієї й тієї саме вибірки: а – метод зворотних зважених відстаней (IDW); б – сплайн; в – крігінг

Розв’язавши його відносно  $Z$ , ми можемо отримати значення висот в будь-якій точці  $(X, Y)$ , яка належить цього трикутнику. Виконавши операцію зі всіма трикутниками, одержуємо повну картину триангуляції – TIN–модель.

У реалізації також використовується алгоритм перевірки приналежності точки трикутнику.

Перед розрахунком значень висот проводиться сортування трикутників триангуляції за їхньою площею в порядку зменшення. Це дає можливість скоротити час розрахунку значення висот.



Перед виконанням триангуляції (рис. 2.8) виконується розрахунок значень кутових точок матриці методом зваженого середнього, якщо вони не задані в початковому наборі. Це робиться для отримання повністю заповненої матриці висот.

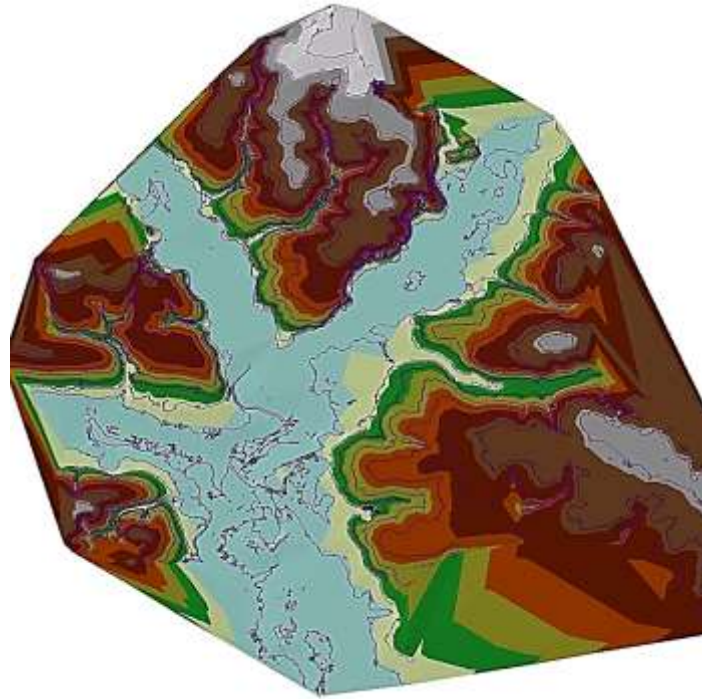


Рисунок 2.8 – TIN–модель

## 2.2 Аналіз просторових даних

Загалом до в поняття «географічна мережа» включають всі просторові (територіальні) зв'язки і відношення, істотні для вивчення просторової організації природних і соціально–економічних систем. Географічна реальність може бути подана у вигляді суперпозиції (об'єднання, накладення) великої кількості різноманітних просторових відношень і зв'язків (транспортних, технологічних, екологічних, міграційних, інформаційних та ін.) між різними геооб'єктами (населеними пунктами, підприємствами, адміністративними й економічними районами, екосистемами тощо).

Метою вивчення географічних мереж є виявлення закономірностей їхньої будови, формування й розвитку, а також моніторинг, оптимізація та керування (наприклад, у випадку транспортних і комунікаційних мереж).

Дуже багато технічних та природних об'єктів можуть бути подані у вигляді мереж. Наприклад, мережі автомобільних доріг або вулиць, залізнична, інженерні трубопроводні або кабельні, гідрографічна мережа та ін.

Для моделювання мереж у середовищі ГІС розроблена спеціальна структура мережних даних, а також різні методи мережного аналізу. На підставі моделі мережі й мережного аналізу можна створювати різні прикладні ГІС, наприклад:

- для складання розкладу пасажирських і вантажних перевезень залізницею;
- для доставки поштових відправлень за адресами;
- для технічного обслуговування електромереж і трубопроводів, пошуку причин несправності та планування ремонту;
- для екологічного моніторингу поверхневих вод, пошуку джерела забруднення;
- для планування будівництва й ремонту автодоріг;
- для оптимізації маршрутів руху міського транспорту.

ГІС–технологія забезпечує можливість комп'ютерного подання, моделювання й аналізу мережних об'єктів з будь-якою кількістю вершин і ребер, у сполученні з автоматизованим тематичним картографуванням, інтерактивним редагуванням і візуалізацією відповідних мережних моделей.

Модель географічної мережі в базі даних ГІС складається з двох взаємозалежних блоків – геометричної та логічної мережі.

*Геометрична мережа* є набором просторових об'єктів, що моделюють ребра (edges) і з'єднання (junctions) мережі. Ребро завжди сполучене з двома з'єднаннями; з'єднання може бути сполучене з будь-якою кількістю ребер (рис. 2.9). Просторові об'єкти, що виконують роль ребер (лінія, полілінія,

крива), можуть перетинатися у двовимірному просторі без утворення з'єднання. Ребра і з'єднання можуть бути простими і складними. Мережні об'єкти мають спеціалізоване поводження, яке підтримує зв'язаність геометричної мережі й автоматично обновляє елементи логічної мережі.

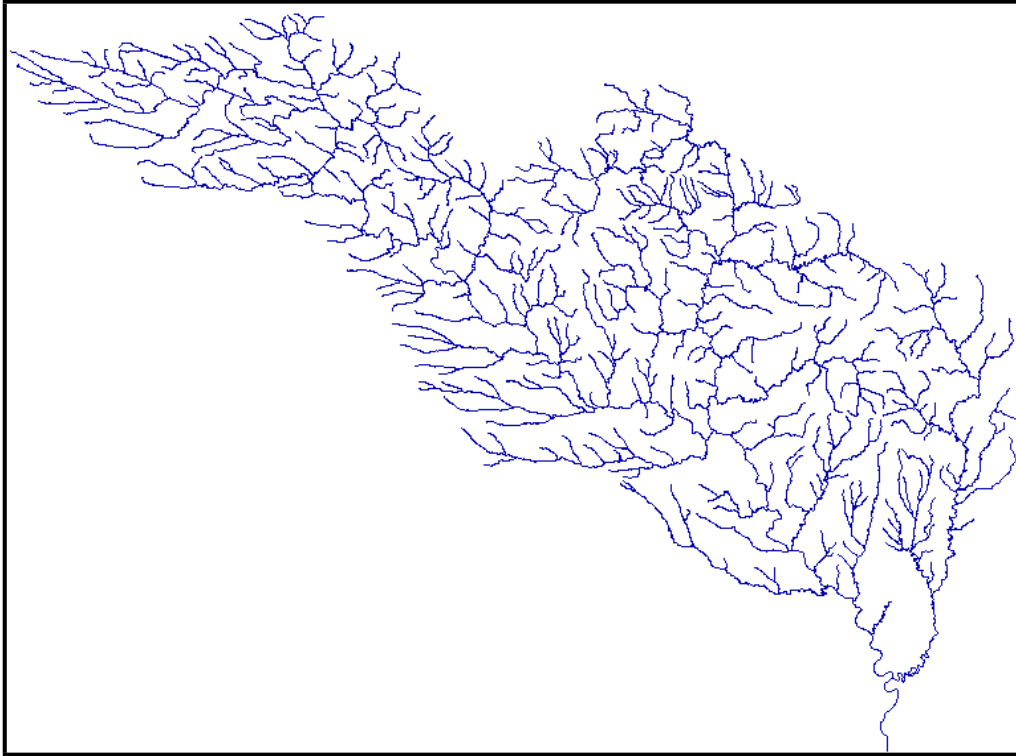


Рисунок 2.9 – Приклад річкової мережі

*Логічна мережа* – це набір таблиць, у яких зберігається інформація про зв'язаність мережі, а також про атрибути ребер і з'єднань (таблиці ребер, з'єднань, зв'язаності).

Геометрична мережа завжди сполучена з логічною. Правила зв'язаності мережі визначають і обмежують властивості конкретних елементів мережі (наприклад, визначається обов'язкова наявність перехідників і перемикачів на ділянках приєднання електричних кабелів з різним перетином; наявність трансформаторів на з'єднаннях ділянок електромережі із різною напругою; наявність вентилів на відводах від магістрального водопроводу та ін.). Атрибутами ребер мережі можуть бути діаметр трубопроводу або перегин кабелю, робочий тиск або напруга, кількість смуг руху і пропускна здатність машин у годину, напрямок руху. Для з'єднань задаються пропускна здатність

для кожного приєднаного ребра, коефіцієнти перетворення тиску або напруги, напрямок пропуску, заборона або дозвіл пропуску у визначеному напрямку та інші характеристики.

У випадку мережного аналізу геоінформаційні системи забезпечують ефективне вирішення трьох взаємозалежних завдань:

1. Подання і зберігання в базі даних метричної і топологічної інформації про структуру мережі;
2. Візуалізацію географічних мереж у вигляді дисплейних картосхем з можливістю інтерактивного запиту атрибутивної інформації по кожному елементу мережі;
3. Аналіз структури мережі на основі моделей і алгоритмів теорії графів.

Якщо перші дві функції традиційно притаманні ГІС, то остання становить додатковий моделюваний блок, який загалом не характерний для стандартних геоінформаційних пакетів.

Для мережного аналізу в різних геоінформаційних пакетах розроблено низку спеціальних алгоритмів, а користувач має можливість створювати власні алгоритми на підставі набору функцій мережного аналізу. Перед початком аналізу користувач повинен провести підготовку мережі – установити початкові і кінцеві точки для розрахунку напрямку потоку (руху); установити стан перемикачів, котрі забороняють рух у визначеному напрямку; встановити проміжні пункти руху на ребрах або з'єднаннях.

На підставі стандартних функцій (визначення пройденої відстані, визначення напрямку руху, опору під час руху та ін.) у ГІС, зазвичай, реалізовані такі алгоритми мережного аналізу [2]:

1. визначення найкоротшого маршруту руху транспорту між двома і більше точками (враховується тільки сума довжин ребер) (рис. 2.10). До такого завдання в ГІС зводиться багато завдань вибору найбільш економічного за *вартістю* шляху (з урахуванням вартості поворотів) на карті мережі, яку маємо. Вартість шляху дорівнює сумі вартостей кожної дуги, що

визначається її атрибутами. Вартість шляху може передаватися відстанню (довжиною ліній), часом, грошовою вартістю і т. ін. Вирішуючи це завдання, наприклад, для транспортної мережі, необхідно визначити вулиці з одностороннім рухом; заборонені повороти, естакади й тунелі, закриті й небажані вулиці тощо. Для визначення цих властивостей важливу роль відіграє напрямок цифрування.



Рисунок 2.10 – Алгоритм мережного аналізу: визначення оптимального маршруту

2. пошук найближчого пункту обслуговування – знайти найближчий пункт відносно до будь-якого місця в мережі;
3. пошук зони обслуговування;
4. маршрутизація транспортних потоків;
5. вирішення завдання комівояжера;
6. розміщення ресурсів;
7. аналіз динаміки поширення та ін.

До складу сучасних ГІС входять панелі інструментів та окремі пакети програм для розв’язання задач мережевого аналізу.

Зокрема, з використанням панелі інструментів Network Analyst ArcGIS, можна знайти:

- усі елементи мережі, які знаходяться вище за течією від заданої точки у мережі;
- усі мережеві елементи, які лежать нижче заданої точки у мережі;
- загальну вартість усіх елементів мережі, які знаходяться вище за течією від заданої точки у мережі;
- вгору за течією шлях із точки у вашій мережі (знайти шлях вгору за течією);
- петлі, які можуть провести кілька шляхів між точками в мережі (знайти петлі);
- шлях між двома точками в мережі: шлях може бути знайдений лише один поміж шляхів між цими двома точками, залежно від наявності або відсутності у вашій мережі є петлі (знайти шлях) та ін.

До складу ArcGIS також входить модуль ArcGIS Schematics, який є розширенням ArcGIS Desktop продуктів (ArcView, ArcEditor і ArcInfo). Цей модуль дозволяє користувачеві отримати спрощені представлення мереж, призначених для пояснення їхньої будови та принципів їхнього функціонування. Він може бути використаний для керування фізичними та логічними мережами, зокрема соціальними і економічними, а також для перегляду і представлення будь-якої мережі. Він дозволяє користувачам автоматично створювати, здійснювати візуалізацію та керування діаграмами, побудованими на основі мереж.

Цей модуль реалізований у вигляді панелі інструментів, яка дозволяє генерувати діаграми за картографічними даними на картах, здійснювати ефективну візуалізацію даних геометричних мереж, керувати їхніми параметрами тощо.

ArcGIS Schematics створює в середовищі ArcGIS графі і схеми мережі. Сферами застосування ArcGIS Schematics є:

- керування інфраструктурою інженерних мереж;
- проектування мереж;

- планування мереж (моделювання, розрахунок, порівняльний аналіз);
- експлуатація, обслуговування, контроль мереж;
- маркетинговий і комерційний аналіз.

ArcGIS Schematics є відкритим рішенням. Це означає, що він може працювати з даними по мережі будь-якого типу і не накладає ніяких обмежень на архітектуру інформаційної системи. ArcGIS Schematics може об'єднуватися з різними базами даних, локальними або розподіленими. Розвинені засоби роботи з графікою ArcGIS Schematics працюють з усіма типами графічних представлень мереж: географічним, геосхематичним і схематичним (у вигляді діаграм, деревоподібних структур, матриць і тощо)

Модуль забезпечує безліч автоматичних алгоритмів представлення мереж, а також методів оптимізації зображень (зсув накладених об'єктів, диференційоване масштабування, дублювання видів, автоматична зміна розміру видів і тощо) ArcGIS Schematics також містить функції для керування графікою мережі: горизонтальне і вертикальне вирівнювання вузлів, зміна розміру символів і тексту, переміщення, стиснення та розтягування окремої групи елементів схеми, можливість розкриття внутрішніх схем окремих елементів схеми.

## **3 ІНФРАСТРУКТУРА ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ**

### **3.1 Загальні поняття інфраструктури просторових даних (ІПД)**

#### **Історія ІПД**

Період розвитку геоінформатики з початку 60-х до середини 90-х рр. минулого століття в інформаційній сфері прийнято вважати початком епохи географічних інформаційних систем (ГІС). Це час приходу цифрових технологій в традиційну картографію, накопичення великого обсягу цифрових просторових даних, створення численних ГІС різного призначення [4]. Проте широке використання цих даних на практиці стримувалося низкою проблем:

- розосередження просторової інформації по різних організаціям;
- слабка доступність для зовнішніх користувачів;
- відсутність дієвих механізмів пошуку і збору необхідної інформації;
- відсутність узгоджених національних і міжнародних стандартів представлення просторової інформації, що призводило до їхнього несумісності;
- корпоративне та інше обмеження на використання даних (таємність).

Зазначені проблеми призводять до істотних витрат часу на пошук необхідної інформації, яка часто є підставою для прийняття важливих рішень, до дублювання робіт зі створення просторових даних. Усвідомлення в середині 90-х рр. минулого століття необхідності подолання перерахованих проблем шляхом інтеграції та гармонізації просторових даних причинило появу ідеї створення інфраструктури просторових даних (ІПД) і початку нової епохи в геоінформатиці.

Термін «Інфраструктура просторових даних» вперше був запропонований Національним дослідницьким товариством США в 1993 році. Ключове слово «інфраструктура» дуже вдало передає сутність ідеї про



те, що сукупність геопросторових даних може бути і повинна стати інфраструктурою, так само доступною для кожного, як, наприклад, транспортна інфраструктура. У цьому контексті ВПС можна визначити як територіально розподілену систему збору, оброблення, зберігання та надання споживачам просторових даних.

Мета створення інфраструктури просторових даних зводиться до сприяння економічному розвитку, більш ефективному управлінню на різних рівнях і до захисту навколишнього середовища шляхом вільного доступу органів державної влади, органів місцевого самоврядування, організацій і громадян до просторових даних і їхнього ефективного використання.

### **Основні складові ІПД**

Згідно з [4] подається таке визначення ІПД «...ІПД - це система базових просторових даних і метаданих, організаційних структур, механізмів правового регулювання, методичної бази, технологій і технічних засобів, що забезпечує широкий доступ і ефективне використання просторових даних громадянами, організаціями та органами влади».

Зокрема, за результатами багаторічних практик розробок концепцій і реалізацій національних ІПД виділяють основні складові:

- базова просторова інформація;
- стандартизація просторових даних;
- бази метаданих та механізми обміну даними.

Крім перерахованих вище складових, у деяких національних ІПД виділяють четвертий компонент – інституційну основу. Це інституції, органи, механізми координації, служби, що забезпечують її проектування і реалізацію.

Розглянемо докладніше основні складові ІПД. Наприклад, під базовою просторовою інформацією (або даними) у ІПД прийнято розуміти набір базових, основних, найбільш необхідних шарів або груп шарів ГІС, відповідний за своїм змістом цифровій картографічній основі. До таких шарів прийнято зарахувати геодезичну основу, рельєф, гідрографічну та

транспортну мережу, адміністративні кордони. Залежно від конкретних національних умов і стратегії створення ВПС цей перелік може доповнюватися іншими елементами; це можуть бути цифрові ортозображення, населені пункти, землекористування тощо. Склад базової інформації визначається, з одного боку, виходячи з потреб в ній потенційних користувачів – державних і комерційних організацій, а також приватних громадян, і, з іншого – погодившись з наявністю готових наборів цифрових даних. Важливим фактором включення або не включення певних верств у базовий набір також є питання національної (державної) безпеки. Деякі елементи базової просторової інформації можуть не мати самостійного значення, але бути важливою складовою всієї базової просторової інформації.

Для базового набору просторової інформації має бути визначений рівень просторового дозволу, який визначає позиційну точність базових даних. Атрибутивний опис елементів базового набору просторових даних має бути мінімальний, без зайвої семантики. Дані повинні покривати всі територію без пробілів, бути топологічно узгодженими, а необхідний механізм постійного оновлення даних базового набору просторових даних, має бути продуманим.

Зазвичай завдання забезпечення ІПД базовим набором просторової інформації покладається на державні спеціальні відомства з картографії та геодезії, які виконують увесь обсяг робіт, пов'язаний зі створенням базового набору просторових даних, власними силами, або із залученням комерційних організацій.

Усі шари базового набору просторової інформації чітко повинні відповідати стандартам (стандартам точності, якості, метаопису та ін.).

Базова інформація має бути загальнодоступною, хоча можливі винятки, пов'язані з певними користувачами і певними типами даних (наприклад, даними повітряного лазерного сканування, дані геодезичних вимірювань і тощо).

Перелік шарів для кожної ІПД може бути різний. Він визначається на етапі проектування ІПД, виходячи з наявності вже готових базових шарів, а в разі їхньої відсутності – вартості виконання робіт зі створення цих шарів базового набору просторових даних.

### **Призначення ІПД**

ІПД залежно від рівня її створення може бути національною або регіональною, а також локальною, галузевою або корпоративною. Проте, основна увага зараз приділяється державним ВПС, а в великих по території країнах і регіональним, які створюються в якості вузлів загальної національної ІПД. Наявність національної ІПД, крім прямих вигод, надає державі додатковий статус, який свідчить про успіхи в географічному вивченні країни.

Прикладами таких ВПС і їх діючих прототипів можуть бути національні ВПС США, Канади, Іспанії, Нідерландів, Австралії, Франції, Литви [4]. Мета створення ВПС зводяться до сприяння економічному розвитку, більш ефективному управлінню на різних рівнях і до захисту навколишнього середовища шляхом вільного доступу органів державної влади, органів місцевого самоврядування, організацій і громадян до просторових даних і їх ефективне використання.

