

Основи ГІС-технологій просторового аналізу та моделювання

Тема 5 з курсу *Геоінформаційні системи*
для студентів-географів

План лекції

1. Загальні призначення та зміст геоінформаційних технологій - слайди 3-8
2. Поняття бази просторових даних, растрова та векторна моделі - слайди 9-28
3. Введення даних в ГІС - слайди 30-41
4. Геомоделювання та візуалізація на сучасних ГІС-платформах - слайди 43-51

1. Загальні призначення та зміст геоінформаційних технологій

Загальні завдання ГІС-технологій

- Створення високоякісної картографічної продукції;
- Зв'язування графічних об'єктів з інформацією у базах даних;
- Подання даних у вигляді карт, діаграм, графіків, схем;
- Аналіз просторових даних, моделювання обстановки та геоситуацій;
- Підтримка ухвалення управлінських і оперативних рішень;
- Інтеграція даних з різних джерел інформації;
- Взаємодія з іншими інформаційними системами і технологіями.

Загальні завдання ГІС-технологій (продовження)

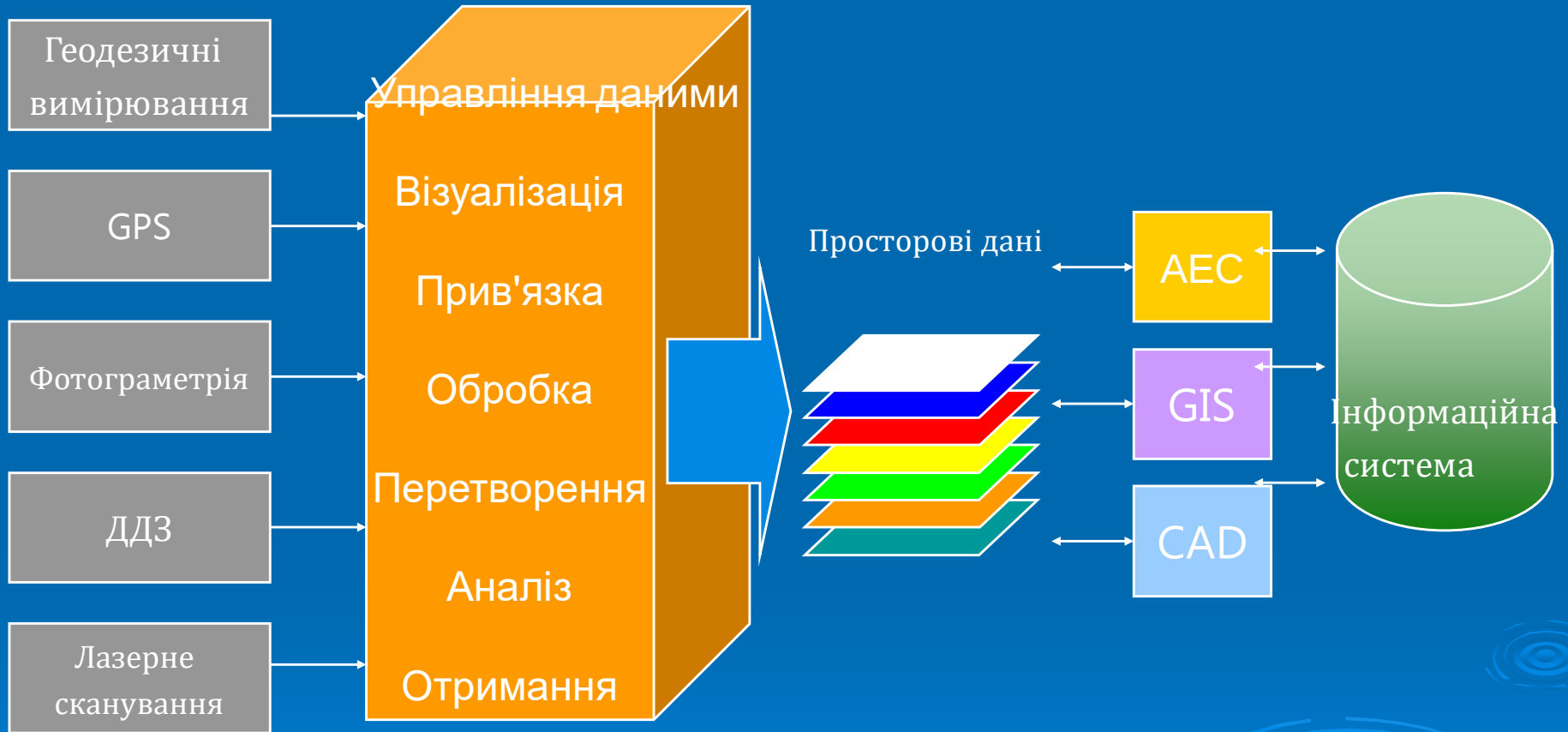
- Відображення на картографічній основі об'єктів інтересу певних підрозділів установи;
- Відображення на картографічній основі у вигляді ділової графіки (локалізовані діаграми, графіки, таблиці, растрова інформація і тому подібне) показників, що знаходяться у базах цих різних систем;
- Вирішення питань оптимізації транспортних потоків, розміщення об'єктів бізнесу компанії, скорочення витрат та ін.;
- Аналіз й планування діяльності компанії в різних регіонах по заданих параметрах;
- Поширення картографічної інформації по локальних і глобальних комп'ютерних мережах.

