

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра комп'ютерних наук

ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

“ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ”

для студентів спеціальностей

8.05010301 “Програмне забезпечення систем”

8.05010302 “Інженерія програмного забезпечення”

Тернопіль 2013

А.В. Пукас // Опорний конспект лекцій з дисципліни „ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ” для студентів спеціальностей: 8.05010301 “Програмне забезпечення систем” та 8.05010302 “Інженерія програмного забезпечення”. – Тернопіль, 2013. – 42 с.

Укладач: **Пукас Андрій Васильович, к.т.н., доц.,**
доцент кафедри комп’ютерних наук ТНЕУ;

Рецензенти: завідувач кафедри комп’ютерної інженерії ТНЕУ, д.т.н.,
Березький О.М.

доцент кафедри комп’ютерних технологій Тернопільського національного педагогічного університету ім. В.Гнатюка,
к.т.н., доцент **Рак В.І.**

Затверджено на засіданні кафедри комп’ютерних наук ТНЕУ.
Протокол № __ від «__» _____ 2013 р.

ЛЕКЦІЯ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГЕОГРАФІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

1. Поняття про геоінформаційні системи
2. «Дані», «інформація», «знання» в геоінформаційних системах
3. Узагальнені функції ГІС
4. Класифікація ГІС
5. Джерела даних і їх типи
- 6 Основні компоненти ГІС: технічне, програмне й інформаційне забезпечення

1. Поняття про геоінформаційні системи

Географічна інформаційна система або геоінформаційна система (ГІС) - це інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, аналіз і відображення просторових даних і пов'язаних з ними непросторових, а також отримання на їх основі інформації і знань про географічний простір.

Вважається, що географічні або просторові дані складають більше половини об'єму усієї циркулюючої інформації, використовуваної організаціями, що займаються різними видами діяльності, в яких потрібен облік просторового розміщення об'єктів. ГІС орієнтована на забезпечення можливості ухвалення оптимальних управлінських рішень на основі аналізу просторових даних.

Ключовими словами у визначенні ГІС являються - аналіз просторових даних або просторовий аналіз. ГІС може відповісти на наступні питання:

- Що знаходиться в заданій області?
- Де знаходиться область, що задовольняє заданому набору умов?

Сучасні ГІС розширили використання карт за рахунок зберігання графічних даних у вигляді окремих тематичних шарів, а якісних і кількісних характеристик складових їх об'єктів у вигляді баз даних. Така організація даних за наявності гнучких механізмів управління ними, забезпечує принципово нові аналітичні можливості.

2. «Дані», «інформація», «знання» в геоінформаційних системах

Конкретизуючи терміни "дані", "інформація", "знання", стосовно оперування ними в інформаційній системі, можна відмітити, що, маючи багато спільного, ці поняття розрізняються за своєю суттю.

Під *даними* розуміється сукупність фактів, відомих про об'єкти, або результати виміру цих об'єктів. Дані, використовувані в ГІС, відрізняються високою мірою формалізації. Дані - це як би будівельний елемент в процесі створення інформації, оскільки вона виходить в процесі обробки даних.

Стосовно ГІС під *інформацією* розуміється сукупність відомостей, що визначають міру наших знань про об'єкт.

У такому контексті *знання* можна розглядати як результат інтерпретації інформації. Найбільш загальне визначення: знання - результат пізнання дійсності, що отримав підтвердження в практиці. Наукове знання відрізняється своєю систематичністю, обґрунтованістю і високою мірою структуризації.

Інформаційні системи можна розглядати як ефективний інструмент отримання знань.

Відмінності між термінами «дані», «інформація» і «знання» простежуються в історії розвитку технічних систем, так спочатку з'явилися банки даних, пізніше інформаційні системи, потім з'явилися системи, засновані на знаннях, - інтелектуальні системи (експертні системи).

Нині на ринку програмних продуктів представлені декілька видів систем, працюючих з просторово розподіленою інформацією, до них зокрема, відносяться системи автоматизованого проектування, автоматизованого картографування і ГІС. ГІС в порівнянні з іншими автоматизованими системами мають розвинені засоби аналізу просторових даних.

3. Узагальнені функції ГІС-систем

Більшість сучасних ГІС здійснюють комплексну обробку інформації, використовуючи нижче приведені функції:

1. Введення і редагування даних;
2. Підтримка моделей просторових даних;
3. Зберігання інформації;
4. Перетворення систем координат і трансформація картографічних проєкцій;
5. Растрово-векторні операції;
6. Вимірні операції;
7. Полігональні операції;
8. Операції просторового аналізу;
9. Різні види просторового моделювання;
10. Цифрове моделювання рельєфу і аналіз поверхонь;
11. Виведення результатів в різних формах.

4. Класифікація ГІС

ГІС системи розробляються з метою вирішення наукових і прикладних завдань по моніторингу екологічних ситуацій, раціональному використанню природних ресурсів, а також для інфраструктурного проектування, міського і регіонального планування, для вжиття оперативних заходів в умовах надзвичайних ситуацій ін.

Безліч завдань, що виникають в житті, привела до створення різних ГІС, які можуть класифікуватися за наступними ознаками:

По функціональних можливостях:

- повнофункціональні ГІС загального призначення;
- спеціалізовані ГІС орієнтовані на рішення конкретної задачі в певній предметній області;
- інформаційно-довідкові системи для домашнього й інформаційно-довідкового користування.

Функціональні можливості ГІС визначаються також архітектурним принципом їх побудови :

- закриті системи - не мають можливостей розширення, вони здатні виконувати тільки той набір функцій, який однозначно визначений на момент купівлі.
- відкриті системи відрізняються легкістю пристосування, можливостями розширення, оскільки можуть бути побудовані самим користувачем за допомогою спеціального апарату (вбудованих мов програмування).

По просторовому (територіальному) охопленню:

- глобальні (планетарні);

- загальнонаціональні;
- регіональні;
- локальні (у тому числі муніципальні).

По проблемно-тематичній орієнтації:

- загальногеографічні;
- екологічні і природокористувацькі;
- галузеві (водних ресурсів, лісокористування, геологічні, туризму і так далі);

За способом організації географічних даних:

- векторні;
- растрові;
- векторно-растрові ГІС.

5. Джерела даних і їх типи

В якості **джерел даних** для формування ГІС служать:

- **картографічні матеріали** (топографічні і загальногеографічні карти, карти адміністративно-територіального поділу, кадастрові плани та ін.). Відомості, що отримуються з карт, мають територіальну прив'язку, тому їх зручно використати в якості базового шару ГІС. Якщо немає цифрових карт на досліджувану територію, тоді графічні оригінали карт перетворюються в цифровий вигляд.

- **дані дистанційного зондування** (ДДЗ) все ширше використовуються для формування баз даних ГІС. До ДДЗ, передусім, відносять матеріали, що отримуються з космічних носіїв. Для дистанційного зондування застосовують різноманітні технології отримання зображень і передачі їх на Землю, носії знімальної апаратури (космічні апарати і супутники) розміщують на різних орбітах, оснащують різною апаратурою. Завдяки цьому отримують знімки, що відрізняються різним рівнем огляду і детальності відображення об'єктів природного середовища в різних діапазонах спектру (видимий і ближній інфрачервоний, тепловий інфрачервоний і радіодіапазон). Усе це обумовлює широкий спектр екологічних завдань, що вирішуються із застосуванням ДДЗ.

До методів дистанційного зондування відносяться і аеро- і наземні зйомки, і інші неконтактні методи, наприклад гідроакустичні зйомки рельєфу морського дна. Матеріали таких зйомок забезпечують отримання як кількісної, так і якісної інформації про різні об'єкти природного середовища.

- **матеріали польових досліджень територій**, включають дані топографічних, інженерно-геодезичних досліджень, кадастрової зйомки, геодезичні виміри природних об'єктів, що виконуються нівелірами, теодолітами, електронними тахеометрами, GPS приймачами, а також результати обстеження територій із застосуванням геоботанічних і інших методів, наприклад, дослідження по переміщенню тварин, аналіз ґрунтів та ін.

- **статистичні дані** містять дані державних статистичних служб по самих різних галузях народного господарства, а також дані стаціонарних вимірювальних постів спостережень (гідрологічні і метеорологічні дані, відомості про забруднення довкілля і т. д).

- **літературні дані** (довідкові видання, книги, монографії і статті, що містять різноманітні відомості по окремих типах географічних об'єктів).

У ГІС рідко використовується тільки один вид даних, найчастіше це поєднання різноманітних даних на яку-небудь територію.

6. Основні компоненти ГІС: технічне, програмне й інформаційне забезпечення

До основних компонент ГІС відносять: технічне, програмне, інформаційне забезпечення. Вимоги до компонент ГІС визначаються, в першу чергу, користувачем, перед яким стоїть конкретне завдання (облік природних ресурсів, або управління інфраструктурою міста), яке має бути вирішене для певної території, що відрізняється природними умовами і мірою її освоєння.

Технічне забезпечення

Технічне забезпечення - це комплекс апаратних засобів, використовуваних при функціонуванні ГІС : робоча станція або персональний комп'ютер (ПК), пристрої введення-виведення інформації, пристрої обробки і зберігання даних, засоби телекомунікації.

Робоча станція або ПК є ядром будь-якої інформаційної системи і призначені для управління роботою ГІС і виконання процесів обробки даних, заснованих на обчислювальних або логічних операціях. Сучасні ГІС здатні оперативіно обробляти величезні масиви інформації і візуалізувати результати.

Введення даних реалізується за допомогою різних технічних засобів і методів : безпосередньо з клавіатури, за допомогою дигітайзера або сканера, через зовнішні комп'ютерні системи. Просторові дані можуть бути отримані електронними геодезичними приладами, безпосередньо за допомогою дигітайзера і сканера, або за результатами обробки знімків на аналітичних фотограмметричних приладах або цифрових фотограмметричних станціях.

Пристрої для обробки і зберігання даних сконцентровані в системному блоці, що включає центральний процесор, оперативну пам'ять, зовнішні пристрої, що запам'ятовують, і призначений для користувача інтерфейс.

Пристрої *виведення даних* повинні забезпечувати наочне представлення результатів, передусім на моніторі, а також у вигляді графічних оригіналів, що отримуються на принтері або плоттері (графічному пристрої), крім того, обов'язкова реалізація експорту даних в зовнішні системи.

Програмне забезпечення

Програмне забезпечення - сукупність програмних засобів, що реалізують функціональні можливості ГІС, і програмних документів, необхідних при їх експлуатації.

Структурне програмне забезпечення ГІС включає *базові і прикладні програмні засоби*.

Базові програмні засоби включають: операційні системи (ОС), програмні середовища, мережеве програмне забезпечення і системи управління базами даних. Операційні системи призначені для управління ресурсами ЕОМ і процесами, що використовують ці ресурси. На теперішній час основні ОС: Windows і Unix.

Будь-яка ГІС працює з даними двох типів даних - просторовими і атрибутивними. Для їх ведення програмне забезпечення повинне включати систему управління базами тих і інших даних (СУБД), а також модулі управління засобами введення і виведення даних, систему візуалізації даних і модулі для виконання просторового аналізу.

Прикладні програмні засоби призначені для вирішення спеціалізованих завдань в конкретній предметній області і реалізуються у вигляді окремих *застосувань і утиліт*.

Інформаційне забезпечення

Інформаційне забезпечення - сукупність масивів інформації, систем кодування і класифікації інформації. Інформаційне забезпечення складають реалізовані рішення по видах, об'ємах, розміщенні і формах організації інформації, включаючи пошук і оцінку джерел даних, набір методів введення даних, проектування баз даних, їх ведення і метасупровід. Особливість зберігання просторових даних в ГІС - їх розділення на шари. Багат шарова організація електронної карти, за наявності гнучкого механізму управління шарами, дозволяє об'єднати і відобразити набагато більшу кількість інформації, ніж на звичайній карті. Дані про просторове положення (географічні дані) і пов'язані з ними табличні можуть готуватися самим користувачем або отримуватися. Для такого обміну даними важлива інфраструктура просторових даних.

Інфраструктура просторових даних визначається нормативно-правовими документами, механізмами організації і інтеграції просторових даних, а також їх доступність різним користувачам. Інфраструктура просторових даних включає три необхідні компоненти: базову просторову інформацію, стандартизацію просторових даних, бази метаданих і механізм обміну даними.

ЛЕКЦІЯ 2. СТРУКТУРИ І МОДЕЛІ ДАНИХ

1. Відображення об'єктів реального світу в ГІС
2. Структури даних
3. Моделі даних
4. Формати даних
5. Бази даних і управління ними

1. Відображення об'єктів реального світу в ГІС

Об'єкти реального світу, що розглядаються в геоінформатиці, відрізняються *просторовими, часовими і тематичними характеристиками*.

Просторові характеристики визначають положення об'єкту в заздалегідь визначеній системі координат, основна вимога до таких даних - точність.

Часові характеристики фіксують час дослідження об'єкта і є важливими для оцінювання змін властивостей об'єкта з часом. Основна вимога до таких даних - актуальність, що означає можливість їх використання для обробки, неактуальні дані - це застарілі дані.

Тематичні характеристики описують різні властивості об'єкта, включаючи економічні, статистичні, технічні і інші властивості, основна вимога - повнота.

Для представлення просторових об'єктів в ГІС використовують *просторові і атрибутивні типи даних*.

Просторові дані - відомості, які характеризують місце розташування об'єктів в просторі один відносно одного і їх геометрію.

Просторові об'єкти представляють за допомогою наступних графічних об'єктів: точки, лінії, області і поверхні.

Опис об'єктів здійснюється шляхом вказівки координат об'єктів і їх складників.

Точкові об'єкти - це такі об'єкти, кожен з яких розташований тільки в одній точці простору, представленою парою координат X, Y . Залежно від масштабу картографування, в якості таких об'єктів можуть розглядатися дерево, будинок або місто.

Лінійні об'єкти, представлені як одновимірні, такі, що мають одну розмірність - довжину, ширина об'єкту не виражається в цьому масштабі або не істотна. Приклади таких об'єктів : річки, межі муніципальних округів, горизонталі рельєфу.