ВПС повинна сприяти розширенню використання геопросторових даних громадськістю та приватним сектором у таких галузях, як транспорт, соціальний розвиток, сільське господарство, дії в надзвичайних ситуаціях, природокористування та інформаційні технології. Сприяти виключенню невиправданого дублювання роботи і забезпечення ефективного і економічно виправданого керування ресурсами державних, регіональних, місцевих органів влади.

### **3.2 Інфраструктура просторових даних. Закордонний досвід**

За період, починаючи з середини 90–х років минулого століття і до сьогодні, національна інфраструктура просторових даних була створена в

більш ніж 120 країнах. США, Австралія і більшість держав Європи пройшли всі етапи від розробки концепцій національної інфраструктури просторових даних до їхньої реалізації і завершили свої програми створення цієї інфраструктури. За цей час визначилися перевірені практикою правила, процедури та механізми пристрою національної інфраструктури просторових даних як інформаційно-телекомунікаційної системи. Одна з головних цілей такої інфраструктури – забезпечення вільного доступу громадян, організацій, органів державної влади та органів місцевого самоврядування до національних ресурсів просторових даних, що забезпечується, зокрема і через глобальну мережу Інтернет.

### **ІПД США**

У США роботи із створення Національної інфраструктури просторових даних почалися давно, десятиліття назад, і зараз вона може бути наочним прикладом того, до чого має сенс прагнути.

До чергової публікації тлумачного словника з геоінформатики А. В. Кошкарева подано визначення Національної інфраструктури просторових даних США – NSDI: National Spatial Data Infrastructure – Національна інфраструктура просторових даних, одна із складових частин федеральної програми США із створення Інформаційної супермагістралі (Information Superhighway). Розробляється Федеральним комітетом за географічними даними (FGDC) паралельно з іншою інформаційною програмою NDGDF.

У межах концепції створення НІПД (NSDI) у США була здійснена перша масштабна реалізація порталу просторових даних на державному рівні у формі державного урядового порталу GOS (Geospatial One Stop Operational Portal). Для реалізації чинного зараз другого варіанту цього порталу (GOS 2, див. [Http://gos2.geodata.gov/wps/portal/gos](http://gos2.geodata.gov/wps/portal/gos)) була залучена компанія ESRI, яка раніше вже створила і допомогла запустити прототип такого рішення (портал GOS 1). Запропонована ESRI технологія забезпечує істотне просування засобів ГІС у середу Інтернет. Цей розроблений ESRI сайт був вперше



1) Кожне відомство, що є членом Комітету, має гарантувати, що його представник, делегований у ФКГД, проводить офіційну політику свого відомства і посідає в ньому керівну посаду.

2) Виконавчі структури департаментів і відомств («відомства»), які зацікавлені в розвитку НППД, можуть приєднуватися до ФКГД.

3) ФКГД повинен вишукувати можливості для залучення регіональних, місцевих та племінних (общинних) органів керування до розвитку і виконання ініціатив, у міру необхідності використовувати досвід науково-освітнього і приватного секторів, професійних громадських організацій і тощо. для надання допомоги в розвитку і виконанні необхідних завдань.

Для визначення порядку створення, структури, роботи і взаємодії відомств, визначення стандартів, впровадження та контролю дій над НППД США, Розпорядженням Президента США Б. Клінтона від 11 квітня 1994 року «Координація в сфері отримання та доступу до даних: національна інфраструктура просторових даних» були визначені наведені нижче положення [11].

*Створення і розвиток Національного клірингового центру  
геопросторових даних*

1) Створення і розвиток Національного клірингового центру геопросторових даних. Голова, за участю ФКГД і за погодженням з відповідними регіональними, місцевими та племінними (громадськими) органами керування та іншими зацікавленими структурами, повинен зробити необхідні кроки для організації комп'ютеризованого Національного клірингового центру геопросторових даних («Кліринговий Центр») для НППД. Кліринговий центр має бути сумісний і узгоджений з Національною інформаційною інфраструктурою, щоб забезпечити загальну інтеграцію зусиль у цій галузі.

2) Стандартизоване документування даних. Кожне відомство має організувати документування всіх нових геопросторових даних, що збираються або вироблених ними самостійно або за їх участю,

використовуючи стандарти, які розробляються ФКГД, а також забезпечити електронний доступ до цієї стандартизованої документації для всієї клірингової мережі; далі протягом одного року відомства зобов'язані прийняти розроблену за участю ФКГД програму документування геопросторових даних, раніше зібраних або зроблених ними самостійно або за їх участю, а також забезпечити електронний доступ до цієї стандартизованої документації для всієї клірингової мережі.

3) Громадський доступ до геопросторових даних. Кожне відомство зобов'язане прийняти розроблений за участю ФКГД план, який визначає процедури, що забезпечують громадський доступ до геопросторових даних у тій мірі, які передбачені діючими законами, що регламентують розпорядженнями і урядовими виконавчими документами.

4) Взаємодія відомств із Кліринговим центром. Кожне відомство має розробити і прийняти порядок, згідно з яким перед тим, як прийняти рішення про фінансування з федерального бюджету збору або виробництва нових геопросторових даних, відомство зобов'язане звернутися в Кліринговий центр і визначити, чи існує вже інформація цього виду, зібрана або вироблена іншими відомствами, а також чи існують можливості кооперації зусиль із її збору або виробництва з іншими відомствами.

5) Фінансування. Департамент внутрішніх справ забезпечує фінансування Клірингового центру щодо його створення, розробки системи оцінки даних, стандартів на геопросторові дані, здійснення своїх обов'язків. Відомства продовжать фінансування власних програм зі збору та виробництва геопросторових даних; ці дані повинні потім ставати складовою баз даних Клірингового центру для того, щоб забезпечити для останніх більш широкий доступ.

#### *Діяльність у галузі стандартизації даних*

1) Загальна відповідальність ФКГД. ФКГД розробляє стандарти для здійснення цілей НІПД у співпраці з регіональними, місцевими та

племінними (громадськими) органами керування, приватним і науково–освітнім секторами і, в разі необхідності, міжнародною спільнотою.

2) Стандарти, щодо яких відомства мають певні обов'язки. Відомства, відповідальні за ті категорії даних, які визначені для них, розробляють за допомогою ФКГД стандарти для цих категорій даних так, щоб гарантувати їхню сумісність з іншими даними, виробленими усіма іншими відомствами.

3) Інші стандарти. ФКГД періодично визначає необхідність і розробляє, діючи через відомства, що входять до Комітету, відповідно до чинного законодавства, інші стандарти, необхідні для досягнення цілей. ФКГД сприятиме використанню таких стандартів і, як це встановлено, спрямовати їх на розгляд до Департаменту торгівлі для затвердження, як Федеральних стандартів у галузі інформаційної діяльності. Згадуються стандарти повинні застосовуватися до геопросторових даних.

4) Дотримання стандартів відомствами. Федеральні відомства, що збирають або виробляють геопросторові дані власними силами або за допомогою виділення грантів, здійснення ділового співробітництва, укладення договорів зі сторонніми організаціями і т.д., до того моменту, як відкрити фінансування подібної діяльності, повинні мати гарантії, що нові дані будуть зібрані у такий спосіб, що відповідає всім необхідним стандартам, прийнятим за участю ФКГД.

#### *Національна цифрова основа геопросторових даних*

За сприяння регіональних, місцевих та племінних (общинних) органів керування ФКГД розробляє та подає на розгляд в ОУБ план і програму заходів щодо завершення початкового етапу створення Національної цифрової основи геопросторових даних (Основа) і організації постійної підтримки та оновлення даних.

Основа повинна містити геопросторові дані, які є важливими (за визначенням ФКГД) для широкого кола користувачів, що працюють із даними в будь-якому географічному регіоні або на рівні всієї країни. Як мінімум, план повинен відобразити те, яким чином вихідні дані по



транспортній мережі, гідрографії і адміністративних кордонів можуть бути виконані як елементи основи для того, щоб забезпечити перше, проводиться кожні десять років перепис.

### *Співробітництво з метою отримання даних*

Голова за участю ФКГД зобов'язаний розробити стратегію організації максимально можливої кооперації з регіональними, місцевими та племінними (громадськими) органами керування, з приватним сектором та іншими неурядовими організаціями, яка дозволить розділити витрати і підвищити ефективність отримання геопросторових даних.

### **ВПС Німеччини**

Розробки концепції архітектури інфраструктури просторових даних (GDI-DE) Німеччини почалися в 2007 році.

Інфраструктура просторових даних (рис. 3.1) складається з просторових даних і метаданих, просторових і мережевих служб, а також мережевих технологій і заснована на національних і міжнародних стандартах і нормах. Крім технічної складової для створення ВПС необхідна наявність певних організаційних умов, наприклад, укладання угод про спільне використання та застосування, забезпеченні доступу до просторових даних, метаданих, просторових і мережевих сервісів, а також створення механізмів контролю та нагляду.

ВПС Німеччини є частиною системи «електронного уряду» Німеччини і повністю підтримує виконання цілей сучасного керування.

Мета створення GDI-DE – зростання доступності та створення нових можливостей використання просторових даних у різних сферах і на різних рівнях керування (федеральному, регіональному, муніципальному). Особливий акцент у концепції зроблено на організаційну структуру органів державного керування Німеччини.

### **ВПС Іспанії**

Як приклад реалізованої національної ПІД можна коротко розглянути іспанську ВПС (IDEE – La Infraestructura de Datos Espaciales de Espana).

В Іспанії програма розвитку Інфраструктури просторових даних стартувала в 2002 році в зв'язку з появою загальноєвропейської ініціативи INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Плани зі створення IDEE з самого початку передбачали трирівневу архітектуру системи, яка відображає трирівневу структуру влади: на рівні країни в цілому, на рівні її 17 автономних областей, на муніципальному рівні силами або за участю більш ніж 8 100 муніципалітетів.

До особливостей реалізації ППД Іспанії можна віднести також орієнтацію виключно на міжнародні стандарти і використання програмних продуктів з відкритим кодом; офіційну політику безкоштовного доступу до даних (тільки Валенсія продає дані).

Невід'ємною частиною ВПС будь-якої країни є система геопорталів. В Іспанії Національний геопортал запрацював в штатному режимі з липня 2004 р. На центральній панелі його головної сторінки можна виявити піктограми всіх діючих сервісів, а також лінійку з 17 піктограм у вигляді прапорів автономних областей для переходу на регіональні геопортали, два з яких (Мадрид і Кантабрія) знаходяться в стадії розроблення: Андалусія (IDEAndalucia), Арагон (SITAR), Астурія (SITPA-IDEAS), Балеарські о-ва (IDEIB), Валенсія (TerraSit), Галісія (IDEG), Канарські о-ва (IDECanarias), Кастилья-ла Манча (IDE-CLM), Кастилья і Леон (IDECyL), Каталонія (IDEC), Ла-Ріоха (IDERioha), Мур ця (IDERM), Наварра (IDENA), Країна Басків (GeoEuskadi), Естремадура (IDEEX).

Найпоказовішим прикладами є геопортали ВПС Каталонії, Андалусії і Наварри. У перших двох провінціях ВПС створювалися за участю великих картографічних інститутів, розташованих на території цих автономних областей, і виконують роль регіональних картографічних агентств: Картографічного інституту Андалусії – ICA і Картографічного інституту Каталонії – ICC. У Наваррі ВПС створювалася за участю великої компанії TRACASA, яка виконує роль регіональної кадастрової і топографо-картографічної служби, із щорічним оборотом, який можна порівняти з

річним бюджетом Картографічного інституту Андалусії. Крім того, Каталонія і Андалусія під час побудови своїх ВПС керувалися, крім федерального, ще й своїм регіональним законодавством.

Національний геопортал реалізований на семи мовах (іспанською, англійською, французькою, португальською, каталонською, баскською та галісійською) регіональні геопортали підтримують від однієї до чотирьох мов. Геопортали забезпечують візуалізацію топографічних даних, у картографічній формі близької до топографічних карт і планів з точністю і об'єктовим складом відповідним масштабом 1: 20 000, 1: 10 000, 1: 5 000 і рідше 1: 1 000, і ортозображення, складених із космічних знімків із роздільною здатністю аж до метрового або аерофотознімків з дозволом 0,5 м і краще, а також їх гібридів. Склад наборів даних на геопорталах різний (оскільки вони знаходяться на різних етапах розвитку). Обсяг тематичних даних, за рідкісним винятком, поки невеликий. Приклад геопорталу, що містить, крім традиційних шарів, базові тематичні сюжети – геопортал Канарських островів IDECanarias і Каталонії [4]. Отже, ІПД Іспанії є повномасштабну систему, яка продовжує розвиватися.

#### *Функціонування ІПД Іспанії*

Функціонування ІПД неможливо без певного обсягу інформації, що охоплює всю територію країни і має високу міру актуальності. Вирішенню цього завдання присвячено Національний план Іспанії зі спостереження за територією – PNOT (Plan Nacional de Observacion del Territorio). Цей план розробляється Національним Інститутом Географії (IGN), який є національним топографо-картографічним відомством.

PNOT складається з трьох фаз:

- 1) Отримання даних ДЗЗ і проведення аерофотозйомки з метою покриття всієї території Іспанії космо- і аерофотознімками.
- 2) Роботи зі створення топографічних карт і планів, отримання необхідної тематичної інформації.

3) Розповсюдження отриманої інформації – публікація даних на геопорталах.

### *I фаза*

Перша фаза PNOT передбачає реалізацію двох програм: PNT (Plan Nacional de Teledeteccion) і PNOA (Plan Nacional De Ortofotografia Aerea). Ці програми відповідають двом видам робіт: PNT – отримання даних ДЗЗ, PNOA – проведення аерофотозйомки. Результатом першої фази реалізації PNOT є фотоплани, виготовлені за матеріалами аерофотозйомки і даними ДЗЗ.

Програма PNT покликана скоординувати зусилля з отримання та оброблення даних ДЗЗ із космічних супутників так, щоб вони купувалися один раз, але були доступні всім зацікавленим організаціям і адміністраціям Іспанії. Координує програму Національний інститут аерокосмічних технологій INTA (підвідомче Міністерству оборони підприємство).

Роботи із отримання даних ДЗЗ припускають первинну покупку космічних знімків, зокрема мультиспектральних, високого (Spot-5 2,5 м і інші – щорічно), середнього (LANDSAT 7 ETN, LANSAT 5 TM, TERRA-ASTER – з періодичністю в 1-4 місяців) і низького дозволу (TERRA-MODIS, SPOT-VEGETATION, з періодичністю в 1-30 днів); наступний крок проведення періодичного поновлення матеріалів за допомогою станцій прийому, що належать INTA. Потім намічений перехід до використання матеріалів ДЗЗ європейських космічних програм Ingenio і Paz.

До появи програми PNOA аерофотозйомка у Іспанії проводилася різними міністерствами тільки для своїх потреб, в різний час, за різними специфікаціями і тощо, що робило ці дані несумісними.

Метою програми є:

1) Відповідність основному принципу INSPIRE про те, що інформація збирається один раз і потім стає доступною всім;

2) розподіл витрат на реалізацію програми між федеральними та регіональними учасниками; припинення дублювання робіт, що спричиняє

оптимізації витрат і дозволяє зекономлені кошти направляти на частіше оновлення даних;

3) виробництво аерофотозйомки різними інститутами й організаціями лише за затвердженими специфікаціями.

### **ІІД Фінляндії**

Роботи зі створення ІІД Фінляндії виконуються відповідно до керівних документів, які визначають Національну стратегію створення і використання географічної інформації на період 2005–2010 рр. [1]. Національна стратегія створення та використання географічної інформації може розглядатися як складова частина більш загальної Програми створення інформаційного суспільства (Information Society Programme).

Керівна роль у створенні ІІД Фінляндії належить раді, затвердженій Урядом Фінляндії 21 липня 2001 року, яка об'єднує представників 16 провідних міністерств і відомств. У складі ради діють чотири робочі групи:

- 1) «Керування якістю і стандартизація»;
- 2) «Співпраця з питань збору даних та інформаційних послуг»;
- 3) «Стратегія географічної інформації та координація»;
- 4) Група по INSPIRE.

Завдання ради – бути консультативним органом з усіх питань ІІД, оцінювати її стан, розширювати сферу використання просторових даних, усувати дублювання робіт і даних, сприяти підвищенню економічної ефективності збору даних і надання геоінформаційних послуг, виявляти основні потреби користувачів просторових даних, розробляти стратегію ІІД і координувати діяльність всіх учасників робіт.

Основний розробник ІІД Фінляндії – Національна земельна служба NLS (National Land Survey (of Finland), <<http://www.nls.fi>>), яка поєднує функції національних топографо-картографічної і земельно-кадастрової служб, що є агентством у структурі Міністерства сільського і лісового господарства (Ministry of Agriculture and Forestry, <<http://www.mmm.fi>>). Стратегія і плани

реалізації ПД спираються на програмні установки Директиви Європейського союзу INSPIRE.

Крім традиційної продукції, NLS виробляє і продає перераховані нижче цифрові продукти, які можуть бути основою для формування базових просторових даних (БПД) у складі ПД Топографічна база даних TDB (NLS Topographic database). За точністю подання просторових об'єктів відповідає топографічним картам масштабів 1:5 000 1:10 000. Період оновлення бази становить від 3-х до 10-ти років, дані про дорожню мережу оновлюються щороку. TDB покриває всю територію Фінляндії за винятком крайньої півночі Лапландії. БД входить до складу і керується топографічною інформаційною системою NLS, початок робіт над якою відносять до 1992 р. Нова система JAKO/TDB, створювана з 1998 р. функціонує в середовищі програмного засобу Smallworld і підтримує векторну модель просторових даних. У 2006 р вона містила 100 Гб даних, рядок із даними про 2 млрд., проміжних точок у координатних описах 50 млн., лінійних об'єктів; 9 млн., полігонів; 8 млн., точкових об'єктів і асоційованих картографічних символів; 3 млн., текстових анотацій; 5,5 млрд., висотних відміток цифрової моделі рельєфу. У неї ж входять ортозображення: результати оброблення цифрових чорно-білих ортофотоснімків, отриманих під час проведенні аерофототопографічної зйомки в масштабі 1:16 000 і 1:31 000.

У TDB впроваджені деякі елементи, що доповнюють її зміст і представляють самостійні цифрові продукти. Серед них:

1) «Автодорожна і вулична мережа» виробництва компанії Digiroad, що дозволяє спланувати маршрут і рекомендована до використання разом із іншими даними про автодороги;

2) набір Finnra виробництва Фінського автодорожного керування (Finnish Road Administration);

3) «Водні об'єкти» з додатковими відомостями про межі водозбірних-басейнів і окремими шарами видатків у вигляді полігонів з їх осьовими лініями;

- 4) «Землі сільськогосподарського призначення» та ін.;
- 5) Дрібномасштабні топографічні, оглядово-топографічні та загальногеографічні карти. На додаток до ТДК доступні для використання цифрові продукти, що продовжують її масштабний ряд: 1: 100 000, 1: 250 000, 1: 500 000, 1: 1 000 000, 1: 2 000 000, 1: 4 500 000.;
- б) растрові копії близько 300 листів топографічної карти масштабу 1: 10 000 PerusCD, поширювані в записах на компакт-дисках.;
- 7) цифрова модель рельєфу на всю територію Фінляндії, отримана шляхом перетворення цифрових записів горизонталей у триангуляційну модель TIN і інтерполяції в вузли сітки 25 м x 25 м.
- 8) набір даних про використання земель, ландшафтів і лісових масивів на всю територію країни. Перший національний набір такого типу в Європі, створений на основі дешифрування космічних знімків із роздільною здатністю 50м x 50 м з виділенням контурів по 50 класах.;
- 9) реєстр географічних назв (Geographic Names Register), є похідним від ТДК і містить близько 800 тис. топонімів в обсязі топографічної карти масштабу 1: 20 000.;
- 10) кадастрові карти, що відображають зміст реєстрів нерухомості з ідентифікаторами земельних ділянок, кадастровими межами, межовими знаками та іншими елементами на топографічній основі. Створені шляхом фотограмметричного оброблення знімків і цифрування.