Процес вивчення природного довкілля та антропогенної інфраструктури

Збір даних

Перетворення знімків Землі в просторову інформацію

Використання інформації



Збір даних та
Обладнання

+

Створення
похідних даних
через ПЗ

=

Достовірні та сучасні
просторові дані

ГІС-Платформи

- Настільні ГІС;
- Веб-ГІС;
- Вбудовані ГІС-компоненти;
- ГІС-сервери корпоративного рівня;
- Інфраструктурні ГІС-рішення державного рівня;
- Польові ГІС / Мобільні ГІС.

..... засновані на світових ІТ-стандартах

Базові визначення щодо ГІС

- *"Геопросторові дані"* - це інформація, яка ідентифікує географічне місцезонашування і властивості природних або штучно створених об'єктів, а також їх меж на землі. Ця інформація може бути отримана з допомогою (окрім інших шляхів), дистанційного зондування, картографування та різних видів зйомок.
- Географічні дані містять чотири інтегровані компоненти:
 - місце розташування,
 - властивості та характеристики,
 - просторові стосунки,
 - час

Природа географічних даних, які використовуються у ГІС-технологіях

- Географічне положення (розміщення) просторових об'єктів представляється 2-х, 3-х або 4-х вимірними координатами в географічно співвіднесеній системі координат (широта/довгота)
- Властивості (атрибути) є описовою інформацією певних просторових об'єктів. Вони часто не мають прямих вказівок на просторове розміщення, тому часто атрибути називають непросторовою інформацією
- Просторові стосунки визначають внутрішні взаємовідношення між просторовими об'єктами (наприклад, напрям об'єкту А відносно об'єкту В, відстань між об'єктами А і В, вкладеність об'єкту А в об'єкт В)
- Тимчасові характеристики представляються у вигляді термінів отримання даних, вони визначають їх життєвий цикл, зміну місця розташування або властивостей просторових об'єктів в часі

Питання до першої частини лекції

1. Назвіть загальні завдання впровадження ГІС-технологій.
2. Накресліть основні складові процесу вивчення природного довкілля і антропогенної інфраструктури за допомогою ГІС.
3. Назвіть базові визначення ГІС.
4. Які бувають ГІС-платформи?
5. Охарактеризуйте природу географічних даних, які використовуються у ГІС-технологіях.

2. Поняття бази просторових даних, растрова та векторна моделі

Основні елементи бази просторових даних

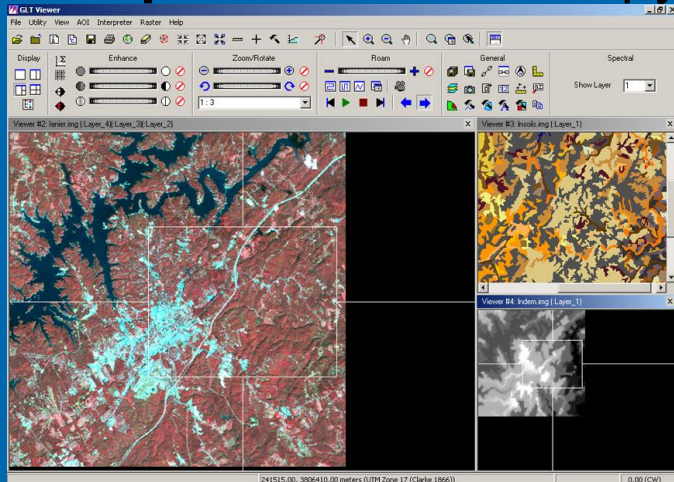
Елементи дійсності, змодельовані у базі просторових даних ГІС мають дві тотожності : реальний об'єкт і змодельований об'єкт (об'єкт БД).

Реальний об'єкт - явище навколишнього світу, що представляє інтерес, яке не може бути більше підрозділене на явища того ж самого типу;
Об'єкт БД - елемент, в тому вигляді, в якому він представлений у базі даних. Об'єкт БД є "цифровим поданням цілого або частини реального об'єкту".

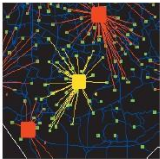
Метод цифрового подання явища змінюється виходячи з базового масштабу і ряду інших чинників.

Загальні підходи до представлення просторових об'єктів у БД

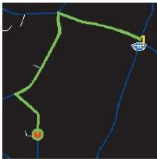
Растровий спосіб: чарунки, сітки



Векторний спосіб: точки, лінії, полігони



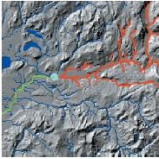
Бизнесмен выбирает место для новых торговых точек на основании оценки распределения потенциальных клиентов.



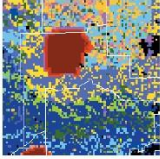
Диспетчер полиции определяет кратчайший путь к месту вызова.



Управление чрезвычайных ситуаций планирует размещение средств оказания помощи на основании моделирования запросов и доступности.



Управление водных ресурсов выполняет трассировку вверх по течению для обнаружения источника загрязнения.



Пожарная команда составляет прогноз распространения лесного пожара на основании данных о территории и погоде.