Області (полігони) - площадкові об'єкти, представляються набором пар координат (X, Y) або набором об'єктів типу лінія, що є замкнутим контуром. Такими об'єктами можуть бути представлені території, займані певним ландшафтом, містом або цілим континентом.

Поверхня - при її описі потрібно додавання до площадкових об'єктів значень висоти. Відновлення поверхонь здійснюється за допомогою використання математичних алгоритмів (інтерполяції і апроксимації) по початковому набору координат X, Y, Z .

Додаткові непросторові дані про об'єкти утворюють набір атрибутів.

Атрибутивні дані - це якісні або кількісні характеристики просторових об'єктів, що виражаються, як правило, в алфавітно-цифровому виді.

Приклади таких даних : географічна назва, видовий склад рослинності, характеристики ґрунтів і тому подібне

Природа просторових і атрибутивних даних різна, відповідно різні і методи маніпулювання (зберігання, введення, редагування, пошуку і аналізу) для двох цих складових геоінформаційної системи. Одна з основних ідей, втілених в традиційних ГІС, - це збереження зв'язку між просторовими і атрибутивними даними, при роздільному їх зберіганні і, частково, роздільній обробці.

Загальний цифровий опис просторового об'єкту включає: найменування; вказівка місця розташування; набір властивостей; стосунки з іншими об'єктами. Найменуванням об'єкту служить його географічна назва (якщо воно є), його умовний код або *ідентифікатор*, що привласнюється користувачем або системою.

Однотипні об'єкти по просторовому і тематичному ознакам об'єднуються в *шари цифрової карти*, які розглядаються як окремі інформаційні одиниці, при цьому існує можливість поєднання усієї наявної інформації

2. Структури даних

Для представлення просторових даних в ГІС застосовують *векторні і растрові структури даних*.

Векторна структура - це представлення просторових об'єктів у вигляді набору координатних пар (векторів), що описують геометрію об'єктів (рис.1).

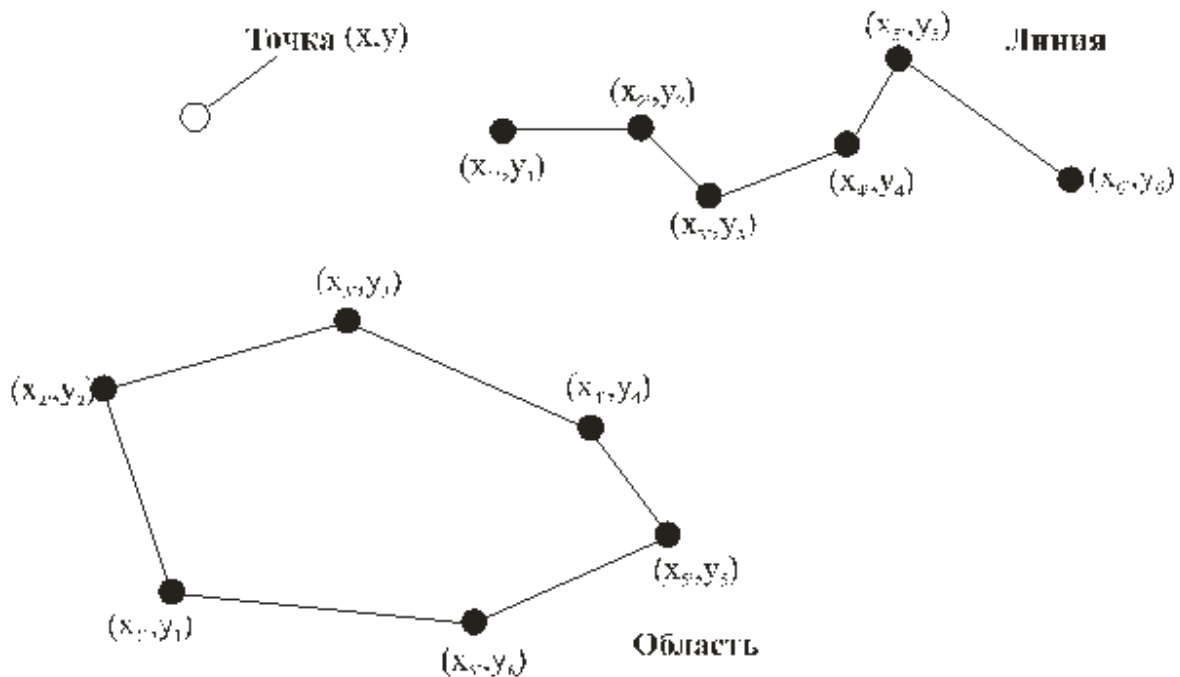


Рис. 1. Векторне представлення просторових даних

Растрова структура даних припускає представлення даних у вигляді двовірної сітки, кожен осередок якої містить тільки одне значення, що характеризує об'єкт, що відповідає осередку растру на місцевості або на зображенні. В якості такої характеристики може бути код об'єкту (ліс, луг і так далі) висота або оптична щільність.

Точність растрових даних обмежується розміром осередки. Такі структури є зручним засобом аналізу і візуалізації різного роду інформації.

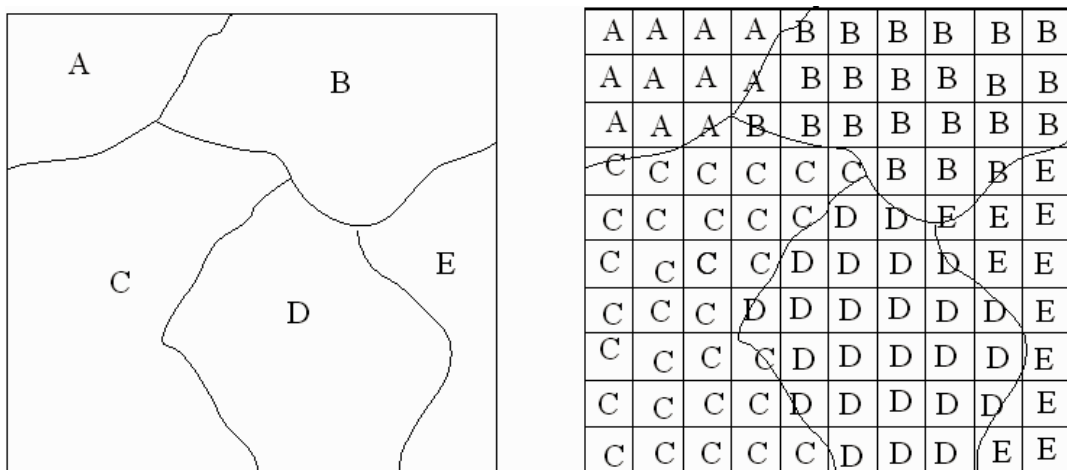


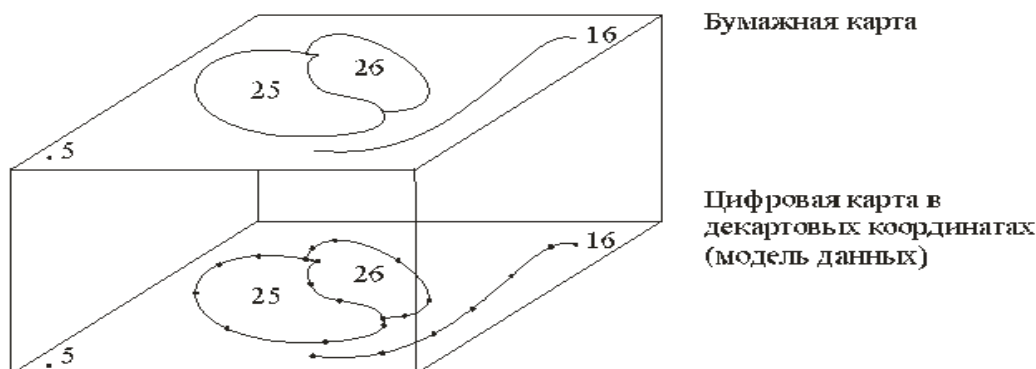
Рис. 2. Растрова структура даних

Для реалізації растрових і векторних структур розроблені різні моделі даних.

3. Моделі даних

Моделі просторових даних - логічні правила для формалізованого цифрового опису просторових об'єктів.

Векторні моделі даних. Існує декілька способів об'єднання векторних структур даних у векторну модель даних, що дозволяє досліджувати взаємозв'язки між об'єктами одного шару або між об'єктами різних шарів. Простою векторною моделлю даних є «спагетті» - модель (рис.3). В цьому випадку переводиться «один в один» графічне зображення карти.



Бумажная карта

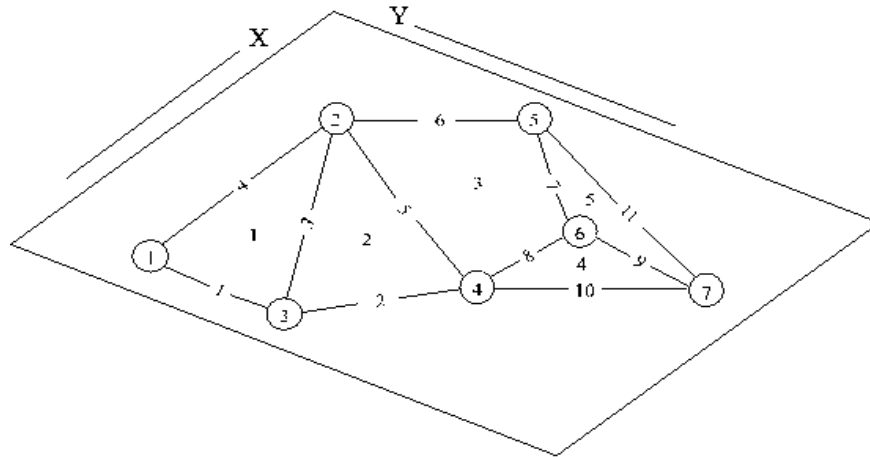
Цифровая карта в декартовых координатах (модель данных)

Об'єкт	номер	Положення
Точка	5	Одна пара координат (x, y)
Лінія	16	Набір пар координат (x, y)
Область	25	Набір пар координат (x, y), перша і остання співпадає

Рис. 3. «спагетті»-модель

У цій моделі не міститься опис стосунків між об'єктами, кожен геометричний об'єкт зберігається окремо і не пов'язаний з іншими, наприклад загальна межа об'єктів 25 і 26 записується двічі, хоча за допомогою однакового набору координат. Усі стосунки між об'єктами повинні обчислюватися незалежно, що утрудняє аналіз даних і збільшує об'єм інформації, що зберігається.

Векторні *топологічні моделі* (рис. 4) містять зведення про сусідство, близькості об'єктів і інші, характеристики взаємного розташування векторних об'єктів.



Файл вузлів		
Номер дуги	Координата X	Координата Y
1	19	6
2	15	15
3	27	13
4	24	19

Файл областей	
Номери областей	Список дуг
1	1, 4, 3
2	2, 3, 5
3	5, 6, 7, 8

Файл дуг				
Номер дуги	Правий полігон	Лівий полігон	Початковий вузол	Кінцевий вузол
1	1	0	3	1
2	2	0	4	3
3	2	1	3	2
4	1	0	1	2
5	3	2	4	2
6	3	0	2	5

Рис. 4. Векторна топологічна модель даних

Топологічна інформація описується набором вузлів і дуг. Вузол - цей перетин двох або більше за дуги, і його номер використовується для посилання на будь-яку дугу, якій він належить. Кожна дуга починається і закінчується або в точці перетину з іншою дугою, або у вузлі, що не належить іншим дугам. Дуги утворюються послідовністю відрізків, сполучених проміжними точками. В цьому випадку кожна лінія має два набори чисел : пари координат проміжних точок і номера вузлів. Крім того, кожна дуга має свій ідентифікаційний номер, який використовується для вказівки тієї, які вузли представляють її початок і кінець.

Розроблені і інші модифікації векторних моделей, зокрема, існують спеціальні векторні моделі для представлення моделей поверхонь, які будуть розглянуті далі.

Растрові моделі використовуються в двох випадках. У першому випадку - для зберігання початкових зображень місцевості. У другому випадку, для зберігання тематичних шарів, коли користувачів цікавлять не окремі просторові об'єкти, а набір точок простору, що мають різні характеристики (висотні відмітки або глибини, вологість ґрунтів і так далі), для оперативного аналізу або візуалізації.

Існує декілька способів зберігання і адресації значень окремих осередків растру, і їх атрибутів, назв шарів і легенд.

При використанні растрових моделей актуальним є питання стискування растрових даних, для якого розроблені методи групового кодування, блокового кодування, кодування ланцюжка і представлення у вигляді квадродререва.

4. Формати даних

Формати даних визначають спосіб зберігання інформації на жорсткому диску, а також механізм її обробки. Моделі даних і формати даних певним способом взаємозв'язані.

Існує велика кількість форматів даних. Можна відмітити, що у багатьох ГІС підтримуються основні формати зберігання растрових даних (TIFF, JPEG, GIF, BMP, WMF, PCX), а також GeoSpot, GeoTIFF, що дозволяють передавати інформацію про прив'язку растрового зображення до реальних географічних координат, і MrSID - для стискування інформації. Найбільш поширеним серед векторних форматів є - DXF.

Усі системи підтримують обмін просторовою інформацією (експорт і імпорт) з багатьма ГІС і САПР через основні обмінні формати: SHP, E00, GEN (ESRI), VEC (IDRISI), MIF (MapInfo Corp.), DWG, DXF (Autodesk), WMF (Microsoft), DGN (Bentley). Тільки деякі, в основному вітчизняні системи, підтримують російські обмінні формати - F1M (Роскартографія), SXF (Військово-топографічна служба).

Досить часто для ефективною реалізації одних комп'ютерних операцій віддають перевагу векторному формату, а для інших растровий. Тому, в деяких системах реалізуються можливості маніпулювання даними в тому і в іншому форматі, і функції перетворення векторного в растровий, і навпаки, растрового у векторний формати.