### **Геопортал Польщі**

#### *Історія геопорталу Польщі*

Історія геопорталу походить із 2005 року, коли Головний офіс геодезії та картографії запустив проект GEOPORTAL.GOV.PL. Проект фінансується за галузевою операційною програмою «Поліпшення конкурентоспроможності підприємств» на 2004-2006 роки.

Основною метою проекту GEOPORTAL.GOV.PL (рис. 3.2) було підвищення конкурентоспроможності підприємств шляхом надання їм

доступу до послуг на підставі просторових даних, разом з кадастровими даними та метаданими. Інші важливі цілі проекту охоплювали:

1. Розвиток підприємництва, а також підвищення інноваційності та конкурентоспроможності підприємств через доступ до просторових даних.
2. Покращення процесів прийняття рішень на підприємствах щодо інвестиційних рішень.
3. Модернізацію роботи державного керування (на центральному, регіональному та місцевому рівнях) у межах проекту, шляхом впровадження нових інформаційних технологій.

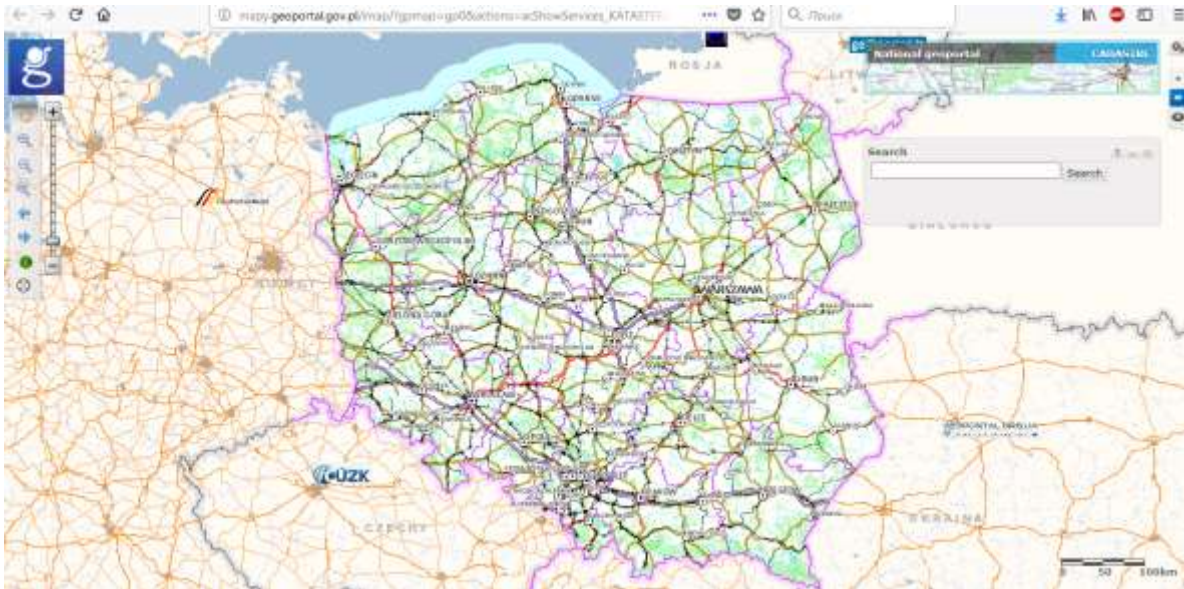


Рисунок 3.2 – Геопортал Польщі GEOPORTAL.GOV.PL

4. Підвищення знань та значущості просторових даних, а також кадастрових даних серед підприємців.
5. Економію (погляду часу та витрат) для підприємців, які використовують геодезичні послуги.
6. Збагачення пропозиції підприємств, що надають послуги на підставі громадських просторових даних.
7. Участь у розвитку інформаційного суспільства.

За проектом GEOPORTAL.GOV.PL була розроблена інфраструктура вузлів Національної інфраструктури просторових даних (крайовий



інфраструктурний інформаційний центр), яка співпрацює та надає послуги, починаючи від пошуку та надання даних до аналізу даних. Мережа вузлів НПД була побудована на трьох рівнях: центральному, регіональному та місцевому.

Проект також дав поштовх до розробки веб-порталу [www.geoport.gov.pl](http://www.geoport.gov.pl) – діючи як брокер, надаючи користувачам просторові дані та послуги.

Проект завершено в 2008 році, і це спричинило розроблення таких баз даних:

- Кадастрові дані;
- Географічна база даних;
- База топографічних об'єктів;
- Ортофотопали;
- Растратори топографічної карти;
- Растрові тематичні карти;
- Державний реєстр кордонів (ДРГ);
- Державний реєстр географічних назв (ДРГН);
- Чисельна модель ландшафту;
- Метадані наборів та послуг просторових даних.

Як тільки [GEOPORTAL.GOV.PL](http://GEOPORTAL.GOV.PL) було завершено, у 2009 році був запущений новий проект, спрямований на продовження та посилення попередньої діяльності: **GEOPORTAL 2** – розробка інфраструктури просторових даних у сфері геореєстраційних реєстрів та пов'язаних з ними послуг.

### *Походження та цілі проекту GEOPORTAL 2*

Доступ до оновлених та точних просторових даних, разом із інформацією про географічне середовище, об'єкти та явища у всьому просторі, що оточує людину, має надзвичайно важливе значення для належного функціонування держави, її економіки та громадян. Просторова інформація використовується майже у всіх галузях економіки – у сільському

господарстві, лісовому господарстві, будівництві, а також у державному управлінні та діяльності приватних осіб. Для забезпечення розвитку інформаційного суспільства, підприємництва, підвищення інноваційності та конкурентоспроможності підприємств, а також забезпечення економічного розвитку всієї країни, необхідно забезпечити загальний і простий доступ до космічних даних, доступних в електронній формі.

Завдяки проекту GEOPORTAL 2, реалізованому Головним керуванням геодезії та картографії, послуги інфраструктури просторових даних доступні в Інтернеті не лише для окремих підрозділів уряду та органів місцевого самоврядування, які розробляють та підтримують державні реєстри, а також приватні та юридичних осіб, а також інших організацій.

Проект Geoportals 2, який є продовженням та розробкою проекту GEOPORTAL.GOV.PL, спрямований на:

1) Використання електронних архівів ПЗГіК (eng: національний ресурс геодезії та картографії), а також електронних документів у процесі розробки та ведення реєстрів, баз даних, карт, спрямованих на розвиток національної інфраструктури просторової інформації.

2) Забезпечення сумісності наборів та послуг просторових даних на основі просторових даних шляхом розробки національної інфраструктури просторової інформації, розробки геореєстраційних реєстрів геодезичних та картографічних послуг, а також впровадження послуг INSPIRE та баз метаданих для просторових ресурсів даних GEOPORTAL 2 дозволяє комбінувати набори просторових даних, що надаються різними підрозділами адміністрації, у єдину структуру, доступну в електронній формі через Geoportals службу, яка базується на інтерактивному движку для пошуку карти з інструментами, що дозволяють знаходити та аналізувати просторові дані.

3) Впровадження директиви INSPIRE у сфері електронних даних та документації національного геодезичного та картографічного ресурсу шляхом розробки точки доступу, створення наборів метаданих та

забезпечення доступу до основних послуг, пов'язаних із просторовими даними.

### **3.3 Національна інфраструктура геопросторових даних України**

Географічна інформація в сучасних умовах перетворилася у важливий стратегічний ресурс державного керування та загальносуспільний продукт споживання, у вагомий чинник сталого соціально–економічного розвитку країни та інтегрування в глобальний інформаційний простір. Геопросторові дані створюються переважно в цифровій формі з використанням сучасних інформаційних та супутникових технологій, дистанційного зондування Землі та цифрових методів картографування і складають основу широкого застосування геоінформаційних технологій в кадастрових та моніторингових системах, у навігації, транспорті, аграрному комплексі та обороні. Зважаючи на постійно зростаючі обсяги геопросторових даних, їхню високу вартість, багатогалузеве походження і широке застосування, а також на проблеми, що об'єктивно виникають в організації міжгалузевої взаємодії при виробництві, використанні та інтегруванні даних із різних джерел, у більшості країн світу розроблені та реалізуються програми створення національних інфраструктур геопросторових даних, які об'єднують усі ланки і види забезпечення виробництва, постачання та використання геоінформаційних ресурсів.

Національна інфраструктура геопросторових даних спрямована на удосконалення системи забезпечення потреб суспільства у всіх видах географічної інформації, підвищення ефективності використання геопросторових даних та геоінформаційних технологій у системах підтримки управлінських рішень органів державної влади, місцевого самоврядування, в економічній, соціальній, екологічній, оборонній, науковій сферах в інтересах держави, суб'єктів господарювання і громадян на підставі створення і сталого розвитку національної інфраструктури геопросторових даних України як складової єдиного інформаційного простору країни.

Стратегія розвитку національної інфраструктури геопросторових даних визначає основні пріоритети, принципи та напрями реалізації єдиної державної політики у сфері створення, зберігання та використання геопросторових даних України, розвитку ринку сучасної геоінформаційної продукції і геоінформаційних послуг та інтегрування України в глобальну і європейську інфраструктуру геопросторових даних.

### **Стан формування інфраструктури геопросторових даних в Україні**

В Україні у різних галузях, у державних адміністраціях різного рівня, в органах місцевого самоврядування, у кадастрових та інформаційних центрах започатковані та реалізуються проекти створення геоінформаційних систем різного проблемного спрямування і територіального охоплення. Об'єктивно зростають обсяги геопросторових даних та суспільні витрати на їхнє виробництво, супроводження і використання.

Україна бере участь у міжнародних геоінформаційних проектах глобального картографування, має значний науково-технічний та виробничо-технологічний потенціал для створення геопросторових даних із застосуванням сучасних методів дистанційного зондування землі, цифрових методів геодезичних вимірювань, заснованих на супутникових технологіях.

Разом із тим існуючий стан створення геоінформаційних ресурсів та надання геоінформаційних послуг в Україні характеризується низкою проблем та негативних явищ, серед яких:

- переважно відомчий принцип формування геоінформаційних ресурсів без належного рівня координації та взаємодії;
- значне дублювання топографо–геодезичних та картографічних робіт;
- обмежений доступ до геопросторових даних, що накопичуються у відомчих фондах;
- відсутність єдиної системи національних стандартів на геоінформаційну продукцію; невідповідність законодавства у сферах геодезії і картографії, державної таємниці, сертифікації, ліцензування, інформаційних

та геоінформаційних технологій сучасному постійно зростаючому рівневі розвитку науки і техніки, вимогам органів державної влади, суб'єктів господарювання та громадян до якості й оперативності доступу й отримання геопросторових даних;

- відсутність доступних метаданих про геодезичні і картографічні роботи та про створені за їхніми результатами геопросторові дані;

- недостатнє фінансування геодезичних і картографічних робіт загальнодержавного значення, унаслідок чого державні карти і плани вчасно не оновлюються, а 80 % матеріалів і даних Державного картографо–геодезичного фонду не відповідає встановленим нормативам за відповідністю стану місцевості;

- відсутність організаційної структури та мережі геоінформаційних центрів, уповноважених та відповідальних за створення і ведення баз геопросторових даних на загальнодержавному, регіональному та місцевих рівнях.

Аналіз цих та інших проблем свідчить про необхідність вдосконалення державної політики у сфері формування і використання геоінформаційних ресурсів в Україні на засадах створення та сталого розвитку Національної інфраструктури геопросторових даних.

### **Мета, основні завдання та принципи створення національної інфраструктури геопросторових даних**

Основною метою створення національної інфраструктури геопросторових даних України є забезпечення зростаючих потреб суспільства у всіх видах географічної інформації, підвищення ефективності застосування геопросторових даних та геоінформаційних технологій в інтересах сталого розвитку суспільства.

Формування національної інфраструктури геопросторових даних України спрямовано на вирішення таких основних завдань:

- удосконалення нормативно-правового та організаційного забезпечення геоінформаційної діяльності в країні, зокрема на рівні

прийняття Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», спрямованого на посилення координації та взаємодії державних установ, органів місцевого самоврядування, підприємств і організацій усіх форм власності у сфері виробництва та використання геоінформаційних ресурсів з метою мінімізації дублювання робіт із збирання та реєстрації геопросторових даних, досягнення сумісності даних від різних виробників, усунення необґрунтованих бар'єрів і обмежень в інформаційній взаємодії виробників і споживачів даних;

- створення міжвідомчого координаційного органу з формування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних із широкими повноваженнями у сфері методичного забезпечення проблеми та налагодження міжвідомчої взаємодії;

- модернізації існуючої системи виробництва геопросторових даних та картографічної продукції на основі всебічного застосування цифрових методів, супутникових методів визначення координат, дистанційного зондування Землі, баз геопросторових даних та геоінформаційних технологій;

- забезпечення постійно діючого пооб'єктного топографічного та геоінформаційного моніторингу території, за якого бази геопросторових даних актуалізуються синхронно змінам ситуації на місцевості;

- створення національної системи технічних регламентів та стандартів у сфері геоінформатики, гармонізованих із міжнародними стандартами;

- формування інтегрованих баз геопросторових даних та метаданих загальнодержавного, регіонального і місцевого рівнів;

- розгортання мережі геоінформаційних центрів, геоінформаційних порталів та спеціалізованих підприємств, що охоплює органи державного керування, місцевого самоврядування, основні галузі економіки і сфери діяльності, у яких виробляється та використовується географічна інформація;

- забезпечення рівноправного, широкого та відкритого доступу споживачів до геопросторових даних на основі застосування телекомунікаційних технологій, глобальних інформаційних мереж та інтегрування України в європейську і глобальну інфраструктури геопросторових даних;

- підтримка та розвиток національного виробництва геопросторових даних, засобів отримання і розповсюдження даних;

- подальше розширення ринкових відносин у сфері топографо–геодезичної, картографічної, кадастрової та геоінформаційної діяльності.

До основних принципів створення і розвитку інфраструктури геопросторових даних належать:

- інформаційна безпека України в геоінформаційній сфері, яка визначається сукупністю збалансованих інтересів особистості, суспільства і держави;

- підпорядкованість процесів створення та функціонування інфраструктури геопросторових даних вирішенню пріоритетних завдань соціально–економічного розвитку, державного керування, забезпечення обороноздатності і національної безпеки країни;

- узгодженість та збалансованість прав і обов'язків органів державної влади, органів місцевого самоврядування і суб'єктів господарювання під час формування інфраструктури геопросторових даних на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях;

- максимальне використання уже створених геоінформаційних ресурсів;

- формування організаційної структури на підставі існуючих організацій, що знаходяться в підпорядкуванні державних органів виконавчої влади й органів місцевого самоврядування;

- використання діючих міжнародних стандартів при розробленні технічних регламентів та національних стандартів на створення і надання в користування геопросторових даних і метаданих;

- обґрунтованість, цілісність, повнота та достовірність даних на підставі реєстрації відомостей тільки із первинних документів, які прийняті за офіційні джерела вхідної інформації;
- виключення дублювання робіт і бюджетних коштів на створення геопросторових даних на усіх рівнях державного керування та місцевого самоврядування на основі реалізації економічної політики і технологій реєстрації даних, що стимулюють збирання даних за принципом «тільки одноразово» для будь-якого об'єкта;
- уніфікація геоінформаційних ресурсів на основі використання єдиного базового набору геопросторових даних, відомостей з першоджерел та застосування єдиних стандартів;
- забезпечення максимальної відкритості та доступності базових наборів геопросторових даних і метаданих для усіх громадян, суб'єктів господарювання, органів державної влади та місцевого самоврядування;
- використання глобальних загальнодоступних телекомунікаційних мереж як основного середовища інформаційного обміну геопросторовими даними;
- забезпечення комплексної інформаційної безпеки інфраструктури геопросторових даних України;
- етапність створення та розвитку інфраструктури геопросторових даних як складної організаційно-технічної системи, що характеризується еволюційністю та безстроковістю функціонування, етапністю створення, розвитку і постійного удосконалення на основі комплексного і програмного підходів.

### **Структура та компоненти національної інфраструктури геопросторових даних**

Національна інфраструктура геопросторових даних формується як складова Національної інформаційної інфраструктури України. На сферу інфраструктури геопросторових даних поширюється дія нормативно-правових актів, нормативно-технічних документів, технічних регламентів і



технологічних угод, що чинні в інформаційній сфері країни відносно створення та використання інформаційних ресурсів.

В інфраструктурі геопросторових даних використовується інформаційне середовище, засоби телекомунікації та зв'язку, програмно–технічні комплекси та організаційно–технологічні структури, які були створені при формуванні Національної інформаційної інфраструктури.

У свою чергу на сферу формування національних інформаційних ресурсів у частині геоінформаційного забезпечення органів державного керування, засобів доступу та використання геопросторових даних, поширюється дія нормативно–правових актів, нормативно–технічних документів, технічних регламентів і технологічних угод, які будуть прийняті при створенні інфраструктури геопросторових даних.

Національна інфраструктура геопросторових даних складається з комплексу уніфікованих регіональних, галузевих і міжгалузевих інформаційних систем, що ґрунтуються на геоінформаційних технологіях, використовують та виробляють уніфіковані геоінформаційні ресурси із застосуванням єдиної цифрової топографо–геодезичної основи (базового набору геопросторових даних) та єдиної системи технічних регламентів, стандартів, класифікаторів і кодифікаторів даних.

В інфраструктурі геопросторових даних визначаються такі основні компоненти:

- нормативно–правове та інституційне забезпечення;
- базові набори геопросторових даних;
- профільні набори геопросторових даних;
- метадані та каталоги метаданих для забезпечення пошуку і доступу до геопросторових даних;
- технічні регламенти і стандарти на геопросторові дані, метадані та геоінформаційні сервіси;
- програмно–технологічні засоби формування і актуалізації геопросторових даних, WEB–картографування та забезпечення доступу,

використання і розповсюдження геопросторових даних в інформаційних мережах.

### **Базові набори геопросторових даних**

Базовий набір геопросторових даних утворює ядро геоінформаційних ресурсів інфраструктури, завдяки якому просторово і тематично об'єднуються всі інші геопросторові та негеопросторові (атрибутивні, профільні, тематичні) дані, що спільно виробляються та використовуються в інтегрованому геоінформаційному середовищі інфраструктури.

Базові геопросторові дані формуються на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях.

Склад базових наборів геопросторових даних встановлюється нормативно–правовими актами України. Органи державної влади регіонального рівня та органи місцевого самоврядування наділяються правом розширення складу базових наборів геопросторових даних, що використовуються в інтересах регіонів та інших адміністративно–територіальних утворень.