Растрова модель даних

- Розбиває усю територію, що вивчається, на елементи регулярної сітки або на чарунки;
- Кожна чарунка містить тільки одне значення;
- Така модель просторово заповненою, оскільки кожне місце розташування на території, що вивчається, відповідає чарунці растру, іншими словами - растрова модель оперує елементарними місцями розташування:



Переважна більшість первинних ГІС-даних є растровими, і вони обробляються на різних ГІС-платформах через функціональність *Data Interoperability*

Растровая модель данных (продовження)

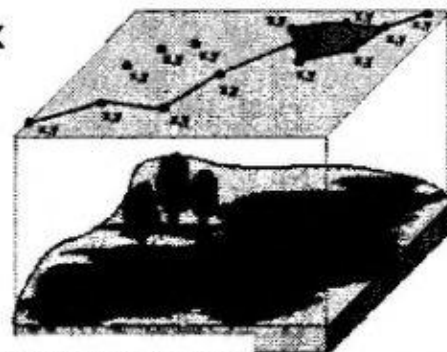
Что такое географические данные?

- ◆ Цифровое представление данных

- ◆ Две главные модели: вектор и растр

- ◆ Вектор представляет объекты как точки, линии или полигоны

- ◆ Координаты определяют геометрию и положение объектов

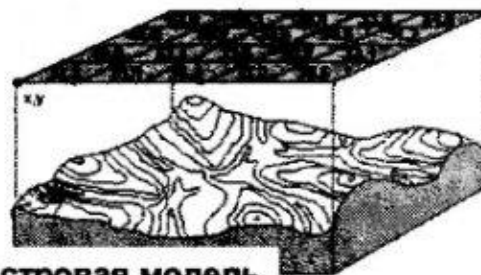


Векторная модель

- ◆ Растр представляет данные в виде матрицы равновеликих ячеек

- ◆ Ячейки хранят числовую информацию

- ◆ Могут представлять снимки или тематические данные (например, рельеф)



Растровая модель

Угоди, прийняті для растрової ГІС

Дозвіл

Мінімальна лінійна розмірність найменшої одиниці географічного простору, для якої можуть бути приведені які-небудь дані

У растровій моделі даних найменшою одиницею для більшості систем виступає квадрат або прямокутник. Такі одиниці відомі як чарунка сітки, осередок або піксель. Безліч чарунок утворює решітку, растр, матрицю.

У растровій моделі даних кожен піксель може характеризуватися значенням, наприклад, висоти дискретної ділянки території. По суті, це приводить до того, що безперервне просторове явище одержує **дискретне зображення**



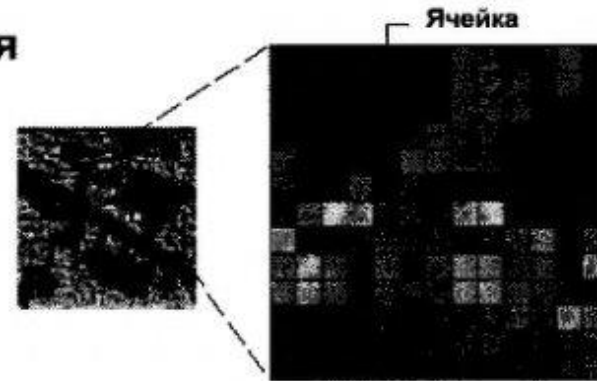
Угоди, прийняті для растрової ГС (продовження)

- Крім того, **піксель** ще і займає деяку площу, зі збільшенням якої у растрової моделі даних *знижується точність зображення поверхні.*
- Важливим, як і розмір **пікселя**, є розташування в його межах реального значення висоти. Воно може бути в *центрі пікселя* або в *одному з чотирьох його кутів.* При аналізі топографічних поверхонь вибір цих точок матиме вплив на результати обчислень.
- Якщо значення висоти належить до одного з чотирьох кутів, то *обчислені відстані змістяться щонайменше на половину ширини пікселя.* Тому, перш ніж аналізувати такі величини, як *відстані, ухил* або *експозиція схилу*, належить уточнити, **де саме растрова ГС розміщує значення висот.**