5. Бази даних і управління ними

Сукупність цифрових даних про просторові об'єкти утворює безліч просторових даних і складає зміст баз даних.

База даних (БД) - сукупність даних організованих за певними правилами, що встановлюють загальні принципи опису, зберігання і маніпулювання даними

Створення БД і звернення до неї (по запитах) здійснюється за допомогою системи управління базами даних (СУБД).

Логічна структура елементів бази даних визначається вибраною моделлю БД. Найбільш поширеними моделями БД є *ієрархічні, мережеві і реляційні і об'єктно-орієнтовані*.

Ієрархічні моделі представляють деревовидну структуру, в цьому випадку кожен запис пов'язаний тільки з одним записом, що знаходиться на більш високому рівні.

Така система добре ілюструється системою класифікації рослин і тварин. Прикладом може також служити структура зберігання інформації на дисках ПК. Головне поняття такої моделі рівень. Кількість рівнів і їх склад залежить від прийнятої при створенні БД класифікації. Доступ до будь-якого з цих записів здійснюється шляхом проходження по строго певному ланцюжку вузлів. При такій структурі легко здійснювати пошук потрібних даних, але якщо спочатку опис неповний, або не передбачений який або критерій пошуку, то він стає неможливим. Для досить простих завдань така система ефективна, але вона практично непридатна для використання в складних системах з оперативною обробкою запитів.

Мережеві моделі були покликані усунути деякі з недоліків ієрархічних моделей. У мережевій моделі кожен запис в кожному вузлі мережі може бути пов'язаний з декількома іншими вузлами. Записи, що входять до складу мережевої структури, містять в собі покажчики, що визначають місце розташування інших записів, пов'язаних з ними. Така модель дозволяє прискорити доступ до даних, але зміна структури бази вимагає значних зусиль і часу.

Реляційні моделі збирають дані в уніфіковані *таблиці*. Таблиці привласнюється унікальне ім'я усередині БД. Кожен стовпець - це поле, що має ім'я, що відповідає атрибуту, що міститься в нім. Кожен рядок в таблиці відповідає запису у файлі. Одне і теж поле може бути присутнім в декількох таблицях. Оскільки рядки в таблиці не впорядковані, то визначається один або декілька стовпців, значення яких однозначно ідентифікують кожен рядок. Такий стовпець називається первинним ключем. Взаємозв'язок таблиць підтримується зовнішніми ключами. Маніпулювання даними здійснюється за допомогою операцій, що породжують таблиці. Користувач може легко заносити у базу нові дані, комбінувати таблиці, вибираючи окремі поля і записи, і формувати нові таблиці для відображення на екрані.

Об'єктно-орієнтовані моделі застосовують, якщо геометрія певного об'єкту здатна охоплювати декілька шарів, атрибути таких об'єктів можуть наслідувати, для їх обробки застосовують специфічні методи.

Для обробки даних, розміщених в таблицях потрібні додаткові відомості про дані, їх називають метаданими.

Метадані - дані про дані: каталоги, довідники, реєстри і інші форми опису наборів цифрових даних.

ЛЕКЦІЯ 3. ТЕХНОЛОГІЇ ВВЕДЕННЯ ДАНИХ

1. Способи введення даних
2. Перетворення початкових даних
3. Введення даних дистанційного зондування

1. Способи введення даних

Відповідно до використовуваних технічних засобів розрізняють два способи введення даних : дигіталізацію і векторизацію. Для ручного введення просторових даних застосовується *дигітайзер*. Він складається з планшета (столика) з електронною сіткою, до якого приєднаний пристрій що називається курсором. Курсор є подібністю графічного маніпулятора - миші, має візиря, нанесеного на прозору пластинку, за допомогою якого оператор виконує точне наведення на окремі елементи карти. На курсорі поміщені кнопки, які дозволяють фіксувати початок і кінець лінії або межі області, кількість кнопок залежить від рівня складності дигітайзера. Дигітайзери бувають різних форматів і забезпечують роздільність 0,03 мм із загальною точністю 0,08 мм на відстані 1,5 м. Існують автоматизовані дигітайзери, що забезпечують автоматичне відстежування ліній.

Найбільше поширення для введення даних отримали *сканери*. Вони дозволяють вводити растрове зображення карти в комп'ютер. Існують різні типи сканерів, які розрізняються : за способом подання початкового матеріалу (планшетні і протяжні (барабанного типу); за способом зчитування інформації (працюючі на просвітлювання або на відображення); по радіометричній роздільній здатності або глибині кольору; по оптичній (або геометричній) роздільній здатності. Остання характеристика визначається мінімальним розміром елемента зображення, який розрізняється сканером.

Процес оцифровування растрового зображення на екрані комп'ютера називають векторизацією. Існує три способи векторизації : ручний, інтерактивний і автоматичний. При ручній векторизації оператор обводить мишею на зображенні кожен об'єкт, при інтерактивній - частина операцій проводиться автоматично. Так, наприклад, при векторизації горизонталей досить задати початкову точку і напрям відстежування ліній, далі векторизатор сам відстежить цю лінію до тих пір, поки на його шляху не зустрінуться невизначені ситуації, типу розриву лінії. Можливості інтерактивної векторизації прямо пов'язані з якістю початкового матеріалу і складністю карти. Автоматична векторизація припускає безпосередній переклад з растрового формату у векторний за допомогою спеціальних програм, з подальшим редагуванням. Воно потрібне, оскільки навіть найвитонченіша програма може невірно розпізнати об'єкт, прийняти наприклад, символ за групу точок, і тому подібне.

2. Перетворення початкових даних

Відскановані початкові карти створювалися в певній картографічній проекції і системі координат. При оцифровуванні ця складна проекція зводиться в набір просторових координат. Тому необхідно перетворити карту до її початкової проекції. Для цього в ГІС вводяться відомості про використовувану проекцію (зазвичай ГІС дозволяє працювати з великою кількістю проекцій) і здійснюється ряд перетворень. Три основних з них, які часто виконуються одночасно, це перенесення, поворот і масштабування.

Перенесення - це просто переміщення усього графічного об'єкта в інше місце на координатній площині. Воно виконується додаванням певних величин до координат X і Y об'єкта:

$$X' = X + T_x, Y' = Y + T_y$$

Масштабування теж дуже корисно, оскільки часто скануються карти різних масштабів, для цього використовують співвідношення:

$$X' = X \cdot S_x, Y' = Y \cdot S_y$$

Поворот виконується з використанням тригонометричних функцій:

$$X' = X \cos \theta + Y \sin \theta, Y' = X \sin \theta + Y \cos \theta$$

Усі необхідні перетворення можуть бути виконані з використанням цих трьох основних графічних операцій по координатах опорних точок.

3. Введення даних дистанційного зондування

У ГІС використовують не первинні матеріали ДЗ, що отримуються під час зйомки, а похідні, що формуються в результаті їх обробки. Дані з супутників піддаються попередній цифровій обробці для усунення радіометричних і геометричних спотворень, впливу атмосфери і так далі. Для поліпшення візуальної якості початкових зображень можуть застосовуватися процедури для зміни яскравості і контрастності, фільтрації для усунення шумів або підкреслення контурів і дрібних деталей. При використанні аерофотознімків слід звертати увагу на спотворення, що викликаються кутами нахилів знімків і рельєфом місцевості, які можуть бути усунені в процесі трансформування або ортофототрансформування.

ЛЕКЦІЯ 4. АНАЛІЗ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

1. Завдання просторового аналізу
2. Основні функції просторового аналізу даних
3. Аналіз просторового розподілу об'єктів

1. Завдання просторового аналізу

До засобів просторового аналізу відносяться різні процедури маніпулювання просторовими і атрибутивними даними, що виконуються при обробці запитів користувача. (Наприклад, операції накладення графічних об'єктів, засоби аналізу мережових структур або виділення об'єктів за заданими ознаками).

Для кожного ГІС-пакета характерний свій набір засобів просторового аналізу, що забезпечує рішення специфічних завдань користувача, в теж час можна виділити ряд основних функцій, властивих практично кожному ГІС-пакету. Це, передусім, організація вибору і об'єднання об'єктів відповідно до заданих умов, реалізація операцій обчислювальної геометрії, аналіз накладень, побудова буферних зон, мережовий аналіз.

2. Основні функції просторового аналізу даних

Вибір об'єктів за запитом: найпростішою формою запиту є отримання характеристик об'єкту вказаного курсором на екрані і зворотна операція, коли зображуються об'єкти із заданими атрибутами. Складніші запити дозволяють вибирати об'єкти за декількома ознаками, наприклад за ознакою віддаленості одних об'єктів від інших, співпадаючі об'єкти, але розташовані в різних шарах і т. д.

Для вибору даних відповідно до певних умов використовуються SQL - запити. Для виконання запитів різної складності реалізовані можливості використання при складанні запитів математичних і статистичних функцій, а також географічних операторів, що дозволяють вибирати об'єкти на підставі їх взаємного розташування в просторі (наприклад, чи знаходиться аналізований об'єкт усередині іншого об'єкту або перетинається з ним).

Узагальнення даних може проводитися по рівності значень певного атрибуту, зокрема для зонування території. Ще один спосіб угруповання - об'єднання об'єктів одного тематичного шару відповідно до їх розміщення усередині полігональних об'єктів інших тематичних шарів.

Геометричні функції: до них відносять розрахунки геометричних характеристик об'єктів або їх взаємного положення в просторі, при цьому використовуються формули аналітичної геометрії на площині і в просторі. Так для площадкових об'єктів обчислюються займані ними площі або периметри меж, для лінійних - довжини, а також відстані між об'єктами і так далі

Оверлейні операції (топологічне накладення шарів) є одними з найпоширеніших і ефективніших засобів. В результаті накладення двох тематичних шарів утворюється інший додатковий шар у вигляді графічної композиції початкових шарів. Враховуючи, що аналізовані об'єкти можуть відноситися до різних типів (точка, лінія, полігон), можливі різні форми аналізу : точка на точку, точка на полігон і так далі. Найчастіше аналізується поєднання полігонів.

Побудова буферних зон. Одним із засобів аналізу близькості об'єктів є побудова буферних зон. Буферні зони - це райони (полігони), межа яких знаходиться на заданій відстані від межі початкового об'єкту. Межі таких зон обчислюються на основі аналізу відповідних атрибутивних характеристик. При цьому ширина буферної зони може бути як постійною, так і змінній. Наприклад,

буферна зона навколо джерела електромагнітного випромінювання, матиме форму круга, а зона забруднення від димаря заводу з урахуванням рози вітрів матиме форму близьку до еліпса.

Мережевий аналіз дозволяє користувачеві проаналізувати просторові мережі зв'язних лінійних об'єктів (дороги, лінії електропередач і т. д.). Зазвичай мережевий аналіз служить для завдань визначення найближчого, найбільш вигідного шляху, визначення рівня навантаження на мережу, визначення адреси об'єкту або маршруту за заданою адресою і інші завдання.

3. Аналіз просторового розподілу об'єктів

Аналіз просторового розподілу об'єктів. Фактично у багатьох випадках необхідно знати не лише об'єм простору, займаний об'єктами, але і розташування об'єктів в просторі, який може характеризуватися кількістю об'єктів в певній області, наприклад, розподіл чисельності населення. Найбільш поширені методи аналізу розподілу *точкових об'єктів*. Мірою точкового розподілу служить щільність. Вона визначається як результат ділення числа точок на значення площі території, на якій вони розташовані. Окрім щільності розподілу можна оцінити форму розподілу. Точкові розподіли зустрічаються в одному з чотирьох можливих варіантів : рівномірному (якщо число точок в кожній малій підобласті таке ж, як і у будь-якій іншій підобласті), регулярному (якщо точки, розділені однаковими інтервалами по усій області, розташовані у вузлах сітки), випадковому, кластерному (якщо точки зібрані в тісні групи).

Точкові розподіли можуть описуватися не лише кількістю точок в межах підобластей. Часто аналізуються локальні стосунки усередині пар точок. Обчислення цього статистичного показника включає визначення середньої відстані до найближчої сусідньої точки серед усіх можливих пар найближчих точок. Цей метод дозволяє оцінити міру розрідженості точок в розподілі.

Розподіл ліній також оцінюється по щільності. Зазвичай обчислення виконуються для порівняння різних географічних областей, наприклад по густині гідрографічної мережі. Лінії можуть також оцінюватися по близькості і можливим перетинам. Іншими важливими характеристиками є орієнтація, спрямованість і зв'язаність.

Аналіз розподілу полігонів подібний до аналізу розподілу точок, проте при оцінці щільності визначають не кількість полігонів на одиницю площі, а відносну долю площі, займаної полігоном

ЛЕКЦІЯ 5. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

1. Поверхня і цифрова модель
2. Джерела даних для формування ЦМР
3. Інтерполяції
4. Технологія побудови ЦМР.

1. Поверхня і цифрова модель

Основою для уявлення даних про земну поверхню являються цифрові моделі рельєфу.

Поверхні - це об'єкти, які найчастіше представляються значеннями висоти Z , розподіленими по області, визначеній координатами X і Y .

Цифрові моделі рельєфу (ЦМР) використовують для комп'ютерного представлення земних поверхонь.

ЦМР - засіб цифрового представлення рельєфу земної поверхні.

Побудова ЦМР вимагає певної форми представлення початкових даних (набору координат точок X , Y , Z) і способу їх структурного опису, що дозволяє відновлювати поверхню шляхом інтерполяції або апроксимації початкових даних.

2. Джерела даних для формування ЦМР

Початкові дані для формування ЦМР можуть бути отримані по картах - оцифровуванням горизонталей, по стереопарах знімків, а також в результаті геодезичних вимірів або лазерного сканування місцевості. Найбільш поширений перший спосіб, оскільки збір по стереопарам знімків відрізняється трудомісткістю і вимагає специфічного програмного забезпечення, але в той же час дозволяє забезпечити бажану міру детальності представлення земної поверхні. Лазерне сканування перспективний сучасний метод, поки досить дорогий.