До базового набору включаються геопросторові дані, які відповідають як мінімум одному з таких критеріїв: придатні для використання в процесі інтеграції інформаційних ресурсів; забезпечують точну (просторову та/або атрибутивну) прив'язку тематичних даних або інших просторових об'єктів; мають підвищену стійкість до змін в просторі та часі; забезпечують зниження обсягів атрибутивних даних постійного зберігання та скорочують витрати на їхнє введення і актуалізацію.

Типовий базовий набір геопросторових даних визначається у такому складі: топографічна основа, кадастрові дані про об'єкти нерухомості, реєстри вулиць та адрес населених пунктів, аерофото– та космічні зображення. Вони розміщуються як загальнодоступні геопросторові дані для відкритого використання в глобальній інформаційній мережі усіма зацікавленими організаціями та громадянами.

Базові набори геопросторових даних призначені для обов'язкового використання усіма органами державного керування та місцевого

самоврядування й організаціями, що беруть участь у створенні геопросторових даних за рахунок відповідних бюджетів.

Базові набори геопросторових даних є доступним державним або комунальним інформаційним ресурсом відкритого опублікування. Вони надаються усім зацікавленим особам на умовах і в порядку, установлюваному відповідними законодавчими і нормативно–правовими актами України. Умови та вартість надання базових наборів геопросторових даних мають стимулювати їхнє широке використання.

Створення базових геопросторових даних має носити послідовний характер, що забезпечує перехід від використання цифрових карт, як базової інформації про місцевість, до використання базових наборів геопросторових даних у стандартизованій цифровій формі подання .

### **Профільні набори геопросторових даних**

До профільних наборів геопросторових даних належать усі види географічних даних, що створюються з використанням базових наборів даних і відповідають вимогам стандартів на географічну інформацію та метадані, розміщені в інформаційному середовищі інфраструктури з дотриманням принципів і правил доступу та використання геоінформаційних ресурсів. Такі набори можуть створюватися органами державної влади та місцевого самоврядування, підприємствами та громадянами.

Черговість створення профільних наборів геопросторових даних визначається з урахуванням першочергових потреб суспільства, органів державної та місцевого самоврядування для забезпечення сталого розвитку, раціонального використання природних ресурсів та охорони навколишнього природного середовища.

Склад базових та профільних наборів геопросторових даних доцільно гармонізувати з вимогами Європейської інфраструктури геопросторових даних (INSPIRE).

## **Метадані геопросторових даних**

Метадані містять упорядковані формалізовані набори спеціальних даних (“даних про дані”), в яких описуються структура та властивості елементів географічної інформації, що зберігається і пропонується в цифровому і нецифровому виді.

Метадані призначені для ведення каталогів геоінформаційних ресурсів та забезпечення процесів автоматизованого пошуку й оцінки придатності геопросторових даних потенційними користувачами і системами. Наявність метаданих є необхідною умовою створення ринку геопросторових даних та сталого функціонування інфраструктури геопросторових даних. Організація формування, зберігання і доступу до метаданих є державним завданням.

Ведення баз та каталогів метаданих, їх розміщення в глобальних інформаційних мережах здійснюється уповноваженими центрами формування базових наборів геопросторових даних відповідно на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях.

## **Стандарти та технічні регламенти**

Забезпечення інтероперабельності компонентів інфраструктури ґрунтується на створенні та дотриманні єдиної системи національних стандартів і технічних регламентів у сфері виробництва, зберігання, постачання та використання геопросторових даних.

Така система національних стандартів має створюватися на основі гармонізації відповідних міжнародних стандартів, включи каталоги наборів геопросторових даних та метаданих, правила цифрового опису, формати подання та обміну для наборів геопросторових даних і метаданих, вимоги до якості та процедури оцінки відповідності наборів геопросторових даних і метаданих.

## **Технологічне забезпечення**

Програмно–технологічний комплекс інфраструктури геопросторових даних будується на основі загальної інфраструктури обміну даними в

глобальних інформаційних мережах, розвиток яких передбачено відповідними положеннями цільової програми «Електронна Україна» та Національною програмою інформатизації.

Для функціонування інфраструктури геопросторових даних першочергово необхідно створити:

- систему взаємодіючих серверів базових та профільних наборів геопросторових даних, що формуються, підтримуються, актуалізуються та постачаються уповноваженими центрами в організаціях топографо–геодезичного профілю та центрами (операторами) профільних галузевих інформаційних ресурсів відповідно на державному, регіональному та місцевому рівнях;

- систему взаємодіючих серверів метаданих, через яку користувачі зможуть знаходити геопросторові дані та їх виробників і постачальників;

- мережу геоінформаційних порталів для обслуговування широкого кола споживачів готовою геоінформаційною продукцією в електронних форматах, включаючи електронні атласи національного, регіонального та місцевого рівнів, геоінформаційні ресурси системи "е–урядування" на всіх рівнях державної влади і місцевого самоврядування у всіх сферах для задоволення щоденних потреб громадян в інформації про стан навколишнього природного середовища, ринку нерухомості, транспорту та надання інших інформаційно–довідкових і пізнавальних геоінформаційних послуг.

### **Геопортал державної геодезичної мережі (ДГМ)**

Інформаційні ресурси геопорталу включають: база метаданих, база геодезичних та нівелірних пунктів, база геодезичних та нівелірних вимірів.

Геопортал підтримує формування та візуалізацію електронних карт з такими основними шарами: електронні топографічні карти в масштабах 1:5 000 000–1:100 000; геодезичні пункти 1–4 класів; нівелірні пункти I та II класів; лінійно–кутові побудови геодезичних мереж 1–4 класів; рамки трапецій за міжнародним розграфленням аркушів топографічної карти; межі адміністративно–територіальних одиниць України; супутникові зображення

на територію України з картографічного сервісу компанії "Microsoft Bing Maps".

Для керування метаданими про пункти ДГМ на базі сервісу каталогу за стандартами ISO 19110 Geographic information – Methodology for feature cataloguing (Методологія каталогізації просторових об'єктів) та ISO 19115 Geographic information –Metadata (Метадані) розроблено спеціальний профіль метаданих, який призначений для опису основних відомостей про пункти ДГМ.

Архітектура геопорталу ДГМ (рис. 3.3.) відповідає міжнародним стандартам серії ISO/TC 211 – Geographic information/Geomatics (Географічна інформація/Геоматика) та стандартам OpenGIS відкритого геопросторового консорціуму OGC. Вона базується на 3–рівневій сервіс–орієнтованій архітектурі (SOA) з такими основними складовими: система керування базою геопросторових даних (СКБГД), геоінформаційні сервіси та засоби підтримання інтерактивної електронної карти "тонкого клієнта". СКБГД реалізовано на основі системи PostgreSQL з розширенням PostGIS, що виконує понад 300 функцій для підтримання даних абстрактного типу "Геометрія". Ці засоби вільно поширюються за ліцензією типу BSD: PostgreSQL Licence, яка підтверджена організацією "Open Source Initiative" і забезпечує на практиці стабільну роботу, повністю задовольняють вимоги стандартів серії ISO 19100 щодо підтримання SQL–доступу до баз геопросторових даних.

Застосування технології СКБГД забезпечує повну незалежність засобів геопорталу та банку даних від форматів будь–якої інструментальної ГІС. У складі геопорталу реалізовано набір геоінформаційних сервісів, які забезпечують відображення растрових і векторних даних, пошук та керування інформацією, реєстрацію користувачів, публікацію даних.

До основних переваг такої реалізації геопорталу можна віднести: всіскладові розроблені з використанням програмних засобів з відкритими кодами та GNU–ліцензіями; зручність використання, оскільки для роботи необхідно

мати лише звичайний браузер; забезпечення вільного доступу на перегляд інформаційних ресурсів; модульний підхід, уніфікована структура та уніфікована взаємодія з іншими сервісами; інтероперабельність з різними інструментальними ГІС та багато іншого.

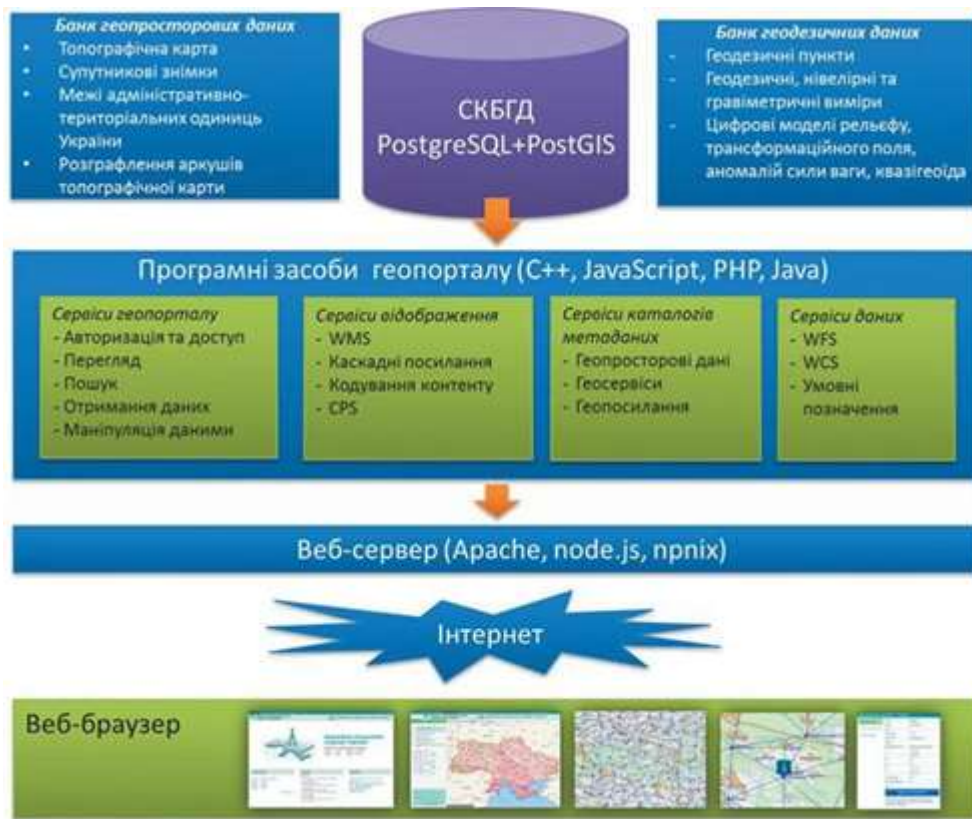


Рисунок 3.3 – Геопортал державної геодезичної мережі

Сукупність геоінформаційних сервісів геопорталу ДГМ забезпечує:

- загальне ознайомлення користувачів з Державною геодезичною мережею України;
- ознайомлення з місцезонами геодезичних пунктів на певній території;
- отримання довідок про характеристики пунктів;
- можливість вибірки зі списку пунктів з метою оформлення заявки на отримання точних координат в установленому порядку;

- забезпечення зворотного зв'язку з користувачами для отримання додаткової інформації про пункт (про стан пункту, шляхи під'їзду до нього, фотографії його місцезнаходження тощо).

### **Нормативно-правова база**

Технологія побудови інфраструктури космічних даних засобами сучасних ГІС відповідає всім актуальним нормативно-правовим документам, включаючи:

Міжнародні стандарти ISO 19100:

1) ISO 19107:2003, Geographic information – Spatial schema // Географічна інформація – Просторова схема;

2) ISO 19109:2005, Geographic information – Rules for application schema Географічна інформація – Правила застосування схеми;

3) ISO 19115:2003, Geographic information – Metadata // Географічна інформація – Метадані;

4) ISO 19115-2:2009, Geographic information – Metadata — Part 2: Extensions for imagery and gridded data // Географічна інформація – Метадані – Частина 2: Розширення для зображень та сітки даних.;

5) ISO 19119:2005, Geographic information – Services // Географічна інформація – Послуги;

6) ISO 19119:2005/Amd.1:2008, Geographic information – Services — Amendment 1: Extensions of the service metadata model // Географічна інформація – Послуги – Поправка 1: Розширення моделі метаданих служби;

7) ISO 19128:2005, Geographic information – Web map server interface // Географічна інформація – інтерфейс сервера веб-мапи;

8) ISO 19136:2007, Geographic Information – Geography Markup Language (GML) // Географічна інформація – Географічна мова розмітки (GML);

9) ISO 19137:2007, Geographic information – Core profile of the spatial schema // Географічна інформація – Основний профіль просторової схеми;



10) ISO/TS 19139, Geographic information – Metadata – XML schema implementation W3C XML, Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition), W3C Recommendation (4 February 2004);

11) ISO 19142:2010, Geographic information — Web Feature Service // Географічна інформація. Служба характеристик мережі.

**Нормативні документи європейської ініціативи INSPIRE:**

1) INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119;

2) INSPIRE D2.5: Generic Conceptual Model;

3) INSPIRE D2.7: Guidelines for the encoding of spatial data<sup>6</sup>;

4) INSPIRE D2.8.I.1 INSPIRE Specification on Coordinate Reference Systems – Guidelines.

## 4 ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

### 4.1 Моделі просторових даних

#### *Практична робота*

#### **Мета та завдання роботи:**

- Розглядається класифікація моделей просторових даних, що використовуються для аналізу стану геологічного середовища.
- Аналізуються види моделей та описуються методи їх аналого–цифрового перетворення. Розглядаються принципи і засоби створення і редагування просторових даних, а також інструментарій для виконання операцій введення/перетворення даних.
- Розглядаються головні функції роботи з базами даних та особливості їхньої реалізації в різних ГІС–системах з метою аналізу стану геологічного середовища.
- Розглядаються базові принципи та методика розробки структури баз даних для зберігання просторової інформації.
- Визначаються головні етапи створення баз геоданих, аналізується структура баз даних просторових свердловин та особливості її ведення.

#### **Хід роботи:**

- 1) Розробити структуру бази даних просторових даних.
- 2) Сформулювати головні та підпорядковані таблиці бази даних.
- 3) Виконати наповнення бази даних з просторовою привязкою
- 4) Встановити реляції між головною та підпорядкованими таблицями бази даних.
- 5) Виконати векторизацію растрового зображення на конкретному прикладі.
- 6) Виконати створення растрової моделі поверхні.
- 7) Виконати побудову TIN–моделі та провести її аналіз.
- 8) Ввести дані в ГІС–систему.

9) Перепроециувати дані в ГІС–системі.

10) Виконати конвертацію даних в ГІС–системі.

### *Самостійна робота:*

Вивчити та опанувати тему «**Моделі просторових даних**». Засвоїти принципи побудови моделей просторових даних, форування геобаз даних як сховища різнорідних моделей даних з просторовою привязкою.

### **Контрольні запитання та завдання:**

1. Визначити головні інформаційні моделі просторових даних.
2. Охарактеризувати підходи до моделювання типи позиційних і непозиційних даних в ГІС.
4. Які моделі просторових даних використовуються для оброблення регіональної або городської інформації?
5. Назвіть основні операції з проектування структури бази даних.
6. Назвіть основні групи і види таблиць, що використовуються для формування структури.
7. Назвіть основні логічні відношення між таблицями, можливі в БД.
8. Назвіть основні типи полів БД, які використовуються в системі. Що таке індексне поле? Охарактеризуйте його основне призначення.
9. Що являють собою довідники і яке їхнє основне призначення?

## **4.2 Типи просторових даних**

### *Практична робота*

#### **Мета та завдання роботи:**

– Розглядаються головні завдання просторового аналізу та обговорюються його переваги для оброблення різнорідних просторових даних.

– Вивчається загальна характеристика операцій оброблення різномірних даних в ГІС–середовищі, аналізуються базові підходи до опису простору.

– Розглядаються типи просторової інформації, що аналізується в ГІС, описуються типи позиційних і непозиційних даних, аналізується порядок їх оброблення за допомогою ГІС–аналізу.

### ***Хід роботи:***

1) Завантажити фрагменти растрових та векторизованих карт з відкритих джерел.

2) Виконати векторизацію фрагменту міської карти.

3) Провести підготовку просторових даних для наступного просторового аналізу.

4) Виконати підготовку послійної організації просторових даних для створення ГІС–проекту.

5) Підпорядкувати типи позиційних і непозиційних даних.

6) Виконати метаопис для просторових даних.

7) Визначити атрибути просторових об'єктів.

8) Перевірити на цілісність атрибутивну складову проекту.

### ***Самостійна робота:***

Опрацювати та засвоїти теоретичний лекційний матеріал, викладений на лекції. Проаналізувати підходи до опису та аналізу просторових даних в ГІС. Запропонувати приклад просторових завдань, що вирішуються на основі ГІС. Проаналізувати які джерела даних будуть використані на практичному занятті. Завантажити дані, щоб мати їх з собою на практичне заняття.

### ***Контрольні запитання та завдання.***

1. Визначити головні завдання просторового аналізу просторових даних.

2. Охарактеризувати типи позиційних і непозиційних даних в ГІС.

3. Які типи атрибутивної інформації використовуються для характеристики просторових об'єктів в ГІС?
4. Які моделі просторових даних використовуються для оброблення геологічної інформації?
5. Які засоби використовуються для створення і редагування просторових даних в ГІС?
6. Який інструментарій використовується для виконання операцій введення/перетворення даних в ГІС?

### **4.3 Візуалізація просторових даних**

#### *Практична робота*

#### **Мета та завдання роботи:**

- Розглядаються принципи візуалізації двовимірних та тривимірних просторових моделей із застосуванням спеціального програмного забезпечення,
- Аналізуються етапи побудови каркасних та блокових моделей в ГІС–середовищі.
- Надається характеристика інтеграції ГІС з іншими технологіями оброблення та аналізу просторових даних, зокрема дистанційного зондування Землі, глобальних систем позиціонування та ін.

#### **Хід роботи:**

- 1) Сформувані набір семантичних символів для відображення точкових та лінійних слів.
- 2) Використовуючи палитри градацій сірого виконати візуалізацію категоріальних даних.
- 3) Створити каркасну модель фрагменту міського середовища та проаналізувати її.
- 4) Створити блокову модель фрагменту міського середовища та розрахувати об'єм блоків та блокової моделі.

### *Самостійна робота:*

Проаналізувати використання різних підходів для візуалізації двивимірних та тривимірних моделей. Вивчити статистичні методи інтервального розбиття категоріальних даних: природних інтервалів, площадних, нормального розподілу та інших. Вивчити моделі Крайгінга. Різноманіття каркасних та блокових моделей.

### ***Контрольні запитання та завдання:***

- 1) Визначити принципи створення двовимірних просторових моделей із застосуванням спеціального програмного забезпечення.
- 2) Визначити принципи створення тривимірних просторових моделей із застосуванням спеціального програмного забезпечення.
- 3) Проаналізувати етапи побудови каркасних моделей в ГІС–середовищі.
- 4) Проаналізувати етапи побудови блокових моделей в ГІС–середовищі.
- 5) У чому полягає метод Крайгінга?
- 6) Перерахуйте операції з блоковими структурами.

## **4.4 Просторова статистика**

### *Практична робота*

#### ***Мета та завдання роботи:***

- Аналізуються головні аналітичні функції геоінформаційних систем, властиві більшості сучасних програмних засобів.
- Наводиться характеристика операцій обчислення площ, довжин, периметрів, площ реальних поверхонь, об'ємів, а також функцій обчислення вторинних характеристик поверхонь.
- Наводиться характеристика головних методів дистанційного аналізу в ГІС та їх використання при аналізі просторових процесів і структур.
- Описуються методи визначення найкоротшої відстані, визначення функціональної відстані, визначення відстані й витрат по поверхні та ін.

– Розглядається класифікація аналітичних засобів та інструментарію ГІС для проведення операцій з просторовими об'єктами.