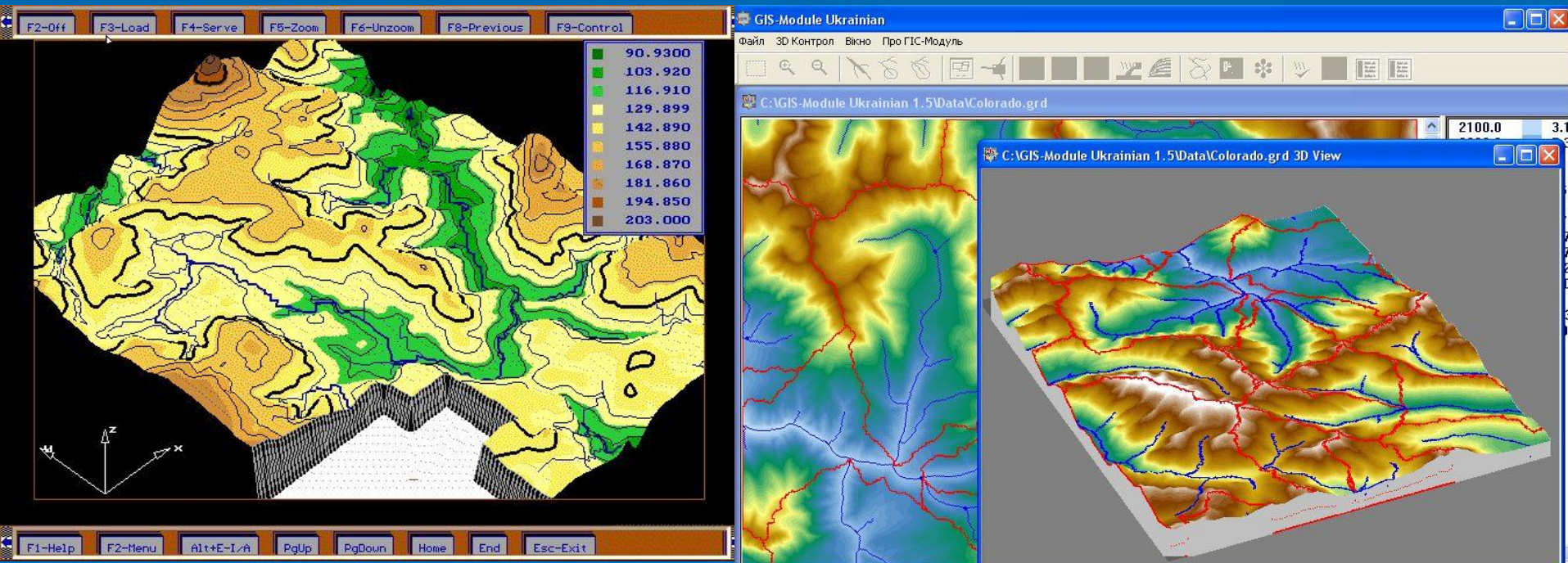
Растровая модель данных (продовження)

Структура растровых данных

- ◆ Растровые данные хранятся в виде набора растровых данных
- ◆ Набор растровых данных – это матрица равновеликих ячеек
 - ◆ Разрешение (например, 10 м) - размер участка земной поверхности, представляемого каждой ячейкой растра
 - ◆ Значения ячеек могут быть либо целочисленными, либо с плавающей запятой
 - ◆ Измерения, вычисления, статистическая информация, коды
- ◆ Растры могут быть с таблицей атрибутов и без нее



2D / 3D моделювання на підставі растру та вектору



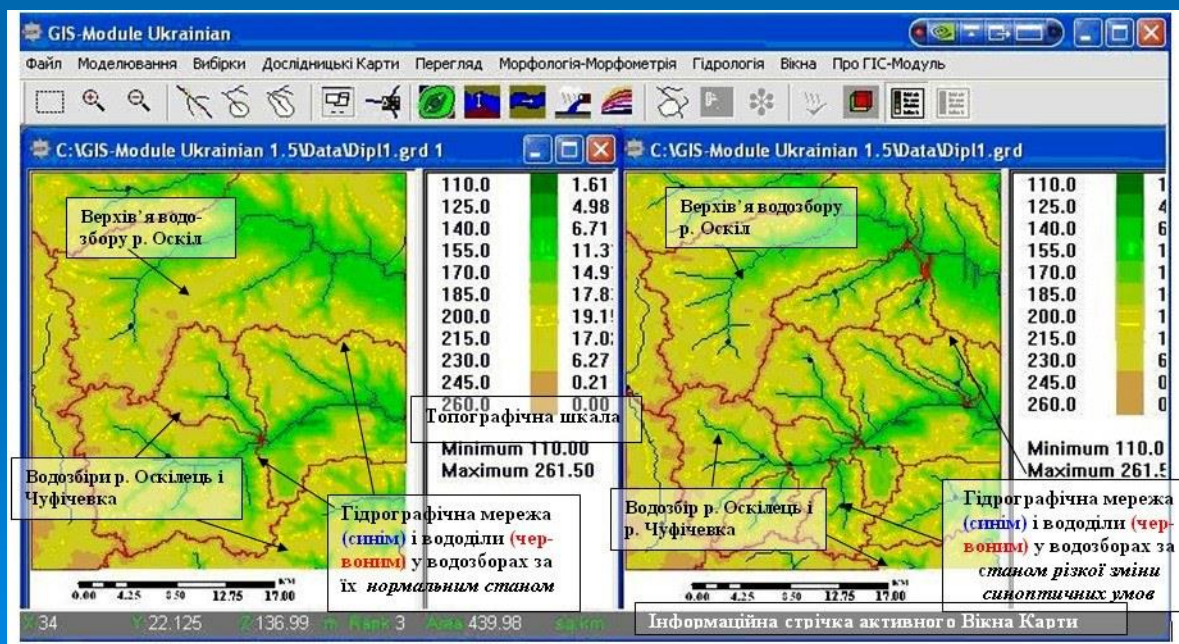
Угоди, прийняті для растрової ГІС (продовження)

Площинний контур (**Зона**)

Набір суміжних місць розташування однакової властивості. Термін **Клас**

(чи **Район**) часто використовується відносно усіх самотійних зон, які мають однакові властивості.