3. Інтерполяції

Побудова ЦМР вимагає певної *структури даних*, а вихідні точки можуть бути по різному розподілені в просторі. Збір даних може здійснюватися по точках регулярної сітки, по структурних лініях рельєфу або хаотично. Первинні дані за допомогою тих або інших операцій призводять до одного з найбільш поширених в ГІС структур для представлення поверхонь : GRID, TIN або TGRID.

TIN (Triangulated Irregular Network) - нерегулярна триангуляційна мережа, система трикутників, що не перекриваються. Вершинами трикутників є вихідні опорні точки. Рельєф в цьому випадку представляється багатогранною поверхнею, кожна грань якої описується або лінійною функцією (поліедральна модель), або поліноміальною поверхнею, коефіцієнти якої визначаються по значеннях у вершинах граней трикутників. Для отримання моделі поверхні треба з'єднати пари точок ребрами певним способом, що називається триангуляцією Делоне (рис. 1).

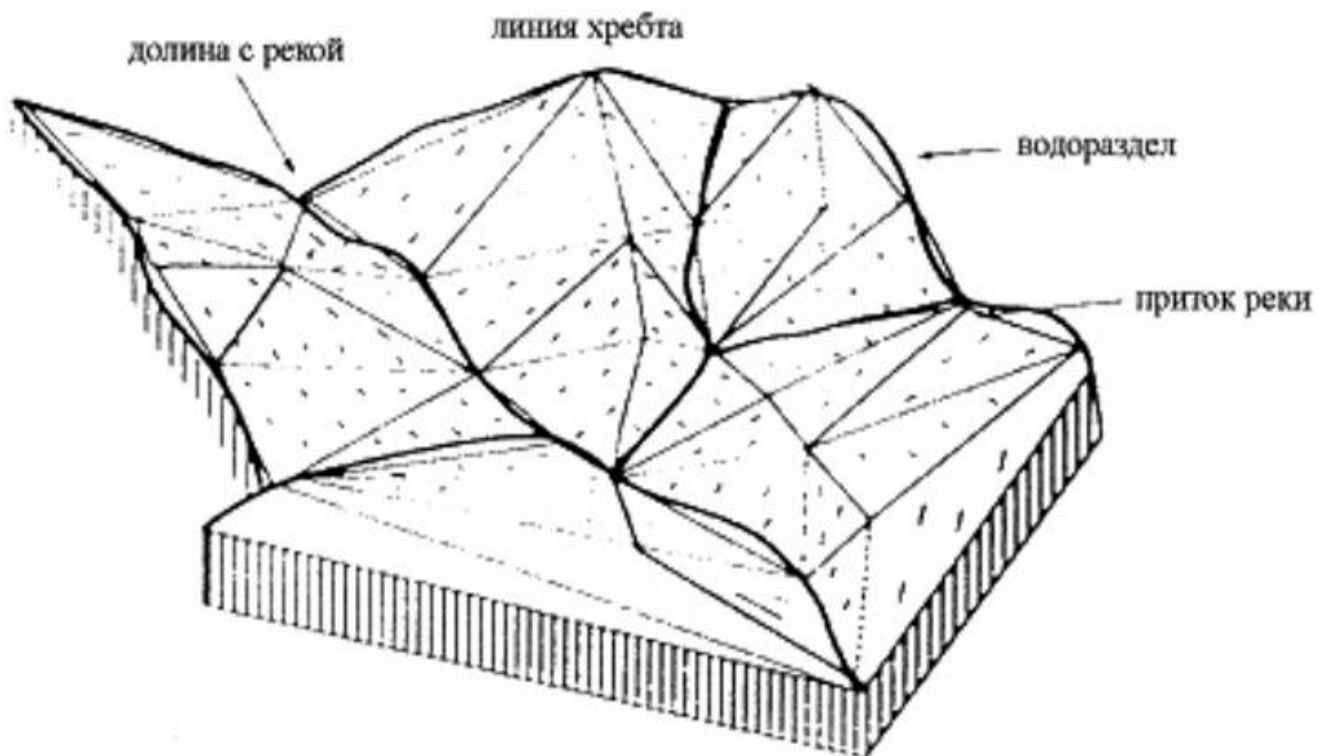


Рис. 1. TIN модель

Триангуляція Делоне в додатку до двовимірного простору формулюється таким чином: система взаємозв'язаних трикутників, що не перекриваються, має найменший периметр, якщо жодна з вершин не потрапляє всередину жодного з кіл, описаних навколо освічених трикутників (рис.2).

Трикутники, що утворилися, максимально наближаються до рівносторонніх. Кожну із сторін утворених трикутників видно з вершини, що лежить навпроти, під максимальним кутом з усіх можливих точок відповідної півплощини. Інтерполяція виконується по утворених ребрах.

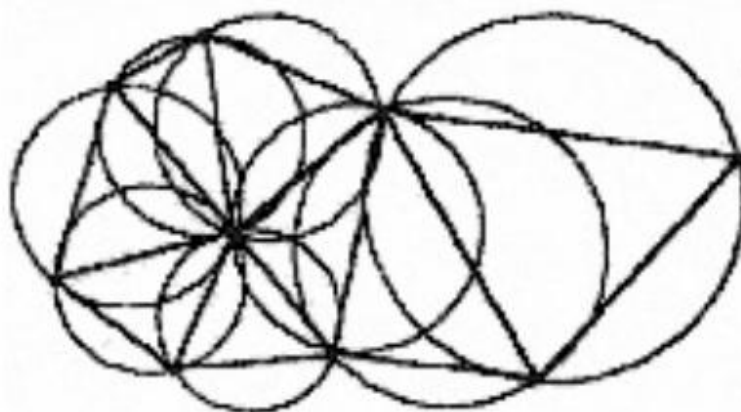


Рис. 2. Триангуляція Делоне

Відмітною особливістю і перевагою триангуляційної моделі є те, що в ній немає перетворень початкових даних. З одного боку, це не дає використати такі моделі для детального аналізу, але з іншого боку, дослідник завжди знає, що в цій моделі немає привнесених помилок, якими грішать

моделі, отримані при використанні інших методів інтерполяції. Це найшвидший метод інтерполяції. Проте, якщо в ранніх версіях більшості ГІС триангуляційний метод був основним, то сьогодні велике поширення отримали моделі у вигляді регулярної матриці значень висот.

GRID - модель, є регулярною матрицею значень висот, отриманою при інтерполяції початкових даних. Для кожної комірки матриці висота обчислюється на основі інтерполяції. Фактично це сітка, розміри якої задаються відповідно до вимог точності конкретної вирішуваної задачі. Регулярна сітка відповідає земній поверхні, а не зображенню.

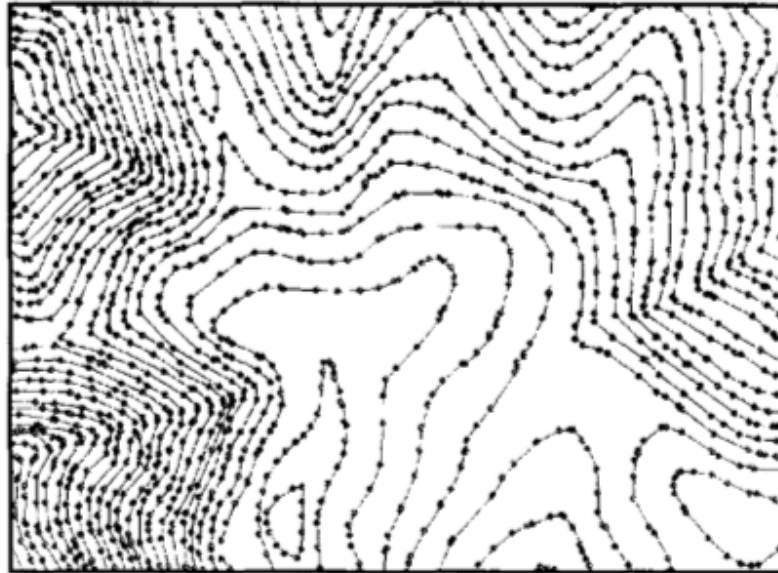


Рис. 3. Щільність точок в моделі GRID

TGRID (triangulated grid) - модель, що поєднує в собі елементи моделей TIN і GRID. Такі моделі мають свої переваги, наприклад, дозволяють використати додаткові дані для опису складних форм рельєфу (обриви, скельні виступи).

Відновлення поверхонь реалізується на основі інтерполяції початкових даних.

Інтерполяція - відновлення функції на заданому інтервалі по відомих її значеннях скінченної множини точок, що належать цьому інтервалу.

Нині відомі десятки методів інтерполяції поверхонь, найбільш поширені: лінійна інтерполяція; метод зворотних зважених відстаней, кригинг, сплайн-інтерполяція; тренд-інтерполяція.

Кригинг. Метод інтерполяції, який заснований на використанні методів математичної статистики. У його реалізації застосовується ідея регіоналізованої змінної, тобто змінної, яка змінюється від місця до місця з деякою видимою безперервністю, тому не може моделюватися тільки одним математичним рівнянням. Поверхня розглядається у вигляді трьох незалежних величин. Перша - тренд, характеризує зміну поверхні в певному напрямі. Далі передбачається, що є невеликі відхилення від загальної тенденції, на зразок маленьких піків і западин, які є випадковими, але все таки пов'язаними один з одним просторово.

Випадковий шум (наприклад, валуни). З кожною з трьох змінних потрібно оперувати окремо. Тренд оцінюється з використанням математичного рівняння, яке найближче представляє загальну зміну поверхні, багато в чому подібно до поверхні тренду.

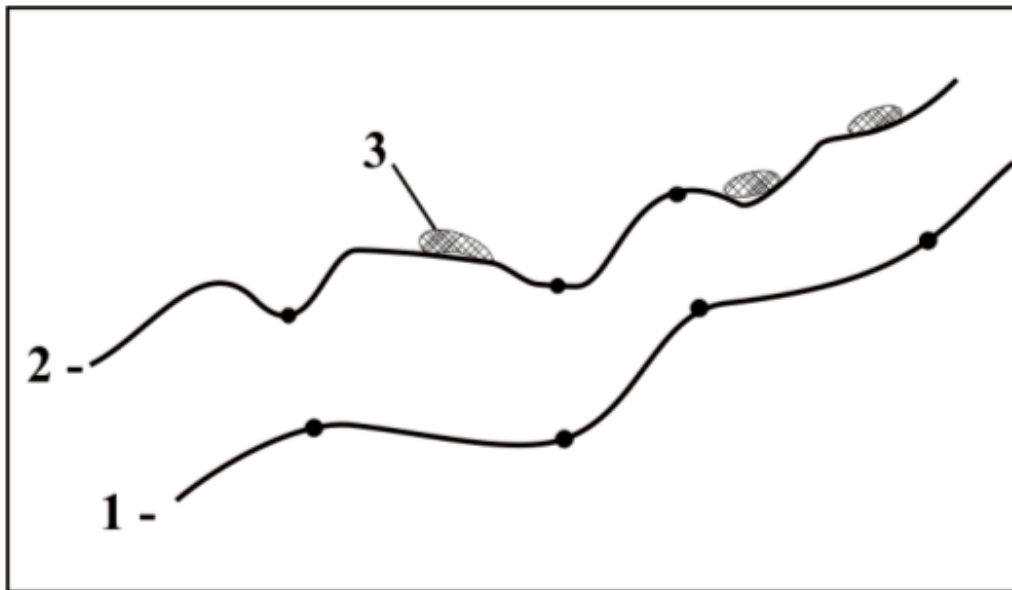


Рис. 4. Елементи кригинга :

1 - тренд, 2 - випадкові, але просторово пов'язані висотні коливання, 3 - випадковий шум.

Очікувана зміна висоти вимірюється по варіограмі, на якій по горизонтальній осі відкладається відстань між відліками, а на вертикальній - півдисперсія. Півдисперсія визначається як половина дисперсії між значеннями висоти вихідних точок і висот сусідніх точок. Потім через точки даних проводиться крива найкращого наближення. Дисперсія в якийсь момент досягає максимуму і залишається постійною (виявляється граничний радіус кореляції).

Метод зворотних зважених відстаней. Цей метод заснований на припущенні, що чим ближче один до одного знаходяться вихідні точки, тим ближче їх значення. Для точного опису топографії набір точок, по яких здійснюватиметься інтерполяція, необхідно вибирати в деякій околиці визначуваної точки, оскільки вони роблять найбільший вплив на її висоту. Це досягається таким чином. Вводиться максимальний радіус пошуку або кількість точок, найближчих по відстані від початкової (визначуваною) точки. Потім значенню висоти в кожній вибраній точці задається вага, що обчислюється залежно від квадрата відстані до визначуваної точки. Цим досягається, щоб ближчі точки вносили більший вклад у визначення інтерпольованої висоти в порівнянні з більше видаленими точками.

Тренд інтерполяція. В деяких випадках дослідника цікавлять загальні тенденції поверхні, які характеризуються поверхнею тренду.

Аналогічно методу зворотних зважених відстаней для поверхні тренду використовується набір точок в межах заданої околиці. В межах кожної околиці будується поверхня найкращого наближення на основі математичних рівнянь, таких як поліноми або сплайни.

Поверхні тренду можуть бути плоскими, показуючи загальну тенденцію або складнішу. Тип використовуваного рівняння або міра полінома визначає величину хвилястості поверхні. Наприклад, поверхня тренду першого порядку виглядатиме як площина, що перетинає під деяким кутом усю поверхню. Якщо поверхня має один вигин, то таку поверхню називають поверхнею тренду другого порядку.

Сплайн інтерполяція. Можливість опису складних поверхонь за допомогою поліномів невисоких розмірностей визначається тим, що при сплайн інтерполяції уся територія розбивається на невеликі ділянки, що не перетинаються. Апроксимація поліномами здійснюється окремо для кожної ділянки. Зазвичай використовують поліном третього порядку - кубічний сплайн. Потім будується загальна функція «склеювання» на усю область, із завданням умови безперервності на

межах ділянок і безперервності перших і других часткових похідних, тобто забезпечується гладкість склеювання поліномів.