***Хід роботи:***

- 1) Аналіз місцезнаходження об'єктів
  - Виконати пошук об'єктів за вказаними критеріями.
  - Визначити категорії об'єктів за вказаними критеріями.
  - Сформувані просторові запити до бази даних просторових об'єктів.
- 2) Виконання картометричних операцій
  - Виконати обчислення площі, довжини та периметрів вказаних об'єктів.
  - Обчислити вторинні характеристики поверхні та виконати їх аналіз.
- 3) Аналіз топологічних взаємовідношень між об'єктами.
  - Встановити топологічні правила між об'єктами в ГІС–середовищі.
  - Провести векторизацію даних згідно встановлених топологічних відношень.

***Самостійна робота:***

Опрацювати та засвоїти теоретичний лекційний матеріал, викладений на лекції. Визначити типи топологічних відношень між геологічними об'єктами. Написати конспект за матеріалами лекції „Статистичні функції геоінформаційних систем”. Опанувати тему «Класифікація статистичних та картометричних засобів ГІС». Засвоїти принципи використання статистичних засобів ГІС для просторових задач.

***Контрольні запитання та завдання:***

- 1) Навести класифікацію статистичних засобів та інструментарію ГІС для проведення операцій з геологічними об'єктами.
- 2) Охарактеризувати картометричні функції ГІС.
- 3) Навести класифікацію картометричних операцій та інструментарію ГІС для проведення операцій з геологічними об'єктами.

4) Навести опис аналізу топологічних взаємовідношень та інструментарію ГІС для проведення операцій з геологічними об'єктами.

#### **4.5 Просторовий аналіз**

##### *Практична робота*

##### **Мета та завдання роботи:**

– Аналізуються можливості сучасних ГІС для порівняння картографічних зображень тематичної інформації декількох шарів.

– Аналізуються методи та підходи картографічного накладання: графічне накладання та автоматизовані методи (геометричне накладання, застосування логічних операторів, математичне накладання, комбіноване накладання).

– Розглядаються головні принципи і методи просторово–часового моделювання та наводяться особливості їх застосування до моделювання стану геологічного середовища.

– Аналізуються спеціальні програмні засоби для виконання операцій просторового моделювання.

##### **Хід роботи:**

1) Виконати операції картографічного накладання шарів засобами ГІС.

2) Виконати аналіз отриманого результату та визначити відмінності між різними функціями оверлейного аналізу.

3) Підготувати фрагменти даних до виконання просторово–часового моделювання.

4) Виконати побудову моделей з данимачного характеристиками за допомогою методів часового аналізу.

##### **Самостійна робота:**

Опрацювати та засвоїти теоретичний лекційний матеріал, викладений на лекції, включаючи огляд аналітичних засобів, методів оверлейного аналізу, методі просторово–часового моделювання. Обрати фрагмент для



подальшого аналітичного опрацювання на практичному заняття. Фрагмент повинен мати ознаки динамічних змін для виконання просторово–часового аналізу.

***Контрольні запитання та завдання:***

- 1) Виконання та ефективність методу оверлейного аналізу
- 2) Навести класифікацію аналітичних засобів та інструментарію ГІС для проведення операцій з геологічними об'єктами.
- 3) Визначити головні аналітичні функції геоінформаційних систем для аналізу та оброблення просторових даних.
- 4) Які методи дистанційного аналізу в ГІС використовуються для дослідження просторових процесів і структур?
- 5) У чому полягає ефективність методу оверлейного аналізу для оброблення та аналізу геологічної інформації?
- 6) Головні принципи і методи просторово–часового моделювання стану геологічного середовища.
- 7) Охарактеризувати спеціальні програмні засоби для виконання операцій просторового моделювання.

#### **4.6 Національна інфраструктура просторових даних**

*Практична робота*

***Мета та завдання роботи:***

- Характеризуються функції геокодування – прив'язки об'єктів на основі даних з національної інфраструктури просторової інформації та розглядаються типи подання цієї інформації.
- Описуються головні операції геокодування в різних ГІС-системах.
- Розглядаються принципи розрахунку та створення моделей поверхонь як дійсних, так і уявних.
- Аналізуються функції роботи з моделями типу поверхня у різних ГІС-системах (функції картографічної алгебри, статистичного аналізу та ін.).

- Розглядається поняття інтерполяції та її головна мета.
- Характеризуються методи інтерполяції, які найчастіше використовуються в сучасних ГІС-системах (лінійна інтерполяція, метод зворотних зважених відстаней, крігінг, сплайн та ін.)
- Розглядаються принципи, об'єкти та мета класифікації, наводиться характеристика головних методів класифікації за групами, пропонуються приклади практичної реалізації різних методів класифікації засобами ГІС.

***Хід роботи:***

- 1) Виконати прив'язку об'єктів із запропонованої бази даних, що належить до мережі національної інфраструктури просторових даних.
- 2) Проаналізувати просторовий розподіл об'єктів на основі просторових запитів до бази даних та створити різні типи моделей поверхонь в ГІС-середовищі (растрові, TIN–моделі та ін).
- 3) Виконати статистичний аналіз поверхонь та провести операції алгебри карт із створеними растровими поверхнями
- 4) Виконати інтерполяцію запропонованих даних за різними методами та провести аналіз отриманих моделей та виконати їх порівняння.
- 5) Виконати класифікацію об'єктів методом природної розбивки, методом рівних інтервалів та методом стандартного (середньоквадратичного) відхилення.

***Самостійна робота:***

Опрацювати та засвоїти теоретичний лекційний матеріал, викладений на лекції. Ознайомитись з існуючою національною просторовою інфраструктурою даних. Виконати прив'язку запропонованих топографічних і просторових карт.

***Контрольні запитання та завдання:***

- 1) Які топологічні правила між геологічними об'єктами можливі в ГІС-середовищі?
- 2) Охарактеризувати функції геокодування в ГІС.
- 3) Проаналізувати функції роботи з моделями типу поверхня у різних ГІС-системах (функції картографічної алгебри, статистичного аналізу та ін.).
- 4) Які методи інтерполяції поверхонь використовуються в сучасних ГІС-системах? Назвіть їх особливості.
- 5) Які методи класифікації застосовуються в сучасних ГІС-системах?

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Кошкарев А. В. Геопорталы и карты эпохи инфраструктур пространственных данных / А. В Кошкарев // Материалы междунаро. конф. «ИнтерКарто–ИнтерГИС–15». – Пермь, Гент, 2009. – Т. 1. – С. 242–246.
2. Кошкарев А. В. Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами / А. В Кошкарев // Пространственные данные. – 2008. – № 2. – <http://gisa.ru/45968.html>
3. Ryazantsev S.V. GIS and cartographic modeling for sustainable development (demographic aspect) / S. V. Ryazantsev, V. S. Tikunov, S. A. Timonin // Proceedings of the 15th International Conference InterCarto–InterGIS. – Perm, Ghent, 2009. – Part II. – P. 194–199.
4. Інформаційно–комунікаційні технології у формуванні міського середовища [Текст]: монографія / В. Д. Шипулін, І. М. Патракеєв, В. А. Толстохатко, Н. П. Трипутіна, І. В. Древаль, Л. М. Швець, О. В. Завальний, Т. О. Черноносова ; за редакцією В. Т. Семенова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – 213 с.
5. Evdokimov A. A. National GIS in Ukrainian. Myth or reality / A. A. Evdokimov, A. M. Krokmal, E. A. Iyevlev // Integration processes and innovative technologies: achievements and prospects of engineering sciences. Збірник наукових праць – Харків : ХНАДУ, 2016. – С. 115–118.
6. Evdokimov A. A. Munscspals GIS. Pacifics of its realisation / A. A. Evdokimov, A. M. Krokmal, A. O. Koba // Integration processes and innovative technologies: achievements and prospects of engineering sciences. Збірник наукових праць – Харків : ХНАДУ, 2015. – С. 218–220.
7. Geographic Information Systems in Ukraine: main trends and challenges of development / A. A. Ischuk, E. S. Seredinin, S. A. Karpenko, A. V. Melnik / Scientific notes of Tavria National University named after V. I. Vernadsky. A series of "Geography", Vol. 23 (62), 2010, №2, S.13–21.

8. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) // Official Journal of the European Union. – 25 April 2007. – L 108. – Vol. 50.

9. Веб-сайт ArcGIS. Керівництва користувачів додатків ArcGIS Desktop [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/>

10. Геопортал ПД США Geo.Data.gov (спадкоємець Geospatial One-Stop / Geodata.gov) [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://Geo.Data.gov/>

11. Геопортал ISPIRE (інтеграція ПД країн Євросоюзу) [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

12. Геопортал адміністративно-територіального устрою України [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://atu.minregion.gov.ua/ua/home>

## ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

### А

**Абстракція** (abstraction) – процедура структуризації (типізації) даних. Розрізняють два види абстракції: узагальнення і агрегація.

**Автоматизована інформаційна система (АІС)** (automated information system (AIS)) – сукупність програмних і апаратних засобів, призначених для зберігання й/або керування даними й інформацією і виконання обчислень.

**Автоматизована картографія** (automated cartography, computer aided mapping (CAM)) – розділ картографії, що охоплює теорію, методологію та практику створення і використання карт та ін. просторово–тимчасових картографічних добутоків у графічній, цифровій і електронній формах за допомогою автоматичних картографічних систем.

**Автоматизована система (АС)** (automated system (AS)) – комплекс технічних, програмних, інших засобів і персоналу, призначений для автоматизації різних процесів.

**Автоматизоване дешифрування** (image analysis, image processing, computer interpretation, automated interpretation) – процес комп'ютерної оброблення даних дистанційного зондування, представлених у цифровому вигляді.

**Автоматизоване картографування** (automated mapping) – процес складання карт за допомогою графічних пристроїв (графічний дисплей, плоттер), керованих ЕОМ, і спеціалізованого програмного забезпечення.

**Автоматична картографічна система (АКС)** (automatic(al) mapping system, computer–aided mapping (CAM) system) – виробничий і/або науково–дослідний комплекс автоматичних картографічних приладів, комп'ютерів, програмних і інформаційних засобів, що функціонують як єдина система з метою створення та використання карт.

**Автоматична, або алгоритмічна генералізація** (automated generalization, algorithmic generalization) – формалізований відбір,

згладжування (спрощення) або фільтрація зображення відповідно до заданих алгоритмів і формальних критеріїв.

**Авторське право в картографії** (copyright in cartography, authorship in cartography) – розділ цивільного права, що визначає відношення, пов'язані зі створенням і наступним використанням (виданням, перевиданням, повним або частковим відтворенням) картографічних добутоків.

**Агрегативні дані** (aggregative data) – набір даних для формування об'єкта з його частин на основі процедур агрегації.

**Агрегація** (aggregation) – процедура структуризації даних. Полягає в конструюванні об'єкта з інших базових об'єктів, на основі чого створюється агрегативна модель.

**Алгоритм векторизації** (algorithm vectorization) – алгоритм, що здійснює автоматичний пошук растрових аналогів векторних об'єктів заданих типів (примітивів) і створює векторні аналоги знайдених фрагментів растрового зображення.

**Анагліфічна карта** (anaglyphic(al) map) – карта, видрукована двома взаємно, що доповнюють квітами (синьо–зеленим і червоним) з паралактичним зсувом, так що обидва зображення утворюють стереопару.

**Аналіз близькості** (neighbourhood analysis, proximity analysis) – просторово–аналітична операція, заснована на пошуку двох найближчих точок серед заданої їхньої безлічі й використовується в різних алгоритмах просторового аналізу.

**Аналіз видимості або невидимості** (viewshed analysis, visibility/unvisibility analysis) – одна з операцій оброблення цифрових моделей рельєфу, що забезпечує оцінку поверхні з погляду видимості або невидимості окремих її частин шляхом виділення зон і побудови карт видимості або невидимості (visibility map, viewshed map) з деякої точки огляду (vista point, viewpoint, point of view) або безлічі точок, заданих їхнім положенням у просторі.

**Аналіз і оцінка карт і атласів** (map and atlases analysis and evaluation) – дослідження властивостей і якості картографічних добутоків, їхньої придатності для вирішення яких–небудь завдань. А. і о. к. і а. завжди цілеспрямовані, тому критерії оцінки можуть здобувати різну значущість (напр., залежно від того, чи призначається карта як наочне навчальне приладдя або як джерело для створення баз даних).

**Аналіз мереж** (network analysis) – група просторово–аналітичних операцій, що мають мету дослідження топологічних і геометричних властивостей лінійних просторових об’єктів, що утворюють деревоподібні або циклічні мережі (гідрографічна мережа, мережі тальвегів або вододілів, мережі комунікацій і т.п.), що відповідають графам, як правило, планарним.

**Аналітична карта** (analytical map) – карта, що показує неузагальнені або мало узагальнені показники якого–небудь явища (напр., карта температури повітря) або тільки окремі сторони об’єкта (напр., карта експозиції схилів рельєфу).

**Аналітичний прилад** (analytic (al) device) – фотограмметричний прилад для побудови цифрової моделі об’єкта й зберігання її на машинних носіях на основі математичної оброблення даних, одержуваних при вимірі одного або декількох знімків.

**Аналоговий прилад** (analog device) – фотограмметричний прилад для креслення планів або креслень в одному заданому масштабі на основі механічного перетворення крапок однієї пари знімків у точки креслення або плану.

**Анаморфічна карта** (anamorphic map, anamorphose) – непросторово–подібна карта (іноді іменована картоїдом), у рівняння проєкції якої крім географічних координат, входить і сам картографований показник.

**Архітектура інформаційної системи** (information system architecture) – концепція, що визначає модель, структуру, виконувані функції й взаємозв’язок компонентів інформаційної системи.



**Атрибут** (attribute) – властивість, якісна або кількісна ознака, що характеризує просторовий об’єкт (але не пов’язаний з його місцезазначенням) і асоційований з його унікальним номером, або ідентифікатором; набори значень A.(attribute value) звичайно представляються у формі таблиць засобами реалізаційних СУБД; класу A.(attribute class) при цьому відповідає ім’я колонки або стовпця (column) або поля таблиці (field).

**Атрибутивні дані** (attribute data) – якісні або кількісні (неграфічні) дані, подані у вигляді властивостей або характеристик, що ставляться до певного просторового об’єкта бази даних ГІС.

**Аерофотознімки** – вид даних дистанційного зондування, отриманих з літака. Використовується наступна класифікація аерофотознімків: звичайні; багатозональні; теплові інфрачервоні; радіолокаційні аерофотознімки.

**Аерофотознімання** – фотографування (у всіх діапазонах оптичного спектра) місцевості з літального апарата. Матеріали аерофотознімання використовують при геодезичних, геологічних дослідженнях, інженерних вишукуваннях та ін.

## Б

**База даних** (data base, database (DB)) – сукупність даних, організованих за певними правилами, що встановлює загальні принципи опису, зберігання та маніпулювання даними.

**База знань** (knowledge base) – сукупність знань про деяку предметну область, на основі яких можна робити міркування.

**Базова просторова одиниця** (Basic Spatial Unit (BSU)) – елементарний об’єкт, що володіє набором Протеових властивостей у контексті обраної класифікації.

**Банк даних** (БнД) (databank, data bank) – інформаційна система централізованого зберігання й колективного використання даних.

**Блок–діаграма** ( block–diagram) – тривимірний картографічний малюнок, що сполучає перспективне зображення поверхні з поздовжніми або

поперечним вертикальними розрізами, один з видів тривимірних геозображень.

**Буферна зона** (buffer zone, buffer, corridor) – полігональний шар, утворений шляхом розрахунку й побудови еквідистант, або еквідистантних ліній (equidistant line), рівновіддалених щодо безлічі точкових, лінійних або полігональних просторових об'єктів.

## **В**

**Валентність** – спеціальна (топологічна) характеристика вершини (вузла)мережі, обумовлена кількістю ланок у ньому. Кінці відособлених ліній "одновалентні".

**Вектор** (vector)– 1) величина, що характеризується числовим значенням і напрямком; 2) спрямований сегмент; термін, що служить для утворення похідних термінів, пов'язаних з векторними поданнями просторових даних, векторними форматами (просторових) даних, пристроями векторної машинної графіки (векторний дисплей).

**Векторизатор** (vectorizer) – програмний засіб для виконання растрово–векторного перетворення (векторизації) просторових даних.

**Векторизація** (vectorization) – процедура (ручного або автоматизована) виділення векторних об'єктів з растрового зображення та одержання їх у векторному форматі.

**Векторні (об'єктні) моделі ГІС** – моделі даних ГІС, що будуються на векторах, які займають частину простору на відміну від растрових моделей, що займають весь простір. При побудові векторних моделей створюються цілісні об'єкти шляхом з'єднання точок прямими лініями, дугами кіл, полілініями, тому векторні моделі називають також об'єктними.

**Векторна модель даних** (vector data model) – див. векторне подання.

**Векторна модель географічних даних** (vector geographic data model) – спосіб подання географічних даних у базі даних ГІС у вигляді завдання пара прямокутних координат крапок (X, Y), які визначають початок і напрямок вектора (елементарну дугу).

**Векторне подання** (vector data structure, vector data model)–цифрове подання точкових, лінійних і полігональних просторових об'єктів у вигляді набору координатних пар, з описом тільки геометрії об'єктів, або геометрію і топологічні відношення (топологію) у вигляді векторно–топологічного подання.

**Векторно–растрове перетворення** (rasterization, rasterisation, gridding, vector to raster conversion) – перетворення (конвертування) векторного подання просторових об'єктів у растрове подання шляхом присвоювання елементам растру значень, що відповідають приналежності або неприналежності до них елементів векторних записів об'єктів.

**Векторно–топологічне подання** ( arc–node model)– різновид векторного подання лінійних і полігональних просторових об'єктів, що описує не тільки їхню геометрію, але й топологічні відносини між полігонами, дугами й вузлами.

**Векторний малюнок** – сукупність векторних об'єктів.

**Векторний файл** – файл, що містить інформацію про векторний малюнок.

**Верифікація** – процедура перевірки. Може здійснюватися автоматично або за допомогою евристичних методів, викликаних явною директивою користувача або специфічних ситуацій, що запускаються при виникненні.

**Вершина (вузол)** – з'єднання, початок або кінець відрізка лінії (дуги, ланки).

**Відеоекран** – див.дисплей.

**Відмивання** (shading, hill shading) – пластичненапівтонове зображення рельєфа шляхом накладення тіней, звичайно, темно–сірих, сіро–синіх, коричневого тонів.

**Відновлення** (updating, update) – процес зміни змісту (корекції, модифікації, виправлення) даних (файлу даних) для їхнього приведення до поточного (актуального) стану; аналогічний відновленню карт у картографії.

**Відновлення карти** (map revision) – приведення карти у відповідність із сучасним станом картографованого об'єкта, за допомогою виправлення, доповнення новими даними, корекції й т.п.

**Відхилення стрілкої лінії** (deflection of plumb line, deviation of plumb line, deflection of vertical, plumb–line deflection, plumb–line deviation) – кут між стрілкою лінією і нормаллю.

**Візуалізатор** (visualizer, viewer)– програмний засіб, призначений для візуалізації даних; у ГІС: один з типів програмних засобів ГІС з набором функцій, обмежених, як правило, можливостями відеоекранної візуалізації картографічних зображень.

**Візуалізація** (visualization, visualisation, viewing, display, displaying)– 1) в ГІС, комп'ютерній графіці й картографії: проектування та генерація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень і іншої графіки на пристроях відображення на основі вихідних цифрових даних і правил і алгоритмів їхнього перетворення; 2) у дистанційному зондуванні: відтворення цифрового зображення або результатів його оброблення на дисплеї за допомогою спеціальних структур даних, які збільшують швидкість візуалізації.