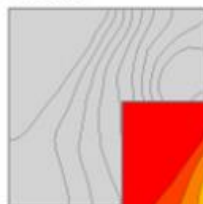
Основними компонентами зони є її **значення** і **місто розташування**.



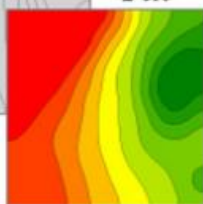
Від звичайної растрової моделі до моделі «ґріда» – регулярної матриці:

*...a Grid Map consists of a matrix of numbers with a value indicating the characteristic/condition at each grid cell—
geo-registered set of Grid Layers*

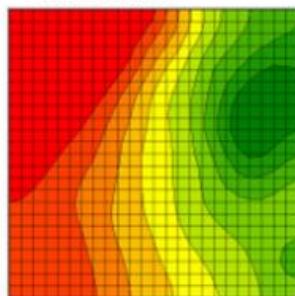
Lines



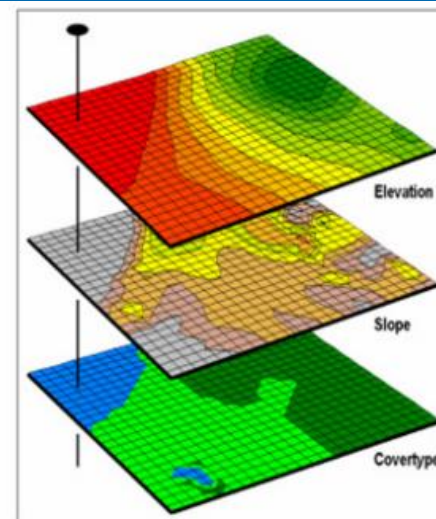
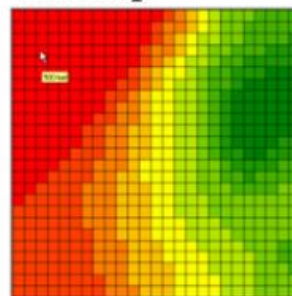
Fill



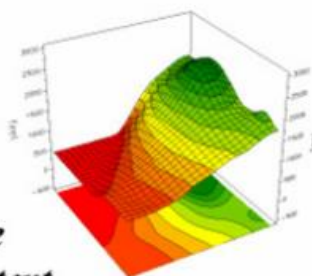
Grid Mesh



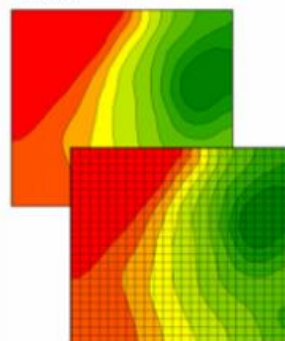
Grid Map



*...the
Analysis Frame
provides consistent
“parceling” needed for map
analysis and extends points, lines
and areas to Surfaces*

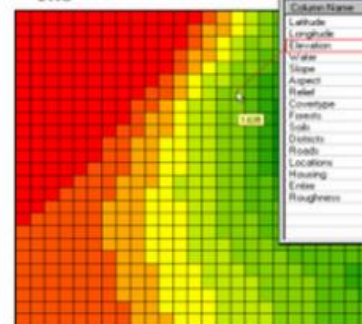


Vector



Analysis Frame

Grid



Feature Name	Value	Units
Latitude	40.34511	
Longitude	-104.057538	
Elevation	1,636	
Slope	46	Deg/Land
Aspect	161.67	Degrees
Relief	1500-1700	
Covertype	Forest	
Soils	Good	
Drainage	Lowland	
Disturb	Disturb 2	
Roads	No Road	
Locations	9	
Housing	No Houses	
Entire	1	
Roughness	9.15	

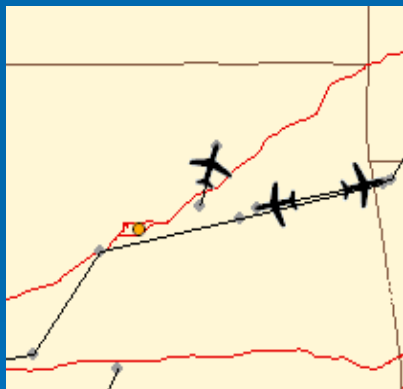
*Data listing for
a map stack...
Drill-Down*

Угоди, прийняті для растрової ГІС (продовження)

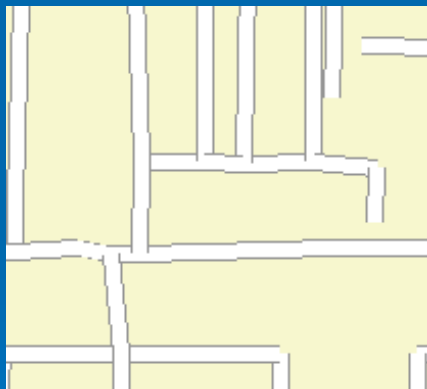
- Значення:
- Одиниця інформації, що зберігається в шарі для кожного пікселя або осередку (чарунки). Осередки однієї зони (чи району) мають однакове значення;
- Місце розташування :
- Найменша одиниця географічного простору, для якого можуть бути приведені які-небудь характеристики або властивості (піксель, осередок, чарунка);
- Така частка картографічного плану однозначно ідентифікується ***впорядкованою парою координат - номерами рядка і стовпця.***