Згладжування сплайн-функціями особливо зручно при моделюванні поверхонь, ускладнених розривними порушеннями, і дозволяє уникнути спотворення типу «крайових ефектів».

4. Технологія побудови ЦМР.

Основними процесами побудови ЦМР по картах є:

1) *Перетворення початкових карт в растрові зображення, тобто сканування.* При скануванні важливим є вибір роздільної здатності отриманого зображення, надмірно високе розділення вимагає великих об'ємів пам'яті для зберігання початкової інформації, в той же час роздільна здатність повинна забезпечити необхідну точність збору інформації, яка визначається цілями формування ЦМР.

2) *Монтаж растрових фрагментів.* Монтаж або «зшивання» - це стикування декількох зображень довільної форми в одне так, щоб межі між початковими зображеннями були непомітні. При монтажі здійснюється геоприв'язка растрових даних. У ГІС є різні модулі для вирішення цього завдання.

3) *Векторизація растрового зображення.* Векторизація, або дигіталізація горизонталей може виконуватися в ручному, напівавтоматичному і автоматичному режимах. Для різних ГІС розроблені окремі модулі, що реалізують це завдання в автоматичних режимах, наприклад, Map Edit.

4) *Формування ЦМР.* ЦМР створюється на основі методів інтерполяції і може бути представлена в різних форматах.

5) *Візуалізація результатів.* ЦМР забезпечує візуалізацію інформації про поверхні в різних формах.

Вимоги до точності виконання процесів

У загальному випадку можна сказати, що чим більше вихідних точок, тим більш точною буде інтерполяція і тим з більшою вірогідністю побудована модель поверхні адекватно відобразатиме земну поверхню. Проте, існує межа кількості точок (дискретності), оскільки для будь-якої поверхні зайва кількість точок зазвичай не покращує істотно якість результату, але лише збільшує об'єм даних і час обчислень. В деяких випадках надмірні дані в окремих областях можуть призводити до нерівномірного представлення поверхні і, отже, неоднакової точності. Іншими словами, більша кількість точок не завжди підвищує точність.

Звичайно, чим складніша поверхня, тим більше вихідних точок потрібно. А для складних об'єктів, таких як впадини і долини річок, потрібно додаткові точки, щоб гарантувати представлення з достатньою детальністю. Особлива проблема інтерполяції точок на межі досліджуваних областей, наприклад, межа листа карти. В цьому випадку слід для інтерполяції використати велику область перекриття сусідніх листів.

Використання ЦМР

Цифрові моделі рельєфу (ЦМР) важливі для вирішення цілого ряду прикладних екологічних завдань. Для прогнозування надзвичайних ситуацій, наприклад повеней, оцінки міри зміни ландшафтів і т.д. За результатами аналізу ЦМР засобами ГІС отримують карти кутів нахилу (ухилів) місцевості і експозицій схилів, формують подовжні і поперечні профілі по заданому напрямку, виконують оцінку зон видимості з намічених точок огляду та ін. Для відображення ЦМР використовують різні форми.

ЛЕКЦІЯ 6. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

1. Електронні карти і атласи
2. Картографічні способи відображення результатів аналізу даних
3. Тривимірні візуалізація

1. Електронні карти і атласи

Візуалізація (графічне відтворення, відображення) - генерація зображень, у тому числі і картографічних, й іншої графіки на засобах відображення (переважно на моніторі) на основі перетворення початкових цифрових даних за допомогою спеціальних алгоритмів.

Найбільш компактними і звичним способом представлення географічної інформації залишаються карти.

Електронна карта (ЕК) - картографічне зображення, візуалізоване на моніторі, на основі цифрових карт або баз даних ГІС.

Електронний атлас (ЕА) - система візуалізації у формі електронних карт, електронний картографічний твір, функціонально подібний до електронної карти. Підтримуються програмним забезпеченням типу картографічних браузерів, що забезпечують покадровий перегляд растрових зображень карт, картографічної візуалізації, систем настільного картографування. Окрім картографічного зображення і легенд електронні атласи зазвичай включають великі текстові коментарі, табличні дані, а мультимедійні електронні атласи - анімацію, відеореєстри і звуковий супровід.

Таблиці і графіки, що включають різні характеристики об'єктів (атрибути) або їх співвідношення, можуть використовуватися як самостійна або додаткова до інших засобів візуалізація.

Анімації застосовують для показу динамічних процесів, тобто послідовний показ мальованих статичних зображень (кадрів), внаслідок чого створюється ілюзія безперервної зміни зображень.

2. Картографічні способи відображення результатів аналізу даних

Для відображення результатів аналізу даних в ГІС реалізований ряд способів, які застосовують при створенні тематичних карт.

Спосіб розмірних символів (значків) - аналізовані характеристики об'єктів відображаються спеціальними символами, розмір яких передає кількісну інформацію, а форма і колір якісну інформацію.

Спосіб якісного або (кількісного фону) - в цьому випадку групуються дані з близькими значеннями і створеним групам присвоюються певні кольори, типи символів або ліній.

Точковий спосіб - образотворчим засобом є безліч точок однакового розміру, кожна з яких має певне значення кількісного показника.

Стовпчикові і кругові локалізовані діаграми - дозволяють відобразити співвідношення декількох характеристик, при цьому діаграми мають географічну прив'язку (наприклад, в точці розміщення поста спостережень показують співвідношення забруднюючих речовин).

Спосіб ізоліній - один з широко поширених способів відображення різних показників. З їх допомогою формують карти ізогіпс (топографічні і гіпсометричні), карти ізотерм, ізобар, ізокорелят та ін. За допомогою ізоліній виділяються території, які характеризуються однаковими властивостями (температурами, тиском, опадами, одночасністю настання подій, рівною величиною аномалій, рівними швидкостями тектонічних рухів та ін.)

При цьому розрізняють дві групи ізоліній: істинні ізолінії (характеризують безперервну зміну якого-небудь показника, до них відносяться горизонталі) і псевдоізолінії, що відображають дані, що мають статистичну природу (наприклад, дискретні значення від джерел викидів). Для представлення ізоліній застосовують різні образотворчі засоби: лінії різних типів, товщини і кольору, пошарове колірне забарвлення фону (або штрихування) проміжків між ізолініями.

3. Тривимірна візуалізація

Тривимірне зображення поверхні (3D-поверхність) - засіб цифрового об'ємного представлення поверхонь у вигляді дротяних діаграм, при цьому використовуються різні типи проєкції, при цьому зображення можна повертати і нахилити, використовуючи простий графічний інтерфейс.

Для відображення рельєфу за даними ЦМР можуть бути сформовані растрові зображення.

Растрова поверхня (зображення) - формується по Grid -моделі, при цьому кожному пікселю присвоюється значення, пропорційне висоті відповідної комірки сітки.

Тіньовий рельєф (аналітичне відмивання рельєфу) - растрове відображення ЦМР, при формуванні якого окрім висоти кожної ділянки сітки Grid -моделі, враховується освітленість схилів.

Реалізовані можливості поєднання 3D - поверхонь з іншими тематичними шарами. Для досягнення реалістичності відображення об'єктів місцевості 3D-поверхні поєднуються з картографічними або ортозображеннями.

Віртуальна модель місцевості (ВММ) - модель місцевості, що містить інформацію про рельєф земної поверхні, її спектральних яскравостях і об'єктах, розташованих на цій території, призначена для інтерактивної візуалізації. ВММ дозволяє забезпечити ефект присутності на місцевості, може бути відображена у вигляді тривимірної статичної сцени (3D-вигляд) або в режимі імітації польоту над місцевістю, коли спостерігач знаходиться в точці із заданими координатами.

ЛЕКЦІЯ 7. КОНЦЕПЦІЯ ГІС І ВИМОГИ

1. Етапи і правила проектування ГІС
2. Види ГІС
3. Вид бази геоданих
4. Вид геовізуалізації
5. Вид геообробки

1. Етапи і правила проектування ГІС

Застосування ГІС для вирішення різних завдань, в різних організаційних схемах і з різними вимогами, обумовлює різні підходи до процесу проектування ГІС.

Виділяють п'ять основних етапів процесу проектування ГІС.

1. Аналіз системи прийняття рішень. Процес розпочинається з визначення усіх типів рішень, для прийняття яких потрібно інформацію. Мають бути враховані потреби кожного рівня і функціональної сфери.

2. Аналіз інформаційних вимог. Визначається, який тип інформації потрібний для ухвалення кожного рішення.

3. Агрегація рішень, тобто групування завдань, в яких для ухвалення рішень потрібно одну і ту ж або таку, що значно перебивається, інформацію.

4. Проектування процесу обробки інформації. На цьому етапі розробляється реальна система збору, зберігання, передачі і модифікації інформації. Мають бути враховані можливості персоналу по використанню обчислювальної техніки.

5. Проектування і контроль над системою. Найважливіший етап - це створення і впровадження системи. Оцінюється працездатність системи з різних позицій, при необхідності здійснюється коригування. Будь-яка система матиме недоліки, і тому її необхідно робити гнучкою і адаптивною.

Геоінформаційні технології покликані автоматизувати багато трудомістких операцій, що раніше вимагали великих часових, енергетичних, психологічних і інших витрат від людини. Проте різні етапи технологічного ланцюжка піддаються більшій або меншій автоматизації, що значною мірою може залежати від правильної постановки початкових завдань.

Передусім, це формулювання вимог до використовуваних інформаційних продуктів і вихідних матеріалів, що отримуються в результаті обробки. Сюди можна віднести вимоги до друку карт, таблиць, списків, документів; до пошуку документів і так далі. В результаті має бути створений документ з умовною назвою «Загальний список вхідних даних».

Наступний крок - визначення пріоритетів, черговості створення і основних параметрів (територіального охоплення, функціонального охоплення і об'єму даних) створюваної системи. Далі встановлюють вимоги до використовуваних даних з урахуванням максимальних можливостей їх застосування.

2. Види ГІС

Географічна інформаційна система (ГІС) - це система для управління географічною інформацією, її аналізу і відображення. Географічна інформація представляється у вигляді серій

наборів географічних даних, які моделюють географічне середовище за допомогою простих узагальнених структур даних. ГІС включає набори інструментальних засобів для роботи з географічними даними.

Географічна інформаційна система підтримує декілька видів для роботи з географічною інформацією:

1. Вид Бази Геоданих : ГІС - це просторова база даних, що містить набори даних, які представляють географічну інформацію в контексті загальної моделі даних ГІС (векторні об'єкти, растри, топологія, мережі і так далі)

2. Вид Геовізуалізації : ГІС - це набір інтелектуальних карт і інших видів, які показують просторові об'єкти і відношення між об'єктами на земній поверхні. Можуть бути побудовані різні види карт, і вони можуть використовуватися як "вікна у базу даних" для підтримки запитів, аналізу і редагування інформації.

3. Вид Геообробки : ГІС - це набір інструментів для отримання нових наборів географічних даних з існуючих наборів даних. Функції обробки просторових даних (геообробки) вибирають інформацію з існуючих наборів даних, застосовують до них аналітичні функції і записують отримані результати в нові похідні набори даних.

У програмному забезпеченні ESRI® ArcGIS® ці три види ГІС представлені каталогом (ГІС як колекція наборів геоданих), картою (ГІС як інтелектуальний картографічний вид) і набором інструментів (ГІС як набір інструментів для обробки просторових даних). Усі вони є невід'ємними складовими повноцінної ГІС і більшою чи меншою мірою використовуються в усіх ГІС-застосунках.



Рис. 1. Три види ГІС.

3. Вид бази геоданих

ГІС - це особливий тип бази даних про навколишній світ - географічна база даних (база геоданих). В основі ГІС лежить структурована база даних, яка описує світ в географічному аспекті. Приведемо короткий огляд деяких ключових принципів, важливих для розуміння баз геоданих.

Географічне представлення

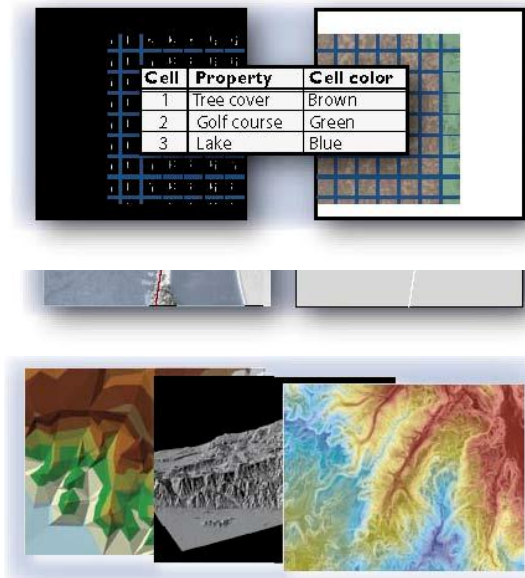
Створюючи дизайн бази геоданих ГІС, користувачі визначають, як відобразатимуться різні просторові об'єкти. Наприклад, земельні ділянки зазвичай представляються як полігони, вулиці - як центральні лінії, свердловини - як точки, і так далі. Ці об'єкти групуються в класи об'єктів, в яких кожен набір має єдине географічне представлення.