**Вікно** (window) – прямокутна область на екрані дисплея, що візуалізує програмний додаток або документ; частина екрану, з якої програма або користувач працює як з окремим екраном; один з основних, ключовий елемент графічного інтерфейсу користувача.

**Віртуальна реальність** (virtual reality, VR) – штучна дійсність, у всіх відносинах подібна справжньої й зовсім від неї не відрізняється.

**Видання карт** (map publication, map edition) – 1) сукупність технологічних процесів відтворення карт, атласів та ін. картографічної продукції поліграфічними й ін. множними засобами; 2) науково – технічна дисципліна, що розробляє й вивчає методи й технології печатки й ін. форми відтворення картографічних добутоків.

**Використання карт** (map use) – застосування карт для пізнання зображених на них об'єктів і явищ.

**Висота** (absolute height, altitude absolute, height, elevation, altitude) – одна з координат, відлічувана від поверхні, прийнятої за початок рахунку.

**Вихідні геодезичні дати** (standard geodetic datum, geodetic datum, datum) – параметри, що характеризують референц–еліпсоїд, його розташування в тілі Землі й визначають взаємозв'язок астрономічних і геодезичних координат.

**Висяча дуга** – дуга, що має висячий вузол.

**Внутрішній ідентифікатор просторового об'єкта** – ціле число, що є службовим ідентифікатором системи (унікальне для кожного об'єкта даного покриття і призначуване автоматично в процесі роботи редактора).

**Внутрішній ключ** – стовпець у реляційній моделі, однозначно визначальний кожний рядок у таблиці.

**Вузол** (node, junction) –початкова точка (beginning point, start node) абокінцева крапка (ending point, end node)дуги у векторно–топологічному поданні (лінійно–вузлової моделі) просторових об'єктів типу лінії або полігона.

## Г

**Генералізація** (generalization) – узагальнення геозображень дрібних масштабів щодо більших, здійснювана у зв'язку з призначенням, тематикою, вивченістю об'єкта або технічних умов одержання самого геозображення.

**Генералізація просторових даних** (spatial data generalization, spatial data generalisation) – узагальнення позиційних і атрибутивних даних про просторові об'єкти в ГІС в автоматичному або інтерактивному режимах з використанням спеціальних операторів.

**Географічні дані** (geographic data) – набір даних, які індивідуально або в певній сукупності визначають географічне положення й форму реальних просторових об'єктів.

**Географічна база даних** (geographic database) – сукупність цифрових географічних даних (картографічних шарів або покриттів) і співвіднесених з ними атрибутивних даних, організованих з метою їхнього ефективного зберігання та використання в ГІС.

**Географічна інформаційна система** (ГІС) (Geographic Information System (GIS)) – сукупність технічних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, зберігання, обробку, математично–картографічне моделювання й образне інтегроване подання географічних і співвіднесених з ними атрибутивних даних для вирішення проблем територіального планування та керування.

**Географічна основа карти** (topographic base, topographical basis, base map)– загально географічна частина тематичної або спеціальної карти, що використовується для прив'язки даних, нанесення тематичного змісту, орієнтування при роботі з картою.

**Геодезія** (geodesy) – галузь науки, техніки й виробництва, що розробляє засоби й методи вимірів, а також методи обчислень взаємного й просторового положення об'єктів, параметрів Землі і її об'єктів і зміни цих параметрів у часі.

**Геодезична лінія** (geodesic, geodetic length, geodetic line) – лінія найкоротшої відстані між двома пунктами на поверхні, в тому числі на еліпсоїді; на сфері дуга великого кола, на площині – пряма.

**Геодезична основа карти** (control, geodetic control) – сукупність геодезичних даних, необхідних для створення карти й визначальне положення об'єктів на карті по широті, довготі й абсолютній висоті.

**Геодезична мережа** (control net, geodetic control, geodetic net, network, frame, framework) – мережа пунктів (geodetic points), закріплених на земній поверхні, положення яких визначено в загальній для них системі координат.

**Геодезичні референтні системи** (geodetic reference system) – установлюють параметри, що визначають фігуру, розміри й гравітаційне поле Землі.

**Геоїд** (geoid) – фігура Землі, обмежена поверхнею, до якої стрімкі лінії всюди перпендикулярні, і яка проходить через точку початку відліку висот, закріплену на висоті середнього рівня моря.

**Гезобразження** (geoimage, georepresentation) – будь-яка масштабна генералізована просторово–тимчасова модель земних (планетних) об'єктів або процесів, подана в графічній образній формі.

**Геоіконіка** (geoiconics) – наукова дисципліна, що розробляє загальну теорію гезобразжень.

**Геоінформатика** (GIS technology, geo–informatics) – наука, технологія і виробнича діяльність з наукового обґрунтування, проектування, створення, експлуатації та використання географічних інформаційних систем, з розробки геоінформаційних технологій, по прикладних аспектах, або додатках ГІС (GIS application) для практичних або геонаукових цілей.

**Геоінформаційне картографування** (geoinformational mapping, geoinformatic mapping) – галузь картографії, що займається автоматизованим складанням і використанням карт на основі геоінформаційних технологій і баз географічних (геологічних, екологічних, соціально–економічних та ін.) знань.

**Геоінформаційний аналіз** ( GIS–based analysis) – аналіз розміщення, структури, взаємозв'язків об'єктів і явищ з використанням методів просторового аналізу й геомодельовання.

**Геоінформаційна система** – див. географічна інформаційна система.

**Геоінформаційні технології** – (GIS technology) – технологічна основа створення географічних інформаційних систем, що дозволяє реалізувати функціональні можливості ГІС.

**Геокод** (geocode) – кодове значення (сполучення символів), привласнене просторовому об'єкту, що відбиває інформацію про його географічне положення і використовується для доступу до даних ГІС, що ставиться до цього об'єкта.

**Геокодування** (geocoding) – метод і процес позиціонування просторових об'єктів щодо деякої системи координат і їх атрибутування, здійснюваний шляхом встановлення зв'язків між непросторовими базами даних і позиційною частиною БД ГІС.

**Геоматика** (geomatics) – 1) сукупність застосувань інформаційних технологій, мультимедіа й засобів телекомунікації для оброблення даних, аналізу геосистем, автоматизованого картографування; 2) термін, уживаний як синонім геоінформатики або геоінформаційного картографування.

**Геометрія** (geometry) – у ГІС позиційна частина просторових даних або геометричні властивості елементів (примітивів) векторно–топологічного подання (моделі) даних (на відміну від “топології” – їхніх топологічних властивостей).

**Геометрія об'єкта** – спосіб подання просторового об'єкта на карті.

**Геометричні дані** – відповідальні за просторові відносини, а також за геометричне визначення просторового об'єкта. Для геометричного зображення можуть використовуватися векторні й растрові дані. Зовнішня геометрія (метрика) відповідає за масштабне відображення, а внутрішня геометрія (топологія) показує відносини сусідства (суміжності).

**Гібридна модель** – логічна модель даних для структурування систем банку даних. При цьому комбінуються в одну модель різні логічні моделі. Гібридна модель має місце, коли, наприклад, геометричні дані організують як мережу, а тематичні дані подані реляційною моделлю.

**ГІС** – див. географічна інформаційна система.

**Глобус** (globe) – обертова куляста модель Землі, інші планети небесної сфери з нанесеним на її поверхню картографічним зображенням.

**Границя** (border, boundary, edge) – лінія, що розділяє різнойменні полігони.

**Граф** – (graph, linear complex, complex) – кінцева безліч вершин (vertex), з'єднаних ребрами (edge). Вершини і ребра – елементи графа, число вершин



зветься порядком (order). Таким чином, вершини графа – об'єкти, ребра – зв'язки між об'єктами.

**Граф покриття** – граф, що відповідає (гомоморфний) лінійної мережі районів покриття. Ребра такого графа представляють границі між районами, а його вузли (вершини) представляють точки, в яких замикаються три (або більше) лінії.

**Графічний образ** (pattern, graphic image) – 1) малюнок, конфігурація, структура геозображення, що відображає реальну або абстрактну геоструктуру (геосистему), що є її прообразом. 2) модель (знакова або копійна), що дає вид, обрис, подобу геосистеми, її зображення.

**Графічні змінні** (graphic variables, graphic factors, semiological factors) – графічні засоби, які використовують для побудови окремих картографічних знаків, знакових систем, графічних образів. До числа графічних образів відносяться форма (form, configuration), розмір (dimension), орієнтування (orientation), колір (color), насиченість кольору (color value, tone value) і внутрішня структура знаків (inner texture, gain).

**Графічний інтерфейс користувача** (graphical user interface, GUI) – графічне середовище організації взаємодії користувача з обчислювальною системою.

**Графобудівник** (plotter) – пристрій відображення, призначений для виводу даних у графічній формі на папір, пластик, фоточутливий матеріал або інший носій шляхом креслення, гравіювання, фотореєстрації або іншим способом.

**Групове кодування** (run-length encoding, run length coding, RLE) – один з простих і розповсюджених методів стиску растрових даних, заснований на заміні груп повторюваних символів у послідовності значенням числа повторень, інакше кажучи, заміна відрізка, що складається з однойменних елементів растру, довжиною відрізка (run length).

## Д

**Дані** (datum, pl. data) – 1) зареєстровані факти, описи явищ реального миру або ідей, які представляються досить цінними для того, щоб їх сформулювати й точно зафіксувати; 2) інформація, подана вигляді, придатному для оброблення автоматичними засобами при можливій участі людини.

**Дані дистанційного зондування, ДДЗ** (remote sensing data, remotely sensed data, remote surveying data, aerospace data)– дані про поверхню Землі, об'єкти, розташовані на ній або в її надрах, отримані в процесі зйомок будь-якими неконтактними, тобто дистанційними методами.

**Дешифрування** (interpretation, photo interpretation, decoding) – процес вивчення за аеро – і космічними зображеннями територій, акваторій і атмосфери, заснований на залежності між властивостями дешифрованих об'єктів і характером їхнього відтворення на знімках.

**Дешифровочні ознаки** (indication, signs) – характерні риси природних і антропогенних об'єктів дешифрування, виявлені в даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що дозволяють пізнати, виділити й проінтерпретувати ці об'єкти.

**Джерела просторових даних** (spatial data sources) – аналогові або цифрові дані, що можуть бути основою інформаційного забезпечення ГІС.

**ДЗ** – див. дистанційне зондування.

**Дигитайзер** (digitizer, digitiser, tablet, table digitizer, digitizer tablet, digital tablet, graphic tablet)– 1) пристрій для аналого–цифрового перетворення сигналів, джерел і даних; 2) у геоінформатиці, комп'ютерній графіці й картографії: пристрій для ручного цифрування картографічної й графічної документації у вигляді безлічі або послідовності точок.

**Динамічна генералізація** (dynamic generalization) – механічне узагальнення анімацій, що дозволяє спостерігати головні, найбільш стійкі в часі об'єкти і явища за рахунок зміни швидкості демонстрації анімацій.

**Дирекційний кут** (bearing, direction angle, grid azimuth, grid bearing, Y– Y– azimuth) – кут на площині, відлічуваний у даній точці від лінії, паралельної північному напрямку координатної осі або осьовому меридіану, за годинниковою стрілкою до заданого напрямку.

**Дискета** – див. флорпі–диск.

**Дисплей** (display, display device) – пристрій (система) виводу, що здійснює візуальне подання, або відображення (display, displaying) виведених даних на екранкомп'ютера (screen), монітор.

**Дистанційне зондування**, ДЗ(remote sensing, remote surveying, RS) – процес одержання інформації про поверхню Землі (і ін. космічних тіл), об'єктах, розташованих на ній або в її надрах, дистанційними методами.

**Дистанційна генералізація** (remote sensing generalization, opticalgeneralization) – геометричне й спектральне узагальнення зображення на знімках, що виникає внаслідок комплексу технічних факторів (метод і висота зйомки, спектральний діапазон, масштаб, дозвіл) і природних особливостей (характер місцевості, атмосферні умови та ін.).

**Дистанційні методи** (remote sensing methods, distant methods) – неконтактні методи вивчення поверхні Землі, гідросфери, літосфери, атмосфери й космічних тел.

**Довгота** (longitude) – координата, що визначає положення точки на Землі в напрямку Захід–Схід.

**Дозвіл** (resolution) – здатність вимірювальної системи (пристрою знімання даних – сенсора, знімача, приймача) або пристрою відображення забезпечувати розрізнення деталей зображення об'єкта.

**Дослідження з карт** (map investigation, map analysis) – один з видів пізнавальної діяльності в науках про Землю й суміжних з ними соціально–економічних науках.

**Драйвер** (driver, device driver) – програма, що забезпечує взаємодію операційної системи з фізичним пристроєм.

**Дуга** (arc, string, chain, line, edge)– 1) послідовність сегментів, що має початок і кінець у вузлах; елемент (примітив) векторно–топологічних (лінійно–вузлових) подань лінійних і полігональних просторових об’єктів; 2) крива, описувана щодо безлічі точок деякими аналітичними функціями.

## Е

**ЕОМ** – електронна обчислювальна машина, див. комп’ютер.

**Екватор** (equator) – 1) площина, що проходить через центр мас Землі перпендикулярно до осі її обертання; 2) лінія на глобусі або карті, всі точки якої мають широту, що дорівнює 0.

**Економіка картографічного виробництва** (economics of cartographic production) – розділ картографії на стику з економікою, в якому вивчаються проблеми оптимальної організації й планування картографічного виробництва, використання картографічного устаткування, матеріалів, трудових ресурсів, підвищення продуктивності праці, а також маркетингу.

**Експертна система** (expert system) – системаштучного інтелекту, що включає в себе базу знань із набором правил і механізм, або машину виводу (inference engine).

**Експозиція (схилу)** (aspect, compass aspect, exposure, direction of steepest slope)– одна з морфометрических характеристик просторової орієнтації елементарного схилу (разом з кутом нахилу), що обчислюється шляхом оброблення цифрової моделі рельєфу.

**Електронна карта** (electronic map) – векторна або растрова загальгеографічна або тематична карта, сформована на машинному носії (оптичному диску).

**Електронно–променева трубка** (cathode ray tube, CRT) – конструктивний елемент електронних пристроїв відображення даних на комп’ютері (дисплея, монітора).

**Електронний атлас** (electronic atlas) – система візуалізації у формі електронних карт , електронний картографічний добуток, функціонально подібний до електронної карти .

**Елементи карти** (component elements of map, map features) – складові частини карти, елементи, з яких складається картографічне зображення й позарамкове оформлення карти.

**Еліпс обертання** (ellipse of distortion, Tissot's indicatrix) – у картографічних проекціях нескінченно малий еліпс у будь-якій точці карти, що є відображенням нескінченно малої окружності у відповідній точці на поверхні земного еліпсоїда або кулі.

**Еліпсоїд** (ellipsoid) – поверхня, яка апроксимує фігуру Землі або іншого небесного об'єкта.

### З

**Запит** (query, request) – завдання на пошук (retrieval) даних у базі даних, що задовольняють деяким умовам.

**Зарубка** (intersection) – спосіб визначення координат точки виміром параметрів на ній або на вихідних пунктах з відомими координатами.

**Збірний аркуш** (key map, index sheet) – схема, що показує всю територію, яка покривається багатоаркушевою картою, розташування, розграфку й номенклатуру карт для окремих аркушів.

**Зведення** (edgемatching, edge matching, edgematch, edgejoin) – узгодження лінійних елементів (лінійних об'єктів і границь полігонів) на двох суміжних аркушах карти (шаруючи) по лінії їхнього стику, що супроводжується їхнім з'єднанням (графічно, геометрично й/або топологічно) і коректурою можливих неузгодженостей.

**Земельна інформаційна система**, ЗІС (land information system) – географічна інформаційна система земельно-ресурсної й земельно-кадастрової спеціалізації.

**ЗІС** – див. земельна інформаційна система.

**Зовнішній ключ** – стовпець у реляційній моделі, що підтримує зв'язок між різними реляційними таблицями.

**Зшивка** (mapjoin, mosaicking)– автоматичне об'єднання векторних цифрових записів двох окремих суміжних (аркушів) цифрових карт або шарів

ГІС (mapjoin), а також монтаж окремих цифрових знімків або інших цифрових зображень у растровому форматі (mosaicking) в єдину карту, зображення, шар; у цей процес входить (або передує йому) операція зведення.

## I

**Ідентифікатор** (identifier) – унікальний номер, приписуваний просторовому об'єкту шару; може привласнюватися автоматично або призначатися користувачем; служить для зв'язку позиційної й непозиційної частини просторових даних.

**Інтерактивна обробка** (interactive mode, interactive processing, conversational mode) – обробка даних у режимі двосторонньої діалогової взаємодії людини (користувача) і комп'ютера, обміну між ними послідовністю запитів (питань) і відповідей (запрошень) з метою втручання й керування обчислювальним процесом (на відміну від пакетної оброблення).

**Інтернет** (Internet) – всесвітня інформаційна мережа, сукупність різних мереж, побудованих на базі протоколів TCP/IP і об'єднаних міжмережевими шлюзами (gateways).

**Інтерфейс** (interface) – сукупність засобів і правил, що забезпечують взаємодію обчислювальних систем, які входять у їхній склад пристроїв, програм, а також користувача із системою.

**Інформативність карти** (map informativity, map capacity) – 1) насиченість карти змістом, обсяг відомостей, представлених на карті; 2) інформація, що користувач може витягти з карти.

**Інформація** (information) – сукупність знань про фактичні дані й залежності між ними.

**Інформаційне забезпечення** (information support) – сукупність масивів інформації (баз даних, банків даних і інших структурованих наборів даних), систем кодування, класифікації й відповідній документації, що обслуговує систему оброблення даних (поряд з програмним і апаратним забезпеченням).

## К

**Калібрування даних**(data calibration) – при дистанційному зондуванні оцінка (визначення) і коригування радіометричних і геометричних перекручувань зображення, отриманих у процесі зйомки.

**Карта** (map, chart) – математично певне, зменшене, генералізоване зображення поверхні Землі, іншого небесного тіла або космічного простору, що показує розташовані або спроектовані на них об'єкти в прийнятій системі умовних знаків.

**Картограма** (choropleth map, cartogram, chorogram, chorisogram) – один із способів картографічного зображення, застосований для показу відносних статистичних даних шляхом заповнення контурів територіального розподілу (звичайно, адміністративних одиниць) кольорними заливаннями (solid) різного тону, штрихуваннями (cross-hatch line pattern) різної щільності відповідно до прийнятого інтервальними шкалами.

**Картографування** (mapping, map (atlas) compilation) – сукупність процесів, методів і технологій створення карт, атласів та ін. картографічних добутоків.

**Картографія** (cartography, mapping science) – галузь науки, техніки й виробництва, що охоплює створення, вивчення й використання карт та ін. картографічних добутоків.

**Картографічний шар** (map layer, map overlay) – інтегрований набір географічних даних, що представляють певний тип реальних просторових об'єктів або їхня сукупність, об'єднану за загальною ознакою або його конкретних значеннях.

**Картографічна база даних** (cartographic data base, cartographic database, CDB) – сукупність взаємозалежних картографічних даних по якій-небудь предметній (тематичній) області, представлена в цифровій формі (у тому числі у формі картографічних баз даних) при дотриманні загальних правил опису, зберігання і маніпулювання даними.