Векторна модель даних (ВМД)

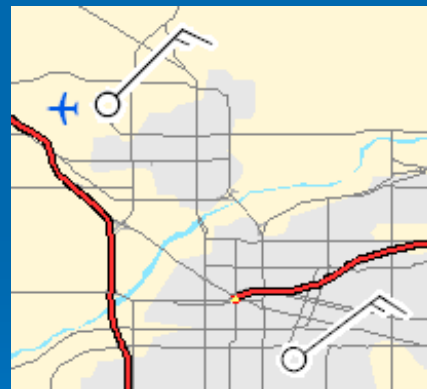
- Заснована на **векторах (спрямованих відрізках прямих)**;
- Базовим примітивом є **точка**;
- **Об'єкти** створюються шляхом з'єднання точок прямими лініями або дугами;
- **Площі** визначаються набором ліній;
- **ВМД** є *об'єктно-орієнтованою системою*



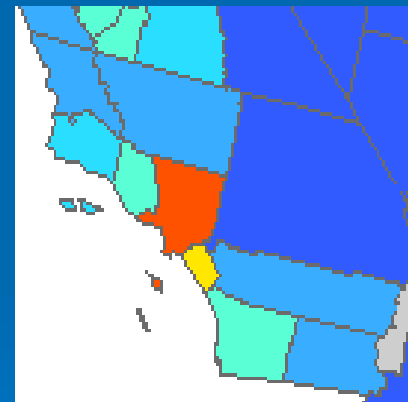
- Літаки
- Автомобілі
- Тварини
- Супутники
- Буревії



- Злочини
- Пожежи
- Випадки



- Метеостанції
- Детектори руху



- Домографія
- Розташування

Векторна модель даних

Структура векторных данных

- ♦ Векторные данные хранятся как классы объектов
- ♦ Класс объектов – это набор однородных объектов с атрибутами
 - ♦ Одинаковый тип геометрии
 - ♦ Одинаковый набор атрибутов
 - ♦ Общий пространственный экстенд
- ♦ Таблица атрибутов содержит поля уникального идентификатора (ID), геометрии (shape) и других атрибутов
 - ♦ Объекту соответствует запись в таблице



ObjectID *	Shape *	NAME
1	Point	Ace Market
2	Point	Andrew's Gasoline
3	Point	AP Supermarket
4	Point	Atlanta Market
5	Point	Beans and Stuff
6	Point	Big Sky Groceries
7	Point	Breakfast in Atlanta

Таблица
атрибутов
предприятий

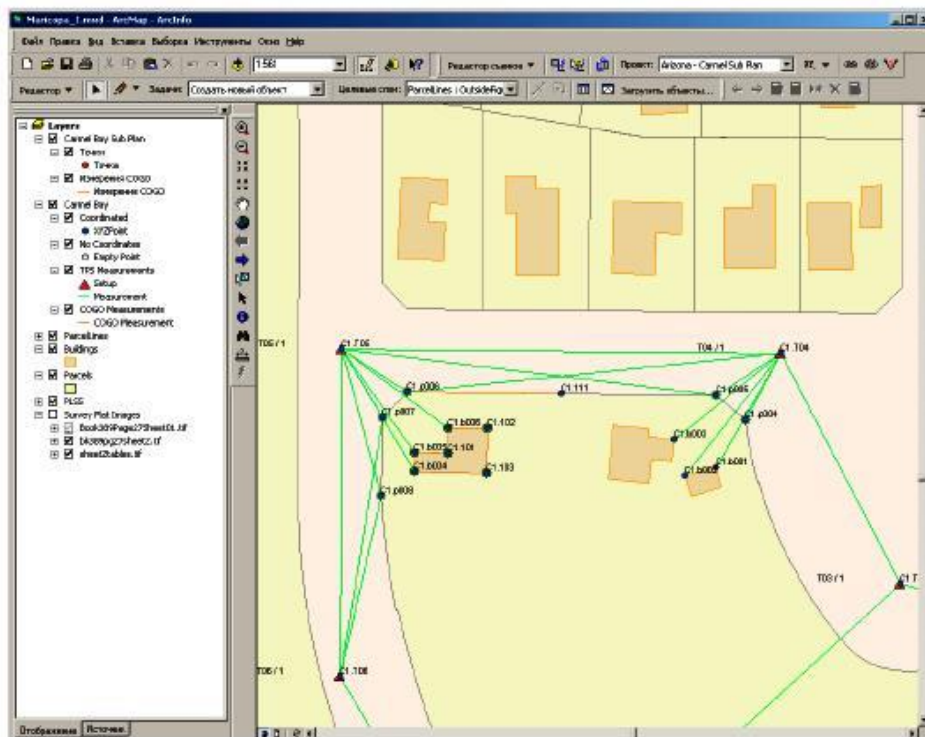
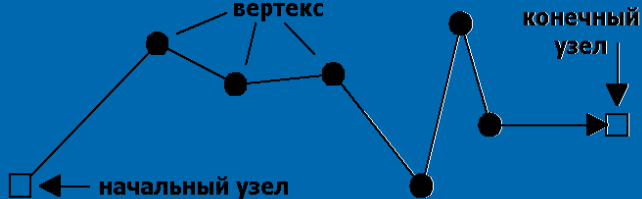
Приклад векторного подання просторових об'єктів (підписи російською)