Кожен набір даних ГІС дає просторове представлення якогось аспекту навколишнього світу, включаючи:

- Впорядковані набори векторних об'єктів (набори точок, ліній і полігонів)



- Набори растрових даних, такі як цифрові моделі рельєфу або зображення
- Просторові мережі
- Топографія місцевості й інші поверхні



- Набори даних геодезичної зйомки

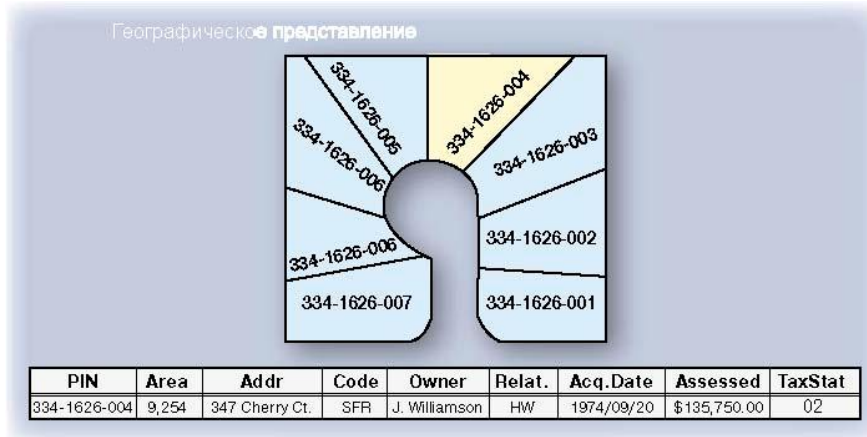


- Інші типи даних, такі як адреси, назви місць, картографічна інформація



Описові атрибути

Окрім географічних представлень, набори даних ГІС включають традиційні табличні атрибути, що описують географічні об'єкти. Багато таблиць можуть бути пов'язані з географічними об'єктами по загальних полях (їх часто називають ключовими). Подібні табличні набори інформації і відношення (взаємозв'язки) грають ключову роль в моделях даних ГІС, аналогічну тій, яку вони виконують в традиційних застосуваннях, що працюють з базами даних.



Таблиця класу просторових об'єктів

PIN	Area	Addr	Code
334-1626-001	7,342	341 Cherry Ct.	SFR
334-1626-002	8,020	343 Cherry Ct.	UND
334-1626-003	10,031	345 Cherry Ct.	SFR
334-1626-004	9,254	347 Cherry Ct.	SFR
334-1626-005	8,856	348 Cherry Ct.	UND
334-1626-006	9,975	346 Cherry Ct.	SFR
334-1626-007	8,230	344 Cherry Ct.	SFR
334-1626-008	8,645	342 Cherry Ct.	SFR

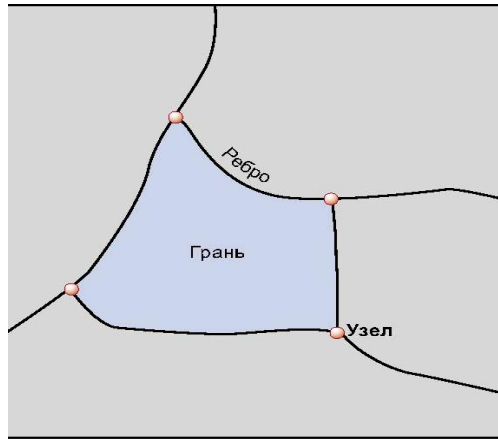
Пов'язана таблиця з даними про власників

PIN	Owner	Relat.	Acq.Date	Assessed	TaxStat
334-1626-001	G. Hall	SO	1995/10/20	\$115,500.00	02
334-1626-002	H. L Holmes	UK	1993/10/06	\$24,375.00	01
334-1626-003	W. Rodgers	HW	1980/09/24	\$175,500.00	02
334-1626-004	J. Williamson	HW	1974/09/20	\$135,750.00	02
334-1626-005	P. Goodman	SO	1966/06/06	\$30,350.00	02
334-1626-006	K. Staley	HW	1942/10/24	\$120,750.00	02
334-1626-007	J. Dormandy	UK	1996/01/27	\$110,650.00	01
334-1626-008	S. Gooley	HW	2000/05/31	\$145,750.00	02

Рис. 2. Взаємозв'язок (відношення) атрибутів і географічних об'єктів

Просторові відношення: топологія і мережі

Просторові відношення, такі як топології і мережі, є дуже важливими частинами бази даних ГІС. Топологія застосовується для контролю над загальними межами між просторовими об'єктами, для визначення і виконання правил цілісності даних, а також для підтримки топологічних запитів і навігації (наприклад, щоб визначити суміжність і зв'язність об'єктів). Топологія також використовується для розширеного редагування і побудови просторових об'єктів на основі неструктурованих геометричних елементів (наприклад, для побудови полігонів з ліній).



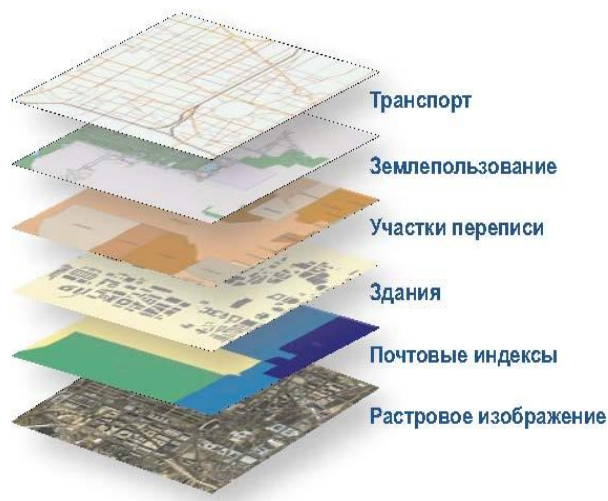
Географические объекты с общей геометрией. Геометрию объектов можно описать через отношения между узлами, ребрами и гранями.

Мережі описують зв'язаний граф ГІС-об'єктів, по якому можна переміщатися. Це важливо для моделювання маршрутів і навігації в таких сферах діяльності, як транспортна, трубопровідна, інженерні комунікації, гідрологія і у багатьох інших прикладних завданнях, пов'язаних з мережами.



Тематичні шари і набори даних

ГІС організовує просторові дані в серії тематичних шарів і таблиць. Оскільки набори даних в ГІС пов'язані географічно, їм приписані реальні місця розташування, і вони накладаються один на одного.



У ГІС однорідні набори географічних об'єктів зібрані в такі шари, як земельні ділянки, свердловини, будівлі і споруди, ортофотознімки і растрові цифрові моделі рельєфу (ЦМР, DEM). Чітко певні набори геоданих критично важливі для геоінформаційної системи, а засновані на шарах поняття тематичного набору інформації важливі для концепції набору даних ГІС.

Набори даних можуть представляти:

- Первинні "сирі" виміри (наприклад, супутникові зображення)
 - Скомпільовану і інтерпретовану інформацію
 - Дані, отримані в ході виконання операцій геообробки з метою їх аналізу і моделювання
- Багато просторових відношень між шарами легко визначаються, виходячи з їх загального географічного стану.

ГІС управляє простими шарами даних як класами родових ГІС-об'єктів і використовує багатий набір інструментів при роботі з шарами даних для виявлення багатьох ключових відношень.

ГІС використовує безліч наборів даних з багатьма представленнями, часто отриманими з різних організацій. Тому, дуже важливо, щоб набори даних ГІС були:

- Простими у використанні і легкими для розуміння
- Сумісними з іншими наборами географічних даних
- Ефективно компільованими і оцінюваними
- Забезпечені зрозумілою документацією по наповненню, запланованому використанню і призначенню.

Будь-яка база даних ГІС або файлова база жорстко повинна дотримуватись цих загальних принципів і концепцій. Для будь-якої ГІС потрібний механізм опису географічних даних в цьому контексті, а також широкий набір інструментів для використання і управління цією інформацією.

4. Вид геовізуалізації

Геовізуалізація має на увазі роботу з картами й іншими видами географічної інформації, у тому числі з інтерактивними картами, 3D сценами, звітними діаграмами і таблицями, видами з показниками часу, схематичними видами мережевих відношень.

ГІС включає інтерактивні карти і інші види, що оперують з наборами географічних даних. Карти - це потужний модельний образ для визначення і стандартизації того, як люди використовують географічну інформацію і взаємодіють з нею. Інтерактивні карти надають основний призначений для користувача інтерфейс для більшості ГІС-застосунків. Вони доступні на багатьох рівнях: від карт для безпроводних мобільних клієнтів до Web-карт у браузерях і карт в потужних настільних ГІС-застосунках.

Карти в ГІС багато в чому схожі із статичними паперовими картами, але до того ж вони інтерактивні, тобто можна взаємодіяти з ними. Інтерактивну карту можна зменшувати і збільшувати, причому при певних масштабах деякі шари на карті можуть з'являтися або зникати. Можна застосовувати умовні знаки для відображення шарів карти на основі будь-якого вибраного набору атрибутів. Наприклад, колірна шкала умовних позначень для земельних ділянок може ґрунтуватися на типах їх зонування, а розміри точкових значків для позначення свердловин можуть бути пов'язані з їх об'ємом видобування. При вказанні географічного об'єкту на інтерактивній карті можна отримати про нього додаткову інформацію, будувати просторові запити і проводити аналіз. Наприклад, можна знайти усі магазини певного типу недалеко від шкіл (наприклад, в радіусі 200 м) або усі заболочені ділянки на відстані до 500 м від вибраних доріг. Крім того, багато користувачів ГІС за допомогою інтерактивних карт проводять редагування даних і створюють просторові представлення об'єктів.

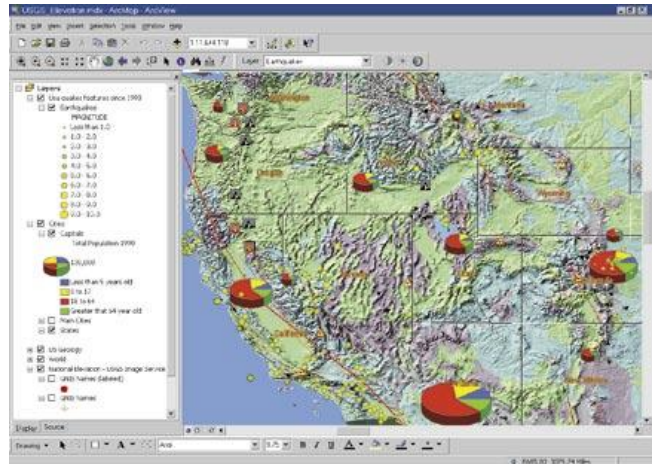
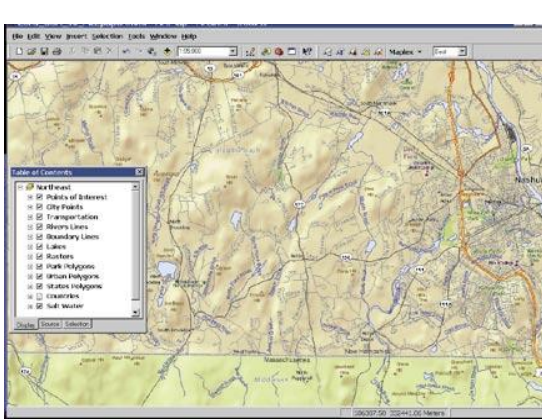
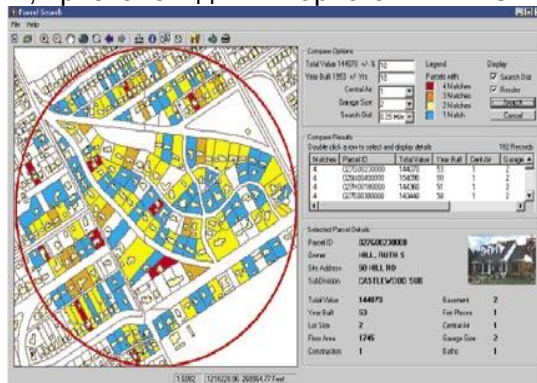
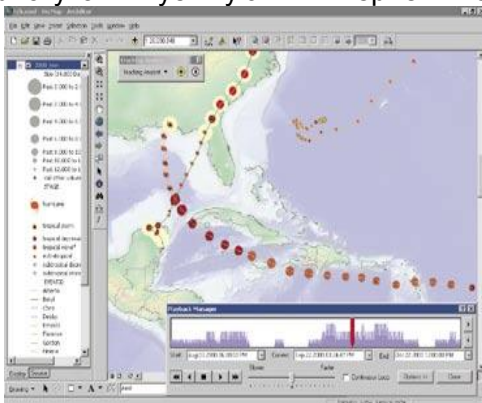


Рис. 3. ГІС-застосунки

Карти використовуються для відображення і передачі географічної інформації, а також для виконання численних завдань, таких як розвинена компіляція даних, картографування, аналіз, запити, збір даних в польових умовах.

Окрім карт, у базах даних ГІС використовуються інші інтерактивні види, такі як часові зрізи, глобуси і схематичні креслення. Саме через інтерактивні карти користувачі ГІС виконують більшість стандартних завдань : як простих, так і ускладнених. Ці карти - основна робоча форма в ГІС, що забезпечує доступ до географічної інформації для співробітників організації.

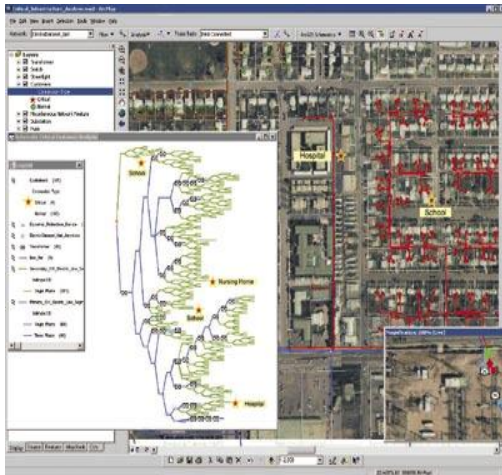
Розробники часто вбудовують карти в призначені для користувача застосування, і багато користувачів публікують в Інтернеті Web -карти, призначені для використання в ГІС.