**Картографічна бібліографія** (map bibliography) – списки, бібліографічні описи, покажчики, каталоги, огляди, що містять необхідні й впорядковані (по масштабах, тематиці, території й т.п.) відомості про картографічні добутки й (або) про картографічну літературу.

**Картографічна генералізація** (cartographic generalization) – відбір, узагальнення, виділення головних типових рис об'єкта, виконване відповідно до цензів і нормами відбору, установлюваними картографом або редактором карти, які, крім того, проводять узагальнення якісних і кількісних показників зображуваних об'єктів, спрощують обриси, поєднують або виключають контури.

**Картографічна вивченість** (map coverage) – повнота і якість покриття якої–небудь території зйомками й картографічними матеріалами.

**Картографічна інформація** (cartographic information) – відомості про картографічні добутки.

**Картографічна комунікація** (cartographic communication, communication in cartography) – передача картографічної інформації від творця карти до користувача, причому сама картатрактується як своєрідний канал зв'язку.

**Картографічна семіотика** (map semiotics) – розділ картографії, в якому розробляються загальна теорія систем картографічних знаків і методи побудови та використання способів картографічного зображення.

**Картографічна сітка** (graticule, map graticule, cartographical grid) – одна з координатних мереж на карті, утворена лініями меридіанів і паралелей.

**Картографічна топоніміка** (cartographic toponymy) – розділ картографії, о якому вивчаються географічні назви або географічні найменування, топоніми (geographic(al) names, place names), їхнє походження, змістовне значення й правила передачі на картах.

**Картографічна трапеція** (quadrangle, degree square) – чотирикутник (сфероїдична трапеція на еліпсоїді або сферичній трапеції на Земній кулі), утворений двома меридіанами й двома паралелями.



**Картографічні джерела** (source map, source material) – картографічні добутки та ін. графічні, цифрові, текстові документи, що використовуються для складання і відновлення карт.

**Картографічні прилади** – спеціальні пристрої, апарати, пристрої для виконання робіт зі складання і використання карт.

**Картографічні проекції** (map projection, projection) – математично певний спосіб зображення поверхні Земної кулі або еліпсоїда (або ін. планети) на площині.

**Картографічний банк даних, КБД, КБнД** (cartographic data bank, cartographic databank, CDB) – комплекс технічних, програмних, інформаційних і організаційних засобів зберігання, оброблення й використання цифрових картографічних даних.

**Картографічний дизайн** (cartographic design) – формування (конструювання) естетического вигляду карти, атласу, кожного іншого картографічного добутку відповідно до його функціонального призначення, тематики, сучасних художніх принципів й технічних можливостей.

**Картографічний метод дослідження** (cartographic method of research) – метод наукового дослідження, в якому карта виступає як модель досліджуваного об'єкта й проміжна ланка між об'єктом і дослідником.

**Картографічний образ** (cartographic pattern, cartographic image) – просторова комбінація (композиція) картографічних знаків, сприймана читачем карти або пристроєм, що розпізнає.

**Картографічний фонд** (stock of maps, inventory of maps) – збори картографічних добутків у якій-небудь установі.

**Картографічне утворення** (cartographic education, cartographic training) – результат засвоєння систематизованих знань, умінь і навичок, необхідних для створення й використання картографічних добутків.

**Картографічне креслення** (drawing, cartographic(al) drawing) – точне графічне відтворення всіх елементів на оригіналах карт, їхнє оформлення

олівцем, креслярським пером, креслярськими або гравірувальними інструментами.

**Картодіаграма** (diagram map, diagrammatic map) – карта, що відбиває розподіл якого–небудь явища за допомогою діаграм: лінійних, або стовпчастих картограмм(bar chart), майданних картограмм(area chart) або об’ємних картограмм (3D bar chart), локалізованих за одиницями територіального розподілу, звичайно – за адміністративними.

**Картометрія** (cartometry) – виміри по картах.

**Картосхема** (schematic map, sketch map) – карта з неточно витриманими масштабом і проекцією, спрощеним і узагальненим зображенням елементів змісту.

**Картохранилище** (map depot, map library) – спеціально пристосоване приміщення в установі або бібліотеці для зберігання картографічних фондів матеріалів дистанційного зондування.

**Квадродерево** (quadtree) – див. квадротометричне подання.

**Квадротометричне подання** (quadtree, quad tree, Q–tree)– один зі способів подання просторових об’єктів у вигляді ієрархічної деревоподібної структури, заснований на декомпозиції простору на квадратні ділянки, або квадратні блоки, квадранти(quarters, quads).

**Квантування** (quantization, quantisation) – 1) операція перетворення даних з безперервної форми в дискретну; 2) розбивка даних на підгрупи (класи), наприклад, при цифровій обробці зображень.

**Кодовий метод** (code measurement, code method) – метод виміру дальностей у системах супутникового позиціонування.

**Кольороподіл** (colour separation) – процес одержання з багатоколірного оригіналу картиокремих зображень для кожної фарби.

**Комплексна карта** (complex map, aggregate map) – карта, що показує спільно кілька різних взаємозалежних явищ (або кілька властивостей одного явища), але кожне у своїй системі показників.

**Комплексне картографування** (complex mapping) – багатобічне, цілісне картографічне відображення дійсності.

**Компонування карти** (map montage, map assembly) – розміщення картографічного зображення, назви карти, легенди, урізань та ін. даних усередині рамок карти, на її полях або в межах аркуша.

**Комп'ютер** (computer)– комплекс технічних засобів, призначених для автоматичної оброблення інформації в процесі вирішення обчислювальних і інформаційних завдань.

**Комп'ютерна карта** (computer map) – карта, отримана за допомогою засобів автоматизованого картографування або ГІС за допомогою пристроїв графічного виводу: графобудівників, принтерів та ін., на папері, пластику, фотоплівці та інших матеріалах.

**Конвертування форматів** (format conversion)– перетворення даних з одного формату в інший, сприйманий іншою системою (як правило, при експорті або імпорті даних).

**Контур** – див. полігон.

**Координати** (coordinates) – числа, завданням яких визначається положення точки на площині, поверхні або в просторі.

**Координати Гауса–Крюгера** (Gauss–Kruger coordinates) – система плоских прямокутних координат.

**Космічні (літальні) апарати для дистанційних зйомок** (remote sensing satellites) – апарати для польоту в космосі, оснащені приладами для дистанційного зондування.

**Космічне картографування** (space mapping) – складання топографічних і тематичних карт безпосередньо за даними зйомок з космосу.

**Космокарти** (space map) – топографічні або тематичні карти, створювані за даними дистанційного зондування, основу яких становить планове фотозображення або ортофотознімок (ortophoto(graph), ortophotomap) з необхідними доповненнями, умовними знаками та написами.

**Курсор** (cursor, mouse pointer) – мітка на відеоекрані (стрілка, піктограма), елемент графічного інтерфейсу користувача, що служить для вказівки активної позиції відеоекрану або відображуваного на ньому графічного об'єкта, елемента тексту, меню й т.п.

**Кут нахилу** (slope, gradient, slope gradient, slope angle, angle of inclination) – одна з морфометрических характеристик просторової орієнтації елементарного схилу, що обчислюється у процесі оброблення цифрової моделі рельєфуразом з його експозицією та формами; кут, утворений напрямком ската з горизонтальною площиною.

## Л

**Ландсат** (LANDSAT, Landsat) – загальне найменування серії американських автоматичних штучних супутників Землі для зйомки її поверхні.

**Легенда карти** (legend, map legend, sheet memoir) – зведення умовних позначень, використаних на карті, з текстовими поясненнями до них.

**Лінійно–вузлове подання** – див. векторно–топологічне подання.

**Лінійний об'єкт**– див. лінія.

**Лінійно–вузлова топологія** ( Arc–Node Topology) – просторові відношення різного рівня між зв'язаними або примикаючими один до одного геометричними елементами одного покриття або шарую (точками, дугами, полігонами), що дозволяють формально описувати геометричну форму просторових об'єктів у базі даних ГІС і здійснювати їхній аналіз та перебудову тільки за рахунок топологічної інформації, без оброблення координатних даних.

**Лінія** (line, line feature, linear feature) – одномірний об'єкт, один з чотирьох основних типів просторових об'єктів (поряд з точками, полігонами й поверхнями), утворений послідовністю не менше 2–х точок з відомими плановими координатами (лінійних сегментів або дуг).

**Локсодромія** (loxodrome, rhumb line) – лінія, що перетинає всі меридіани під тим самим азимутом.

## М

**Макрос** (macro, macro instruction, macrocommand, macrocode) – 1) в інтерактивних системах – команда, що викликає виконання послідовності інших команд; 2) вираження програми, замість якого підставляється текст, заданий макровизначенням (наприклад, команда мови асемблера, трансльована в кілька машинних команд).

**Масштаб** (scale, horizontal scale) – відношення довжини нескінченно малого відрізка на геообразженні до довжини відповідного нескінченно малого відрізка на поверхні еліпсоїда або кулі.

**Математично–картографічне моделювання** (mathematical and cartographical modelling) – побудова й аналіз математичних моделей за даними, знятим з карти (карт), створення нових похідних карт на основі математичних моделей.

**Математична картографія** (mathematical cartography) – розділ картографії, в якому вивчається математична основа карт.

**Математична основа карт** (mathematic(al) base) – система математичних елементів карти, що визначають розміщення на ній зображуваних об'єктів і геометричні властивості картографічного зображення.

**Міжнародна карта** (international map) – карта, створювана на основі міжнародного співробітництва.

**Меню** (menu) – зображення на відеоекрані списку команд, їхніх параметрів та інших можливостей (опцій) для вибору користувачем наступної дії системи шляхом вказівки їм обраної опції засобами керування курсором.

**Меридіан** (meridian) – лінія земної поверхні, всі точки якої мають ту саму довготу.

**Метадані** (metadata) – дані про дані: каталоги, довідники, реєстри, інвенторії, бази метаданих (metadata base) та інші форми опису наборів цифрових і аналогових даних.

**Метадані просторових даних** (spatial metadata) – дані, що описують зміст, обсяг, положення у просторі, якість та інші характеристики й властивості просторових (географічних) даних.

**Метакартографія** (metacartography) – вивчення загальних просторових властивостей карт, фотографій, предкарт, малюнків, діаграм та ін.

**Мітка** (label)– 1) дескриптивна інформація, привласнена просторовому об'єкту шару й, що зберігається в базі даних як атрибут (на відміну від анотації, що ставиться до графічного об'єкта й не зв'язана з атрибутивною базою даних); 2) внутрішня точка полігона (label point), що служить для його зв'язку з атрибутами бази даних через ідентифікатор; 3) у мовах програмування: мовна конструкція, що встановлює ім'я оператора й включає ідентифікатор.

**Мережа (ЕОМ)** (network, computer network – мережа передачі даних, у вузлах якої розташовані ЕОМ.

**Метод найменших квадратів** ( least-squares method) – метод обчислення шуканих параметрів і виправлень у перекручені випадковими похибками виміру, при якому мінімізується зважена сума квадратів цих виправлень (WSSR). Для нерівноточних вимірів повинні бути визначені ваги, що враховують точність вимірів. Для рівноточних ваги приймають рівними 1.

**Мова карти** (map language) – знакова система, що включає умовні позначення, способи картографічного зображення, правила їхньої побудови, вживання і читання, тобто граматику мови карти (map language grammar) для цілей створення та використання карт.

**Модель геоданих** (geodata model) – формалізована система подання географічних даних у ГІС.

**Модель картографування** (mapping model) – формалізована схема, що описує процес багаторазового комбінування та сполученого аналізу картографічних шарів у ГІС, в результаті якого синтезується нова карта.

**Модель просторових даних** ((geo)spatial data model) – див. подання просторових даних.

**Модель "спагетті"** (spaghetti model)– різновид векторного подання лінійних і полігональних просторових об'єктів з описом їхньої геометрії (але не топології) у вигляді невпорядкованого набору дуг або сукупності сегментів.

**Модем** (modem, від англ. "modulator/demodulator", модулятор–демодулятор) – функціональний пристрій, що забезпечує модуляцію і демодуляцію сигналів, що перетворює послідовні цифрові сигнали в аналогову форму й назад для передачі по лініях зв'язку аналогового типу.

**Монітор** (monitor) – пристрій, який використовується для контролю процесів і керування обчислювальною системою.

## Н

**Надійність досліджень за картами** (reliability of map investigations) – комплексна якість результату досліджень за картами, що характеризує його точність, вірогідність, повноту, репрезентативність.

**Надійність карти** (map reliability) – комплексна властивість карти, що характеризує її здатність відповідати поставленим завданням.

**Написи на карті** (lettering, inscriptions) – всі назви, терміни, пояснення, буквені й цифрові позначення, що вміщуються на карті.

**Нерегулярна триангуляційна мережа** (Triangulated Irregular Network (TIN)) – структура організації географічних даних, що описує тривимірну земну поверхню у вигляді зв'язаних між собою загальними вершинами й сторонами непересічних трикутників неправильної форми.

**Номенклатура карт** (sheet numbering system, map numbering) – система позначення аркушів у багатоаркушевих серіях карт.

## О

**Обробка знімків** (image processing) – процес виконання операцій над знімками, що включає їхню корекцію, перетворення та поліпшення, дешифрування, візуалізацію.

**Оверлей** (overlay) – операція накладення один на одного двох або більше шарів, у результаті якої утворюється графічна композиція, або графічний оверлей вихідних шарів (graphic overlay) або один похідний шар, що містить композицію просторових об'єктів вихідних шарів, топологію цієї композиції та атрибути..

**Околиця** (proximity, neighbourhood) – область, що примикає до точкового об'єкта і розглядається з погляду приналежності до неї інших близьких (сусідніх) об'єктів (див. аналіз близькості).

**Онлайн** ( on-line) – 1) стан елемента обчислювальної системи (наприклад, периферійного пристрою), коли він працює неавтономно, під безпосереднім керуванням центрального процесора тієї ЕОМ, до якої він підключений; 2) інформація про пристрій: включено; 3) інформація про програму або інформацію: інтерактивний, діалоговий, працюючий у режимі реального часу (антипод офлайн).

**Операційна система, ОС** (operating system, OS) – програмний комплекс, що забезпечує підтримку роботи всіх програм і їхню взаємодію з апаратними засобами та користувачем.

**Опція** (option) – 1) варіант, одна з можливостей вибору, факультативна можливість; 2) елемент меню (один з запропонованих варіантів вибору).

**Оригінал карти** (original map, basic design) – первинний екземпляр карти, що повністю включає її зміст і складений у встановлених картографічних знаках із заданою генералізацією та точністю.

**Ортодромія** (orthodrome, orthodromic line) – назва геодезичної лінії на сфері в картографії й у навігації; лінія найкоротшої відстані між двома точками на поверхні земної кулі, найменший з відрізків дуги великого кола, що проходить через ці точки.

**Осередок** (cell, grid cell, tile) – двовимірний просторовий об'єкт, елемент розбивки земної поверхні лініями регулярної мережі, на відміну від пікселя (як елемента растрового подання), утвореного розбивкою лініями растру зображення (а не земної поверхні).



**Оснащення карти** (equipment of map) – графічні елементи та пояснення, що вміщуються на карті для полегшення користування нею.

**Офлайн** (off–line) – 1) стан елемента обчислювальної системи (наприклад, периферійного пристрою), коли він працює автономно, незалежно від неї; 2) інформація про пристрій: виключений (антипод онлайн).

**Оформлення карт** (map design, overall design of map) – розділ картографії, предмет якого становлять способи графічного подання карт, включаючи розробку умовних позначень і загальне колірне, штрихове, напівтонове і шрифтове оформлення.

**Оцінка карти й (або) атласу** (map and/or atlas evaluation, map and/or atlas estimation) – висновок про якість, надійність, придатність картографічного добутку для конкретного використання, зроблений на основі його вивчення (аналізу).

## II

**Пакетна обробка** (batch processing) – обробка даних або виконання заздалегідь підготовлених завдань без участі користувача (на відміну від інтерактивної оброблення).

**Палетка** (measuring grid) – сітка паралельних або радіальних ліній, квадратів, шестикутників та ін. геометричних осередків, нанесена на прозорий матеріал, використовується для картометричних вимірів по картах і планам.

**Паралель** (parallel) – лінія земної поверхні, всі точки якої мають одну й туж широту.

**Перекриття** (overlap, lap) – частина площі знімка, що перекривається суміжним знімком.

**Периферійні пристрої** (peripherals, peripheral, peripheral devices, peripheral equipment, peripheral unit) – частина апаратного забезпечення, конструктивно відділена від основного блоку комп'ютера; комплекс пристроїв для зовнішньої оброблення даних, що забезпечує їхню підготовку,

введення, зберігання, керування, захист, вивід і передачу на відстань по каналах зв'язку.

**Персональний комп'ютер**, ПК(personal computer, PC) –комп'ютер, розрахований на використання однією людиною, що забезпечує індивідуального користувача всіма необхідними йому способами, "настільна мікроЕОМ [мікро–комп'ютер], що має експлуатаційні характеристики побутового приладу й універсальні функціональні можливості" .

**Піксел** (pixel, pel) – скорочення від англ. "picture element" ("елемент зображення") – елемент зображення, найменша з його складових, одержувана в результаті дискретизації зображення (розбивки на далі неподільні елементи – дикрети, осередки або точки растра);характеризується прямокутною формою і розмірами, що визначають просторовий дозвіл зображення.

**Піксель** – див. піксел.

**Піктограма** (icon) – невелике растрове зображення на відеоекрані для ідентифікації деякого об'єкта (файлу, програми і т.п.), вибір і активізація якого викликає деяку дію; один з елементів графічного інтерфейсу користувача.

**План** (plan, plot, draft, plat, planimetry) – великомасштабне (звичайно в масштабі 1 : 500 – 1 : 2 000) знакове зображення невеликої ділянки Землі або іншого небесного тіла, побудоване без урахування кривизни,що зберігає постійний масштаб у будь–якій крапці й в усіх напрямках.

**Планіметр** (planimeter) – механічний або електронний пристрій для виміру площ об'єктів за планами й картами.

**Плоттер** – 1) див. графобудівник;2) універсальний стереофотограмметричний прилад.

**Поверхня** (surface, relief) – 3–мірний об'єкт ( three–dimensional feature, 3–dimensional feature, 3–D, feature, volumetric feature), один з чотирьох основних типів просторових об'єктів (поряд з точками, лініямиполігонами як плоскими, так і планіметричними об'єктами (planimetric feature)), обумовлений не тільки плановими координатами, але й аплікатою Z ( Z–

value), тобто трійкою, триплетом (triplet) координат; оболонка тіла (див. цифрова модель рельєфу).

**Позиціонування** (positioning, *GPS* measurement, *GPS* surveying) – виміри за допомогою систем супутникового позиціонування з метою визначення координат місцезнаходження об'єкта в тривимірному земному просторі.

**Полігон** (polygon, area, area feature, region, face) – 2-мірний (майданний) об'єкт, один із чотирьох основних типів просторових об'єктів (поряд із точками, лініями й поверхнями), внутрішня область, утворена замкнутою послідовністю дуг у векторно-топологічних поданнях або сегментів у моделі "спагетті", що ідентифікується внутрішньою точкою (міткою) і асоційованими з нею значеннями атрибутів.

**Полігони Тиссена** (Thiessen polygons, Voronoi polygons, Voronoi diagrams, Dirichlet tessellation, proximity polygons, proximal polygons) – полігональні області, утворені на заданій безлічі точок таким чином, що відстань від будь-якої точки області до даної точки менше, ніж для будь-якої іншої точки безлічі.