Дуга

вертекс

конечный
узел

начальный
узел



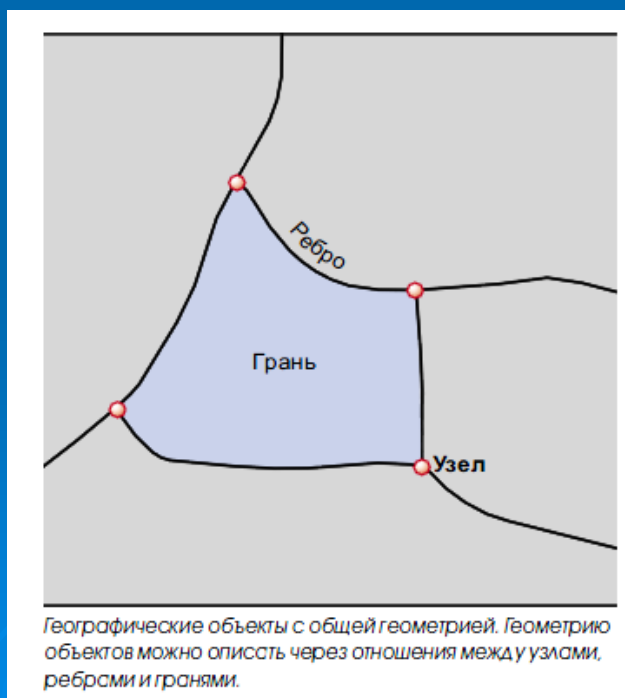
Модуль Survey Analyst связывает векторные пространственные объекты в базе геоданных с измерениями, вычислениями и геодезическими точками, хранящимися в той же базе геоданных. Объекты могут быть привязаны к геодезическим точкам.

Типи векторних об'єктів, засновані на визначені просторових розмірів

Безрозмірні типи об'єктів:

Точка визначає геометричне місцеположення

Вузол – топологічний перехід або кінцева точка, що також може визначати місцеположення



Типи векторних об'єктів, засновані на визначені просторових розмірів (продовження)

Одновимірні типи об'єктів

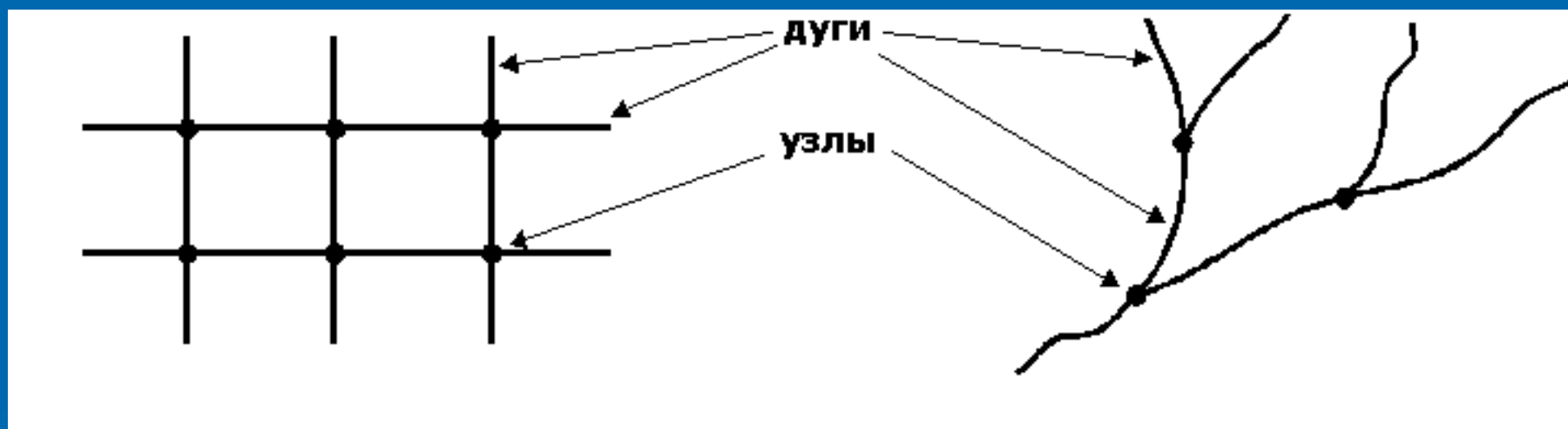
- Лінія - одновимірний об'єкт
- Лінійний сегмент - пряма лінія між двома крапками
- Рядок - послідовність лінійних сегментів
- Дуга - геометричне місце крапок, які формують криву визначену математичною функцією
- Зв'язок - з'єднання між двома вузлами
- Направлений зв'язок - зв'язок з одним певним напрямом
- Ланцюжок - направлена послідовність непересічних лінійних сегментів або дуг з вузлами на їх кінцях
- Кільце - послідовність непересічних ланцюжків, рядків, зв'язків або замкнутих дуг

Типи векторних об'єктів, засновані на визначенні просторових розмірів (продовження)