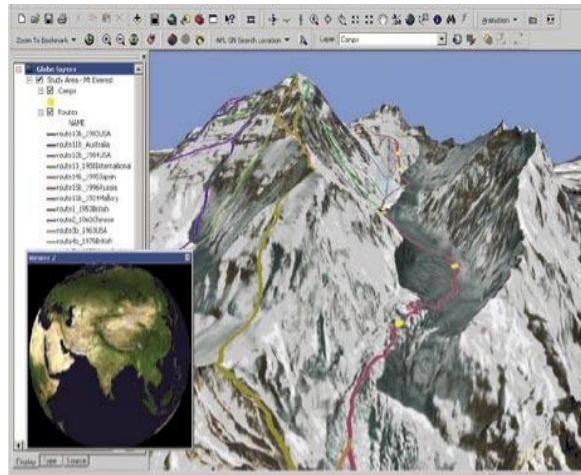
Види, що відображають обстановку в різні моменти часу, використовуються,

Карти, вбудовані в призначені для користувача застосування

наприклад, для стеження за ураганами



Схематичні рисунки використовуються, наприклад, для показу газових мереж



Використання застосування ArcGlobe для показу маршрутів сходження на гору Еверест

Як показано в прикладах на цих рисунках, інформацію, що у тому числі відноситься до різних часових зрізів (які фіксуються як "події"), можна представити в програмному продукті Tracking Analyst, в ArcGIS Schematics, у вбудовуваних застосуваннях, які використовують елементи управління MapControl для пошуку земельних ділянок. Її також можна переглядати за допомогою застосування ArcGlobe.

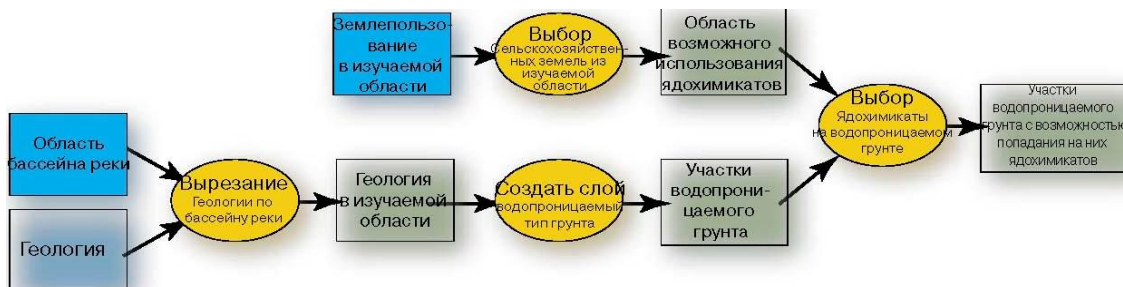
5. Вид геообробки Загальні відомості

Наступний вид ГІС представлений колекцією наборів географічних даних і операторами (інструментами), що застосовуються до цих наборів даних. Набори географічних даних можуть бути первинними "сирими" вимірами (наприклад, супутникові знімки), інтерпретованою і скомпільованою аналітикою інформацією (наприклад, дороги, споруди або типи ґрунтів), або інформацією, отриманою з інших джерел шляхом додаткового аналізу або моделювання. Геообробка пов'язана із застосуванням інструментів і процедур, використовуваних для генерування похідних наборів даних.

ГІС пропонує багатий вибір інструментів для обробки просторової інформації. Ці інструменти використовуються для роботи з такими інформаційними об'єктами ГІС, як набори даних, поля атрибутів і картографічні елементи для виведення карт на друк. В сукупності ці просунуті команди і об'єкти даних формують основу розвиненого середовища обробки географічних даних (геообробки).

ДАНИ + ІНСТРУМЕНТ = НОВІ ДАНИ

Інструменти ГІС є будівельними блоками для виконання багатокрокових операцій. Інструмент застосовує операцію до деяких наявних даних з метою отримання нових даних. Середовище геообробки використовується в ГІС для послідовного виконання серії таких операцій. Операції, з'єднані в єдиний ланцюжок, формують модель процесу обробки даних. Така єдина послідовність виконання операцій використовується в ГІС для автоматизації виконання численних завдань геообробки. Створення і застосування подібних процедур і називається геообробкою.



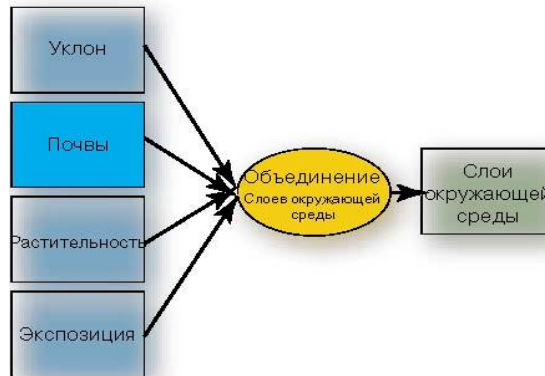
Полноценная ГИС содержит обобщенную добротную информацию и широкий набор ГИС-операторов для работы с этой информацией. Так, например, система ArcGIS обладает богатым ГИС-языком с тысячами операторов, которые работают в среде ГИС с различными типами географических данных.

Геообробка у дії

Геообробка використовується для моделювання процесів передачі даних з однієї структури в іншу з метою виконання багатьох стандартних завдань ГІС - наприклад, для імпорту даних з різних форматів, інтеграції цих даних в ГІС, для стандартних процедур перевірки якості даних, що імпортуються. Можливість автоматизації і повторного виконання таких робочих процесів є сильною стороною ГІС. Вона широко застосовується в численних ГІС-застосунках і сценаріях роботи з даними.

Механізм, використовуваний для побудови робочих потоків при геообробці, повинен виконувати ряд команд в певній послідовності. Користувачі ArcGIS можуть створювати такі процеси графічно за допомогою інтерфейсу ModelBuilder™, вони також можуть написати скрипти за допомогою таких сучасних інструментів програмування, як Python, VBScript і JavaScript.

Геообробка широко використовується на усіх етапах роботи з ГІС для автоматизації і компіляції даних, управління, аналізу і моделювання даних, а також для розвиненої картографії.



ГИС содержит набор инструментов и типов данных, которые входят в процессы, формируемые в среде геообработки. В ГИС можно создать, выполнить и распределить многие многошаговые операции геообработки.

Компіляція даних

Перед виконанням процедур, які можна автоматизувати за допомогою геообробки, необхідно переконатися в якості і цілісності даних, а також проконтролювати їх придатність для багатократних запитів QA/QC. Автоматизація цих робочих потоків засобами геообробки допомагає спільно використати серії процедур, виконувати пакетну обробку і документувати ці ключові процеси в ході обробки даних.

Аналіз і моделювання

Геообробка - це ключове середовище для моделювання і аналізу. До звичайних застосувань для моделювання відносяться:

- Моделі стійкості і придатності, прогнозування і оцінки альтернативних сценаріїв
- Інтеграція зовнішніх моделей
- Поширення і спільне використання моделей



Комплексные модели можно совместно использовать в пределах всей организации

Управління даними

Управління потоками географічних даних критично важливо для усіх ГІС-застосунків. Користувачі ГІС застосовують функції геообробки для переміщення даних в і з бази даних, для публікації даних в різних форматах, наприклад профайлах GML (Geographic Markup Language), для об'єднання схожих наборів даних, модернізації схем баз даних ГІС, а також для виконання пакетної обробки вмісту баз даних.

Картографія

Розвинені інструменти геообробки використовуються для отримання різномасштабних картографічних представлень, виконання генералізації, автоматизації більшої частини робочих процесів забезпечення і контролю якості (QA/QC) при створенні картографічної продукції друкарської якості.

ЛЕКЦІЯ 8. УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЄЮ В ГІС

1. Загальні відомості
2. Дані ГІС комплексні
3. Компіляція даних ГІС є нетривіальним спеціалізованим процесом
4. ГІС - транзакційна система
5. Реплікація з непрямим (нежорстким) зв'язком

1. Загальні відомості

При управлінні ГІС-інформацією використовуються багато концепцій і характеристики стандартної архітектури інформаційних технологій, які добре працюють в централізованому корпоративному комп'ютерному середовищі. Наприклад, набори даних ГІС можуть управлятися в реляційних базах даних, як і інша корпоративна інформація. Для оперування даними, що зберігаються в системі управління базами даних (СУБД), використовується сучасна логіка взаємодії застосувань. Подібно до інших корпоративних інформаційних систем, робота яких заснована на транзакціях, ГІС широко використовуються для постійної зміни і оновлення баз географічних даних. Проте, технологія ГІС має ряд важливих особливостей.

2. Дані ГІС комплексні

ГІС-дані, як правило, мають великий об'єм і включають велику кількість великих елементів. Наприклад, простий запит до бази даних для заповнення звичайного комерційного бланка виведе декілька рядів даних, тоді як для створення карти потрібно здійснити запит з бази даних сотні або навіть тисячі записів. Крім того, об'єм відображуваної векторної або растрової графічної інформації може складати багато мегабайтів. Окрім цього, ГІС-даним властиві складні відношення і структури, такі як транспортні мережі, топографія території і топологія.

3. Компіляція даних ГІС є нетривіальним спеціалізованим процесом

Для побудови і підтримки графічних наборів даних в ГІС потрібні розвинені засоби редагування. А для підтримки цілісності і поведінки географічних векторних об'єктів і растрів необхідна їх спеціалізована обробка на основі особливих географічних правил і команд. Тому компіляція даних в ГІС вимагає істотних витрат. Це одна з причин, що спонукає користувачів до спільної роботи з наборами ГІС-даних.

4. ГІС - транзакційна система

Як і в інших системах управління базами даних, у базі даних ГІС відбувається постійне оновлення різноманітних даних. Тому база даних ГІС, як і інші бази даних, повинна підтримувати подібні транзакції. При цьому, у користувачів ГІС є деякі спеціальні вимоги до транзакцій. Однією з головних умов є можливість підтримки довгих транзакцій.

У ГІС одна єдина операція редагування може спричинити зміни багатьох рядків даних у багатьох таблицях. Користувачі повинні мати можливість відмінити і повторювати операції редагування. Сеанс редагування може тривати декілька годин або навіть днів. Часто редагування повинно проводитися в системі, відкріпленій від центральної, спільно використовуваної бази даних.

У багатьох випадках, істотне оновлення бази даних проводиться поетапно. Наприклад, в застосунках до інженерних комунікацій, ця робота зазвичай включає такі стадії, як "розробка", "пропозиція", "прийняття", "реконструкція" і "здача". Цей процес значною мірою циклічний.

Технічне завдання спочатку складається і передається інженерові, потім поступово модифікується у міру реалізації окремих етапів, і, нарешті, усі внесені зміни повертаються назад в корпоративну базу даних.

Робочий процес оновлення і передачі даних може тривати дні і місяці. Проте база даних ГІС все одно повинна залишатися доступною для підтримки щоденної роботи і поточних оновлень, а користувачі повинні мати можливість звертатися до своїх версій загальної бази даних ГІС. Ось ще приклади робочих процесів управління даними в ГІС:

- Автономне редагування: деяким користувачам потрібна можливість "відкріплення" фрагментів бази даних ГІС і їх реплікації (перенесення) в інше місце в незалежну, окрему систему. Наприклад, для проведення редагування в польових умовах деяких даних, необхідно забрати з собою якісь дані, провести їх редагування і оновлення на місці виконання робіт, а потім переслати внесені зміни в основну базу даних.



- Розподілені географічні бази даних:

Регіональна база даних може бути частковою копією відповідного "шматка" основної бази даних корпоративної ГІС. Ці бази даних повинні періодично синхронізуватися для обміну внесеними в кожен з них змінами.

5. Реплікація з непрямим (нежорстким) зв'язком

Реплікація з нежорстким зв'язком в межах СУБД. Часто користувачі хочуть синхронізувати контекст ГІС-даних між декількома копіями бази даних (що називаються репліками), коли на кожному місці ведуться свої власні оновлення локальної бази даних. Час від часу користувачі хочуть перенести ці оновлення з кожної репліки бази даних в інші і синхронізувати їх зміст. При цьому СУБД можуть бути різними (наприклад, SQL Server™, Oracle® і IBM® DB2®).

Лекція 9. ГІС - РОЗПОДІЛЕНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА

1. Загальні відомості
2. Можливості взаємодії
3. ГІС-мережі
4. Каталоги ГІС-порталів

1. Загальні відомості

Зараз у більшості географічних інформаційних систем дані шарів і таблиць поступають з різних організацій. Кожна організація розробляє більш менш вагому частину, а не усе інформаційне наповнення своєї ГІС. Зазвичай хоча б деякі шари даних поступають із зовнішніх джерел. Потреба в даних є стимулом для користувачів отримувати нові дані найбільш ефективними і швидкими способами, у тому числі купуючи частини баз даних для своїх ГІС у інших ГІС-користувачів. Таким чином, управління даними ГІС здійснюється декількома користувачами.

2. Можливості взаємодії

Розподілена суть ГІС має на увазі широкі можливості для взаємодії між багатьма ГІС-організаціями і системами. Співпраця і спільна робота користувачів дуже важливі для ГІС.

ГІС-користувачі у своїй роботі давно спираються на взаємовигідну діяльність по обміну даними і їх спільному використанню. Реальним відображенням цієї фундаментальної потреби є безперервні зусилля в області створення ГІС стандартів. Наслідування галузевих стандартів і загальних принципів побудови ГІС критично важлива для успішного розвитку і широкого впровадження цієї технології. ГІС повинна підтримувати найбільш важливі стандарти і мати можливість адаптації при появі нових стандартів.

3. ГІС-мережі

Багато географічних наборів даних можуть компіюватися і управлятися як загальний інформаційний ресурс і спільно використовуватися співтовариством користувачів. До того ж користувачі ГІС мають власне бачення того, яким чином можна забезпечити обмін популярними наборами даних через Web.

Ключові web-вузли, що називаються порталами каталогів ГІС, надають можливість користувачам як викладати власну інформацію, так і шукати доступну для використання географічну інформацію. В результаті ГІС усе більшою мірою підключаються до Всесвітньої павутини і дістають нові можливості обміну і використання інформації.