**Покриття** (coverage) – цифрова модель карти, що формує одиницю зберігання векторної бази картографічних даних ГІС.

**Подання просторових даних** (spatial data representation, (geo)spatial data model) – спосіб цифрового опису просторових об'єктів, тип структури просторових даних.

**Перетворення карт** (map transformation) – операція, в результаті якої одне зображення або вихідна карта (primary map) перетворюється в інше, у похідну карту (derivative map).

**Прилади геодезичні** (geodetic instrument) – прилади, що використовуються в геодезії: теодоліт (theodolite) – для виміру горизонтальних і вертикальних кутів; далекомір (distancemeter) – для виміру відстаней; нівелір (level) – для визначення перевищень горизонтальною лінією візування; тахеометр (tacheometer) – для виміру горизонтальних і вертикальних кутів, довжин ліній і перевищень.

**Прилади для дистанційних зйомок** (camera, aerial camera) – прилади для реєстрації власного й (або) відбитого від об'єкта електромагнітного випромінювання з наступним перетворенням сигналів в аналогову або цифрову форму.

**Приймачі позиціонування** (GPS receivers, GLONASS receivers, GPS/GLONASS receivers) – електронні прилади, які приймають сигнали супутників з метою позиціонування.

**Прийоми аналізу карт** (map techniques) – сукупність науково-технічних засобів, методів і методик одержання за картами кількісних і якісних характеристик, виявлення залежності, тенденцій розвитку зображених на них об'єктів.

**Принтер** (printer) – пристрій відображення текстової (алфавітно-цифровий) і графічної інформації, заснований на тому або іншому принципі друку.

**Програма** (program, routine) – 1) дані, призначені для керування конкретними компонентами системи оброблення даних з метою реалізації певного алгоритму; 2) упорядкована послідовність команд, що підлягають обробці, послідовність пропозицій мови програмування (programming language).

**Програмне забезпечення** (software) – сукупність програм системи оброблення інформації та програмних документів, необхідних при експлуатації цих програм.

**Проектування карт (атласів)** (maps or atlases design, maps and atlases production) – процес виготовлення карти або ін. картографічного добутку, що включає розробку програми карти (атласу) (map or atlas program(me)), тобто документа, що визначає призначення, вид, тип, математичну основу, принципи картографічної генералізації, зміст усього картографічного добутку й технологію його створення, а також самі процедурискладання та редагування карт і атласів.

**Просторові дані** (spatial data, geographic(al) data, geospatial data, georeferenced data) – цифрові дані про просторові об'єкти, що включають відомості про їхнє місце розташування й властивості, просторові й непросторові атрибути.

**Просторовий аналіз** (spatial analysis) – група функцій, що забезпечують аналіз розміщення, зв'язків та інших просторових відносин просторових об'єктів, включаючи аналіз зонвидимості/невидимості, аналіз сусідства, аналіз мереж, створення і обробку цифрових моделей рельєфу.

**Просторовий запит** (Map Query) – процес вибірки інформації з бази даних ГІС, заснований на запитах, що припускають встановлення місця розташування об'єктів або.

**Просторовий об'єкт** (feature, spatial feature, geographic(al) feature, object) – цифрове подання об'єкта реальності (entity), інакше цифрова модель об'єкта місцевості, що містить його місце зазначення і набір властивостей, характеристик, атрибутів (позиційних і непозиційних просторових даних відповідно) або сам цей об'єкт.

**Процесор** (processor) – функціональна частина обчислювальної машини (комп'ютера) або системи оброблення інформації, призначена для інтерпретації програм.

## Р

**Рамки карти** (framework, map margin, map border, sheet border) – лінії, що обмежують карту

**Растрезація** (rasterization, rasterisation) – див. векторно–растрове перетворення.

**Растр** (raster) – засіб цифрового подання зображень у вигляді прямокутної матриці елементів зображення – пікселів, що утворюють основу растрового подання зображень або просторових об'єктів; термін, що служить для утворення похідних термінів, пов'язаних з растровими поданнями просторових об'єктів, растровими форматами (просторових) даних, а також термінів, що використовуються для позначення технічних

пристроїв, растрових графічних пристроїв відображення: растровий дисплей, растровий плоттер (графобудівник) і т.п.

**Растрова модель географічних даних** (raster geographic data model) – спосіб подання географічних даних у базі даних ГІС у вигляді рівномірної ніздрюватої структури, що формує прямокутну матрицю, в якій кожний елемент приймає певне значення, властиве реальному просторовому об'єкту.

**Растрова модель даних** – див. растрове подання.

**Растрове подання** (raster data structure, tessellation data structure, grid data structure) – цифрове подання просторових об'єктів у вигляді сукупності осередків растра (пікселів) з привласненими їм значеннями класу об'єктана відміну відформально ідентичного регулярно–ніздрюватого подання як сукупності осередків регулярної мережі (елементів розбивки земної поверхні).

**Растрово–векторне перетворення** (vectorization, raster to vector conversion) – автоматичне або напівавтоматичне перетворення (конвертування) растрового подання просторових об'єктів у векторне подання за допомогою набору операцій.

**Регулярна мережа** (regular grid) – спосіб організації географічних даних у базі даних ГІС у вигляді безлічі рівних за розмірами і територіально сполучених елементів осередків, упорядкованих у вигляді рядків і стовпців.

**Регулярно–чарунне подання** (cellular data model, tessellation) – цифрове подання просторових об'єктів у вигляді сукупності осередків регулярної мережі з привласненими їм значеннями класу об'єкта на відміну від растрового подання як сукупності елементів растра (пікселів).

**Редагування карти (атласу)** (map editing, editing of atlas) – науково–технічне керівництво створенням карти (атласу) на всіх етапах, включаючи проектування карти (атласу), підготовку редакційних вказівок, розробку легенд, контроль процесів складання, генералізації, узгодження карт, оформлення та підготовки до видання.

**Рельєфні карти** (plastic relief map) – об’ємні тривимірні моделі рельєфу, виготовлені з пластика, пап’є–маше, гіпсу та п.

**Робоча станція** (work station, workstation) – 1)автоматизоване робоче місце; 2) високопродуктивний комп’ютер з RISC–процесором і потужним графічним прискорювачем (графічним процесором).

**Розграфка карти** (sheet line system)– система розподілу багатоаркушевої карти на аркуші.

**Розпізнавання образів** (pattern recognition, icon identification) – процес аналізу графічних зображень і віднесення їх до певного класу за окремих відмітною ознакою або сукупністю ознак.

**Румб** (cardinal point, cardinal direction, rhumb) – кут, відлічуваний на відміну від азимута від північного або південного напрямку магнітного або істиного меридіана з вказівкою перед градусною величиною (0 – 90 градусів) відповідної чверті.

## С

**Сегмент** (line segment, segment, chord) – 1) відрізок прямої лінії, що з’єднує дві точки з відомими координатами: проміжні точки (vertex, pl. vertices) або вузли; 2) елемент дуги у векторних поданнях просторових об’єктів.

**Сітки (на карті)** (grid, map grid) –система ліній на карті, що служить для визначення координат об’єктів, їхнього нанесення і пошуку по координатах, орієнтування, прокладки напрямків, маршрутів.

**Синтетична карта** (synthetic map) – карта, що дає інтегральне зображення об’єкта або явища в єдиних синтетичних показниках.

**Синтетичне картографування** (synthetic mapping) – один з напрямків тематичного картографування, в якому розробляються теорія і методи створення синтетичних карт на основі інтеграції безлічі приватних показників і (або) серій аналітичних і комплексних карт.

**Система автоматизованого картографування** ( Computer–aided mapping (CAM) system) – автоматизована система, що допомагає оператору

здійснювати стандартні процедури картографування – проектування, складання, редагування, оформлення та друкування карт.

**Система керування базами даних, СУБД** (data base management system, DBMS) – комплекс програм і мовних засобів, призначених для створення, ведення і використання баз даних.

**Системне картографування** (system mapping) – один з науково–технічних напрямків картографії, що включає системне створення та використання картографічних добутоків як моделей геосистем.

**Сканер** (scanner) – пристрій аналого–цифрового перетворення зображення для його автоматизованого введення в ЕОМ у растровому форматі з високим дозволом (звичайно 300–600 dpi і більше) шляхом сканування у відбитому або минаючому світлі з непрозорого й прозорого оригіналу відповідно (кольорового й/або монохромного напівтонового й штрихового).

**Сканування** (scanning) – аналого–цифрове перетворення зображення в цифрову растрову форму за допомогою сканера; один зі способів або етапів цифрування графічних і картографічних джерел для їхнього векторного подання, що випереджає процес растрово–векторного перетворення (векторизації).

**Складання карти** (compilation, map compilation) – процес виготовлення складального оригіналу карти, що включає послідовно побудову її математичної основи, нанесення змісту за джерелами, генералізацію, колірне, штрихове й шрифтове оформлення карт.

**Спеціальна карта** (special–purpose map) – карта, призначена для вирішення спеціальних завдань або для певного кола споживачів (напр., дорожня, навігаційна, інженерна).

**Спосіб картографічного зображення** (manner of cartographic representation, mode of cartographic representation) – вибір і застосування умовних картографічних позначень відповідно до обліку сутності картографованого явища й характеру його розміщення.



**СПОТ** (SPOT – Satellite Probatoire pour l’Observation de la Terre, Systeme pour l’Observation de la Terre, Spot), Спот – французький автоматичний штучний супутник Землі для зйомки її поверхні.

**Старіння карти** (map ageing) – втрата відповідності із сучасністю (несучасність, неповнота, невірогідність) усього картографічного зображення або окремих його елементів.

**Стереомодель** (stereomodel) – просторова модель об’єкта дистанційної зйомки, отримана по стереопарі (stereopair), тобто задвома зображеннями, що перекриваються.

**Структура картографії** – будова картографії як галузі знання, підрозділ її на складові дисципліни й напрямки.

**СУБД** – див. система керування базами даних.

**Сумісність геообразень** (compatibility of geoimages) – взаємна несуперечність графічних образів на різних геообразеннях, що проявляється в єдності зображуваного об’єкта, інформаційної взаємодоповненості, можливості спільного аналізу, оброблення й одержання синтетичних графічних образів.

**Супутникові системи позиціонування, ССП** (Global Positioning System, GPS, GPS–system, SGS) – технологічні комплекси, призначені для позиціонування об’єктів.

**Сфероїд** (spheroid) – фігура, яку прийняла б Земля, перебуваючи у стані гідростатичної рівноваги й під впливом тільки сил взаємного тяжіння її часток і відцентрової сили її обертання навколо незмінної осі.

**Сцена** (scene) – 1) у комп’ютерній графіці: візуалізований тривимірний простір зрозташованими в ньому об’єктами; 2) у дистанційному зондуванні: частина території, яка потрапила в поле зору знімальної апаратури, що реєструється нею у вигляді аналогового або цифрового зображення.

## Т

**Тематична карта** (thematic map) – карта, що відбиває який–небудь один сюжет (тему, об’єкт, явище, галузь) або сполучення сюжетів.

**Тематичне картографування** (thematic mapping) – комплекс заходів і процесів із створення тематичних карт і атласів.

**Теорія картографії** (theory of cartography) – розділ, в якому вивчаються загальні проблеми, предмет і метод картографії як науки, а також мова карти, методологія математично–картографічного моделювання, створення і використання карт.

**Термінал** (terminal) – пристрій вводу–виводу даних, приєднаний до керуючого процесора. Дисплей і клавіатура утворюють термінал, з якого можна вводити команди й запити або приймати команди.

**Тіло** (body, solid object, solid body) – об’ємний просторовий об’єкт (volumetric feature).

**Точка** (point, point feature) – мірний об’єкт, один з чотирьох основних типів просторових об’єктів (поряд з лініями, полігонами й поверхнями), що характеризується координатами і асоційованими з ними атрибутами; сукупність точкових об’єктів для утворення точкового шару.

**Точковий об’єкт** – див. точка.

**Топографія** (topography) – галузь науки й практики на стику геодезії і картографії, що вивчає місцевість у геометричному й географічному відношеннях за допомогою створення топографічних карт і планів на основі польових топографічних зйомок (topographic(al) survey, field mapping, topographic(al) plotting, land survey).

**Топографічна карта** (topographic map) – загальногеографічна карта універсального призначення, що докладно зображує місцевість.

**Точність вимірів** (measuring accuracy) – якість вимірів, що відбиває близькість їхніх результатів до точного значення вимірюваної величини.

**Точність карти** (map accuracy) – відповідність дійсності зображених на карті об’єктів і явищ, тобто істинність.

**Точність вимірів за картами** (map measuring accuracy) – показник, що характеризує істинність результатів кількісних визначень за картами.

**Точність масштабу (карти)** (scale accuracy) – відстань на місцевості, що відповідає найменшому розподілу лінійного масштабу карти.

**Трансформація проєкцій** (projection change, projection transformation, projection conversion) – операція перетворення умовних планових прямокутних координат просторових об'єктів при переході від однієї картографічної проєкції до іншої.

**Триангуляція Делоне** (Delaunay triangulation) – 1) трикутна полігональна мережа, утворена на безлічі точкових об'єктів шляхом їхнього з'єднання непересічними відрізками, використовується, зокрема, у моделі TIN при створенні цифрової моделі рельєфу; 2) в обчислювальній геометрії й комп'ютерній графіці, граф, двоїтий діаграмі Вороного (полігону Тиссена).

**Тривимірна (просторова) модель** (3D (spatial) model) – наочна й вимірна цифрова модель місцевості, побудована в системі координат X, Y, Z відповідно до заданих умов просторової орієнтації щодо спостерігача і висотного положення об'єктів.

## У

**Узгодження карт** (map adjustment, map reconciliation) – ув'язування просторово взаємозалежних і генетично взаємно-обумовлених елементів змісту в процесі складання і редагування карт і атласів.

**Умовні позначення** (conventional sign, (cartographic) symbols, map symbols) – графічні символи, що застосовуються на картах для показу (позначення) різних об'єктів і явищ.

**Урізання** (inset map) – додаткова карта, що розміщена в одній рамці з основною картою і утримує більш докладне зображення якої-небудь ділянки, положення території стосовно її оточення, додаткові дані та ін.

## Ф

**Фазовий метод** (phase measurement, phase method) – застосовується для виміру дальностей, заснований на тому, що зміни фази електромагнітних коливань пропорційні відстані, пройденій цими коливаннями.

**Файл (file)** – 1) сукупність однотипних записів; 2) область зовнішньої пам'яті (наприклад, магнітного диска).

**Флоппі–диск (floppy disk, diskette, flexible disk, floppy, FD)** – змінний магнітний диск, що використовується як зовнішня пам'ять прямого доступу накопичувачем на гнучкихмагнітних дисках.

**Формат (format)** – 1) спосіб розташування або подання даних у пам'яті, базі даних, документі або на зовнішньому носії; 2) у ГІС, машинній графіці й обробці зображень загальне найменування способу машинної реалізації подання просторових даних.

**Формат картографічного добутку (cartographic work format)** – розміри, виражені в сантиметрах. Для карт вказують розміри аркуша, для рельєфних карт– додають найбільшу висоту по вертикалі, для атласів – розміробкладинки, для глобусів – довжину діаметра.

**Фотограмметрія (photogrammetry)** – науково–технічна дисципліна, яка займається визначенням розмірів, форми й просторового положення об'єктів за результатами виміру їхніх зображень.

**Фотокарта (photomap, photographic map)** – поліграфічно виданий фотоплан у заданій картографічній проекції і розграфці з нанесеним на нього картографічним навантаженням (координатні сітки, горизонталі, назви населених пунктів, водних об'єктів та ін., а також різний тематичний зміст).

**Фоторельєф (photographic hill shading)** – спосіб тіньової пластики,напівтонове зображення рельєфу на карті, отримане шляхом фотографування попередньо виготовленої рельєфної (об'ємної) моделі місцевості при штучному косому висвітленні.

**Функціональні можливості ГІС (GIS functionality, GIS functions)**– набір функцій географічних інформаційних систем і відповідних їм програмних засобів ГІС.

## Ц

**Центроїд (centroid, seed)** – 1) точка, що є центром ваги фігури; 2) внутрішня точка полігону із значеннями координат, отриманими, наприклад,

усередненням координат всіх точок, що утворюють полігон; служить для його ідентифікації.

**Цифрування** (digitizing, digitising, digitalization) – 1) процес аналого-цифрового перетворення даних, тобто переклад аналогових даних у цифрову форму; 2) угеоінформатиці, комп'ютерній графіці й картографії перетворення аналогових графічних і картографічних документів (оригіналів) у форму цифрових записів, що відповідають векторним поданням просторових об'єктів.

**Цифрова карта** (digital map) – цифровий вираз векторного або растрового подання загальногеографічної або тематичної карти, записане в певному форматі, що забезпечує її зберігання, редагування і відтворення.

**Цифрова картографія** (digital cartography) – розділ картографії, що охоплює теорію і методи створення та практичного застосування цифрових карт, інших цифрових часових–просторово–тимчасових картографічних моделей.

**Цифрова модель місцевості** (Digital Terrain Model (DTM)) – цифрова форма подання земної поверхні у вигляді мережі (матриці) висот або списку тривимірних координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

**Цифрова модель рельєфу**, ЦМР (digital terrain model, DTM; digital elevation model, DEM; Digital Terrain Elevation Data, DTED) – засіб цифрового подання тривимірних просторових об'єктів (поверхонь, рельєфів) у вигляді тривимірних даних (three-dimensional data, 3-dimensional data, 3-D data, volumetric data).

**Цифрове зображення** (digital image) – зображення, представлене в цифровому вигляді як растрові файли, що одержується або безпосередньо по радіоканалах зповітряних або космічних (літальних) апаратів для дистанційних зйомок, або шляхом цифрування аналогових зображень за допомогою сканера чи відеокамери.

**Цифрове картографування** (digital mapping) – комплекс методів, технологій і процесів із створення цифрових карт, атласів та ін. цифрових часових просторово–тимчасових картографічних моделей.

**ЦММ (DTM)**–див. цифрова модель місцевості.

**ЦМР (DTM, DEM, DTED)**–див. цифрова модель рельєфу.

## Ч

**Читання карти** (map reading, map interpretation) – сприйняття карти (зорове або автоматичне), пов'язане з розпізнаванням картографічних образів, тлумаченням і розумінням її змісту.

## Ш

**Шар** (layer, theme, coverage, overlay) – сукупність однотипних просторових об'єктів, що ставляться до однієї теми (класу об'єктів) у межах деякої території і в системі координат, загальних для набору шарів.

**Широта** (latitude) – одна з координат, що визначає положення точки на Землі в напрямку Південь–Північ.

**Шкали (на картах)** (scale, graduation) – графічне зображення послідовності зміни кольору, насиченості, кількісних характеристик умовних знаків.

**Штучний інтелект**(artificial intelligence, AI) – загальне поняття, що описує здатність обчислювальної машини моделювати процес мислення за рахунок виконання функцій, які звичайно зв'язують людським інтелектом.

## Я

**Якість карт** (map quality) – сукупність властивостей, що забезпечують здатність карти задовольняти певні потреби користувачів.

*Електронне навчальне видання*

**ЄВДОКІМОВ** Андрій Анатолійович,  
**МАНАКОВА** Наталія Олегівна,  
**СЕНЧУК** Тетяна Сергіївна

# **Інфраструктура просторових даних**

## **НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

Відповідальний за випуск *М. В. Булаєнко*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

Підп. до друку 20.11.2018.    Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 9,2.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5358 від 11.04.2017.