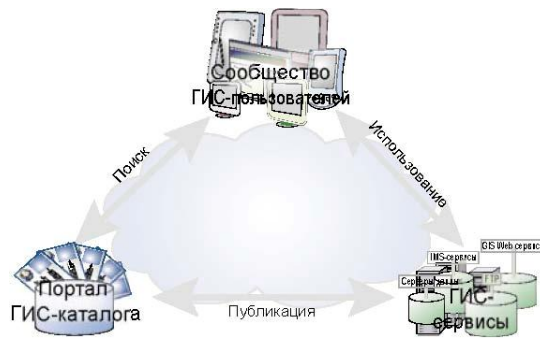
Це бачення впровадилося у свідомість людей за останнє десятиліття і знайшло відображення в таких поняттях, як Національна інфраструктура просторових даних (NSDI) і Глобальна інфраструктура просторових даних (GSDI). Ці концепції постійно розвиваються і поступово впроваджуються, причому не лише на національному і глобальному рівнях, але також на рівні округів і муніципальних утворень. В узагальненому виді ці концепції включені в поняття Інфраструктури просторових даних (SDI, Spatial Data Infrastructure).

ГІС-мережа по суті є одним з методів впровадження і просування принципів SDI. Вона об'єднує безліч призначених для користувача сайтів, сприяє публікації, пошуку і спільному використанню географічної інформації за допомогою World Wide Web.

Географічне знання спочатку є розподіленим і слабо інтегрованим. Уся необхідна інформація рідко міститься в окремому екземплярі бази даних з власною схемою даних. Користувачі ГІС взаємодіють один з одним з метою отримати відсутні частини наявних у них ГІС-даних. За допомогою ГІС-мереж користувачам простіше налагодити контакти і обмін накопиченими географічними знаннями.

До складу ГІС-мережі входять три основні будівельні блоки:

- Портали каталогів метаданих, де користувачі можуть провести пошук і знайти ГІС-інформацію відповідно до їх потреб
- ГІС-вузли, де користувачі компіюють і публікують набори ГІС-інформації
- Користувачі ГІС, які ведуть пошук, виявляють, звертаються і використовують опубліковані дані і сервіси



Три ключевых строительных блока в ГИС-сети

4. Каталоги ГИС-порталів

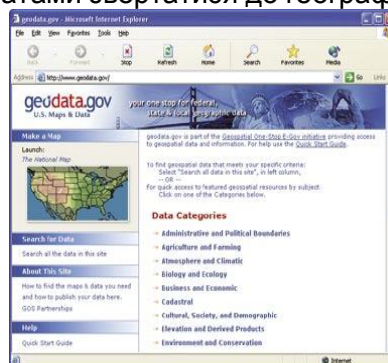
Важливим компонентом ГИС-мережі є каталог ГИС-порталу з систематизованим реєстром різноманітних місць зберігання даних і інформаційних наборів. Частина ГИС-користувачів діє в якості розпорядників даних, вони компілюють і публікують свої набори даних для спільного використання в різних організаціях. Вони реєструють свої інформаційні набори в каталозі порталу. Проводячи пошук по цьому каталогу, інші користувачі можуть знайти потрібні їм інформаційні набори і звернутися до них.

Портал ГИС-каталога - це Web -сайт, де ГИС користувачі можуть шукати і знаходити потрібну їм ГИС-інформацію. Можливості, що надаються, залежать від комплексу пропонованих мережевих сервісів ГИС-даних, картографічних сервісів і сервісів метаданих. Періодично сайт порталу ГИС-каталога може проводити обстеження каталогів пов'язаних з ним сайтів-учасників з метою публікації і оновлення одного центрального ГИС-каталога. Таким чином, ГИС-каталог може містити посилання на джерела даних, наявні як на цьому, так і на інших сайтах. Передбачається створення серії таких каталожних вузлів, і на їх основі сформується загальна мережа - Інфраструктура просторових даних.



ГИС-дані і сервіси документуються у вигляді каталожних записів у каталозі ГИС-портала, по якому можна проводити пошук кандидатів для використання в різних ГИС-застосунках.

Одним з прикладів порталу ГИС-каталога є портал уряду США (Geospatial One - Stop, див. www.geodata.gov). Цей портал дозволяє урядовим органам усіх рівнів і широкої громадськості простіше, швидше і з меншими витратами звертатися до географічної інформації.



ЛЕКЦІЯ 10 СУЧАСНІ ПЛАТФОРМИ ГІС

1. Склад сучасної платформи ГІС
2. Короткий огляд програмних засобів, використовуваних на Україні

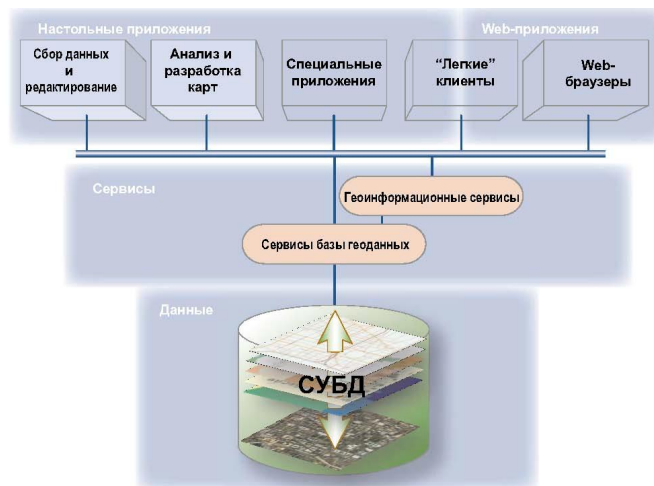
1. Склад сучасної платформи Гіс

Вимоги до ГІС впливають на процес розробки і впровадження програмного ГІС-забезпечення. Подібно до інших інформаційних технологій, ГІС повинна забезпечувати простоту впровадження застосувань, створених на її основі для підтримки робочих процесів і бізнес вимог будь-якої організації. Це досягається за рахунок створення базової платформи програмного забезпечення, що підтримує різні типи наборів географічних даних, розвинені інструментальні засоби управління даними, їх редагування, аналізу і візуалізації.

У цьому контексті, програмне забезпечення ГІС усе більшою мірою розглядається в якості ІТ-інфраструктури, навколо якої формуються великі, сучасні розраховані на багато користувачів системи. Платформа ГІС повинна надавати усі можливості, необхідні для підтримки цього широкого бачення.

До них відносяться:

- географічна база даних для зберігання і управління усіма географічними об'єктами
- заснована на Web мережа для розподіленого управління географічною інформацією і її спільного використання
- настільні і серверні застосування для:
 - компіляції даних,
 - інформаційних запитів,
 - просторового аналізу і обробки геоданих,
 - створення картографічних продуктів,
 - візуалізація і дослідження растрових зображень,
 - управління даними ГІС;
- модульні програмні компоненти (engines - двигуни) для вбудовування ГІС-логіки в інші застосування і спеціалізовані призначені для користувача програми;
- географічні інформаційні сервіси для багаторівневих і централізованих ГІС-систем.



Дизайн современной платформы ГИС, отвечающей требованиям географического подхода к накоплению знания.

2. Короткий огляд програмних засобів, використовуваних на Україні

На Україні використовуються ГІС, як професійного рівня, так і спеціалізовані. Програмні продукти формуються на основі модульного принципу. Зазвичай виділяють базовий модуль і модулі розширення (чи застосування). У базовому модулі містяться функції, що реалізують основні операції ГІС, у тому числі програмна підтримка налаштувань вводу-виводу, експорт і импорт даних і

так далі. Слід зазначити, що програмні продукти різних фірм мають багато спільного, оскільки виробники вимушені запозичувати один у одного ті або інші технологічні розробки. Нині на ринку представлено близько 20 добре відомих ГІС-пакетів, які можна віднести до повнофункціональних.

Характеризуючи властивості повнофункціональних ГІС можна відмітити їх загальні риси. Усі системи працюють на платформі Windows. Тільки деякі з них мають версії, що працюють під управлінням інших операційних систем («Горизонт» - MS DOS, Unix, Linux, MC BC, Free BSD, Solaris, ИНТРОС; ПАРК - MS DOS; Arc GIS Arc Info - Solaris, Digital Unix, AIX та ін.; ArcView GIS - Unix).

Усі системи підтримують обмін просторовою інформацією (експорт і імпорт) з багатьма ГІС і САПР через основні обмінні формати.

Ще одноріднішими є можливості по роботі з атрибутивною інформацією. Більшість систем забезпечують роботу з усіма основними СУБД через драйвери ODBC, BDE. Першою у ряді підтримуваних або використовуваних СУБД є Oracle.

У переважаючій більшості випадків сучасні повнофункціональні ГІС дозволяють розширювати свої можливості. Основним способом розширення можливостей є програмування на мовах високого рівня (MS Visual Basic, MS Visual C++, Borland Delphi, Borland C++ Builder) з підключенням DLL і OCX - бібліотек (ActiveX). Природно є і виключення. Такі системи як MapInfo Professional використовують Map Basic, а системи ArcView GIS - Avenue.

Найбільш поширеними зарубіжними системами з різних причин є ArcView GIS, MapInfo Professional, MicroStation/J. Аналогічний перелік вітчизняних систем очолюють Географ, Панорама (Карта 2000), ПАРК, GeoLink.

Коротко охарактеризуємо найбільш поширені програмні продукти, відмічаючи особливості і сфери застосування.

ArcGIS ArcInfo (розробник фірма ESRI, США). Повнофункціональна ГІС, така, що складається з двох незалежно встановлюваних програмних пакетів - ArcInfo Workstation і ArcInfo Desktop. Перший складається з трьох базових модулів: ArcMap - відображення, редагування і аналіз даних, ArcCatalog - доступ до даних і управління ними, ArcToolbox - інструмент розширеного просторового аналізу, управління проекціями і конвертацією даних. Додаткові модулі забезпечують рішення наступних завдань :

- Arc COGO - набір засобів і функцій для роботи з геодезичними даними;
- Arc GRID - має потужний набір засобів аналізу і управління безперервно розподіленими числовими і якісними ознаками, що представляються у вигляді регулярних моделей, а також моделювання складних процесів;
- ARC TIN - призначений для моделювання топографічних поверхонь;
- Arc NETWORK - для моделювання і аналізу топологічно пов'язаних об'єктів у вигляді просторових мереж, оцінки і управління ресурсами, розподіленими по мережах, і процесами в таких мережах.

ArcInfo забезпечує створення геоінформаційних систем, створення і ведення земельних, лісових, геологічних і інших кадастрів, проектування транспортних мереж, оцінку природних ресурсів.

ArcGIS ArcView (розробник фірма ESRI, США). Настільна ГІС, яка надає користувачеві засоби вибору і перегляду різноманітних геоданих, їх редагування, аналізу і виводу (бізнес, наука, освіта, управління, соціологія, демографія, екологія, транспорт, міське господарство).

Усі продукти ArcGis можуть використати додаткові модулі для вирішення спеціалізованих завдань просторового аналізу :

- ArcGIS Spatial Analyst - програмний модуль для роботи з растровими поверхнями. Дозволяє аналізувати характеристики поверхні, а також інтерполювати просторово розподілені дані для візуалізації і аналізу процесів;
- ArcGis 3D Analyst - програма для створення, візуалізації і аналізу тривимірних об'єктів і поверхонь;
- ArcGIS Geostatistical Analyst - новий модуль для інтерполяції поверхонь на основі статистичного аналізу просторово розподілених даних;
- ArcView підтримує реляційні СУБД, має розвинену ділову графіку (форма перегляду, таблична форма, форма діаграм, створення макету), передбачає створення професійно оформленої картографічної інформації і розробку власних застосунків.

MapInfo Professional (розробка фірми MapInfo Corp. США), одна з найпоширеніших настільних ГІС в Росії. MapInfo спеціально спроектований для обробки і аналізу інформації, що має адресну або просторову прив'язку.

У MapInfo реалізовані:

- пошук географічних об'єктів;
- робота з базами даних;
- геометричні функції: розрахунки площ, довжин, периметрів, об'ємів, розміщених між поверхнями;
- побудова буферних зон навколо будь-якого об'єкту або групи об'єктів;
- розширена мова запитів SQL, запити ґрунтуються на виразах, здійснюють об'єднання, відображають доступні поля, дозволяють робити підзапити, об'єднання з декількох таблиць і географічні об'єднання.
- комп'ютерний дизайн і підготовку до видання картографічних документів.

Географ (розробка Центру інформаційних досліджень Інституту географії РАН, Росія). Дає можливість створювати електронні тематичні атласи і композиції карт на основі шарів цифрових карт і пов'язаних з ними таблиць атрибутивних даних. Основні можливості Географ наступні:

- створення просторових об'єктів у вигляді косметичних шарів з прив'язкою до них таблиць атрибутивних даних;
- підсистема управління атрибутивними даними, включаючи під'єднання таблиць, редагування, вибірку, сортування, запити за зразком і так далі
- електронне тематичне картографування та ін.

Панорама (Росія) Побудова і обробка цифрових і електронних карт, ведення картографічної і атрибутивної баз даних.

Окремо слід виділити професійні багатофункціональні інструментальні ГІС, такі, що забезпечують можливість безпосередньої обробки даних ДЗ. До них відносяться ERDAS IMAGINE, ERMapper та ін.

ER Mapper (розробка ER Mapper) Обробка великих об'ємів фотограмметричної інформації, тематичне картографування (геофізика, природні ресурси, лісове господарство). Точність, друк карт, візуалізація тривимірного зображення, бібліотека алгоритмів.

ERDAS IMAGINE (розробка Leica) - програмний пакет, розроблений спеціально для обробки і аналізу даних дистанційного зондування, надає повний набір інструментів для аналізу даних з будь-якого джерела і представлення результатів в різних формах - від друкарських карт до тривимірних

моделей. ERDAS IMAGINE побудований за модульним принципом у вигляді базових комплектів - IMAGINE Essential, IMAGINE Advantage і IMAGINE Professional.

У ERDAS IMAGINE реалізовані:

- широкі можливості по візуалізації і імпорту даних (підтримує більше 100 форматів);
- геометрична корекція;
- покращуючі перетворення і ГІС-аналіз;
- дешифрування знімків;
- інструменти обробки зображень і побудова алгоритмів просторових обчислень;
- створення карт.