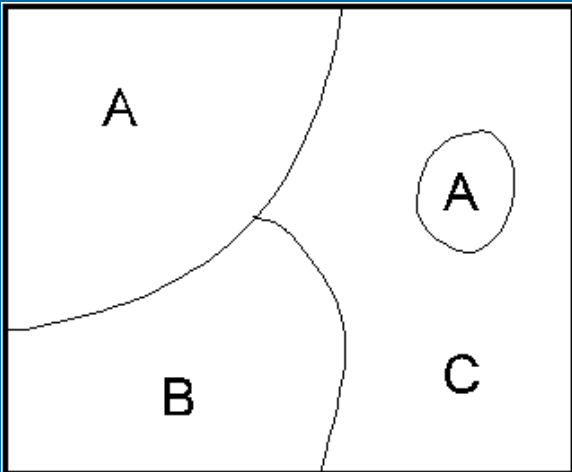
Двовимірні типи об'єктів

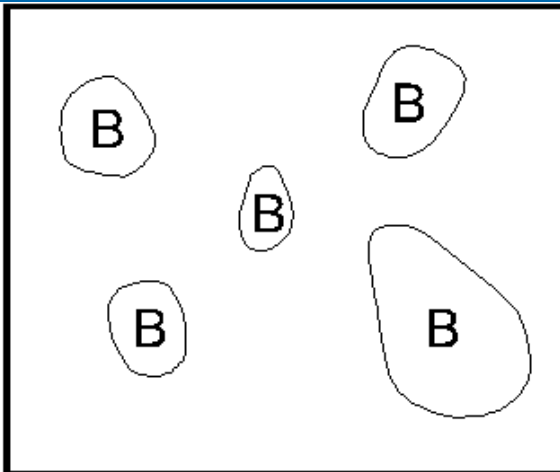
- Область - обмежений безперервний об'єкт, який може включати або не включати власну межу;
- Внутрішня область - область, яка не включає власну межу;
- Полігон - область, що складається з внутрішньої області, одного зовнішнього кільця і декількох непересічних, не вкладених внутрішніх кілець;
- Піксель - елемент зображення, який є найменшим неподільним елементом зображення.

Приклад шарів, складених із просторових об'єктів лінійного типу



Приклад шарів, складених із просторових об'єктів полігонального типу





условные обозначения

точечные

линейные

площадные

города

колодцы

границы

шоссе

реки

с/х земли

города

шоссе

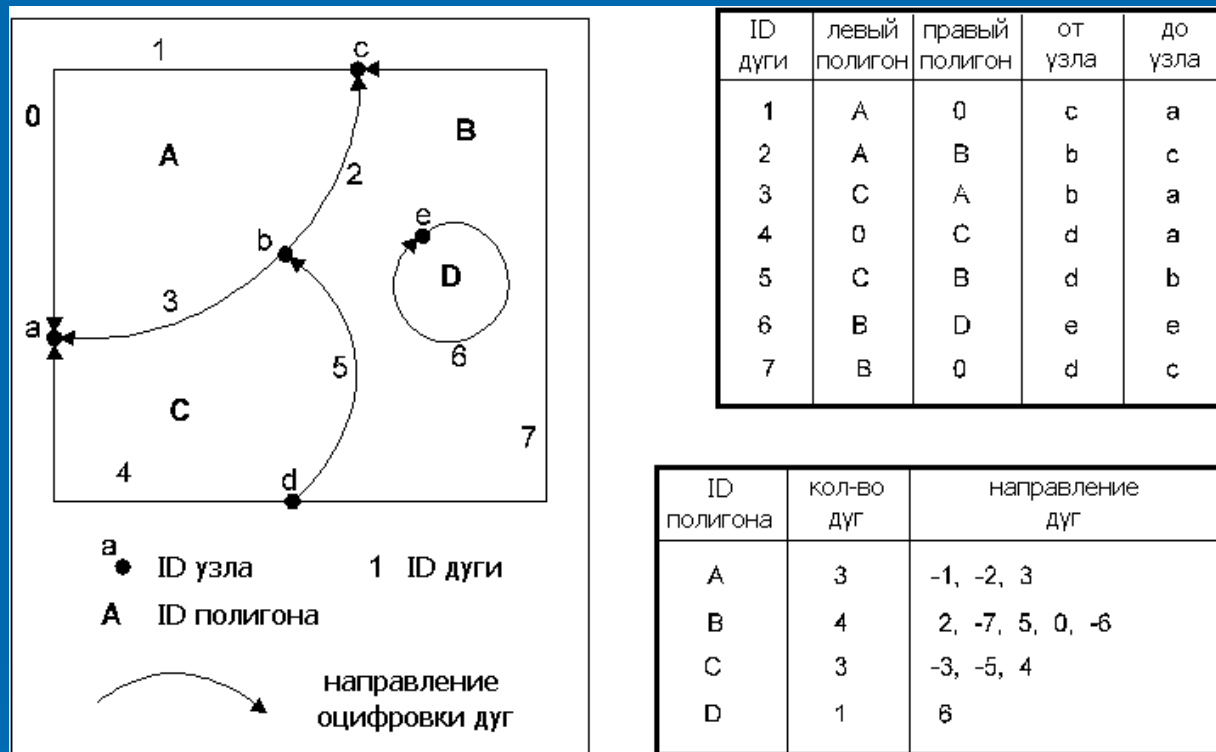
реки

масштаб

Форми векторної моделі даних

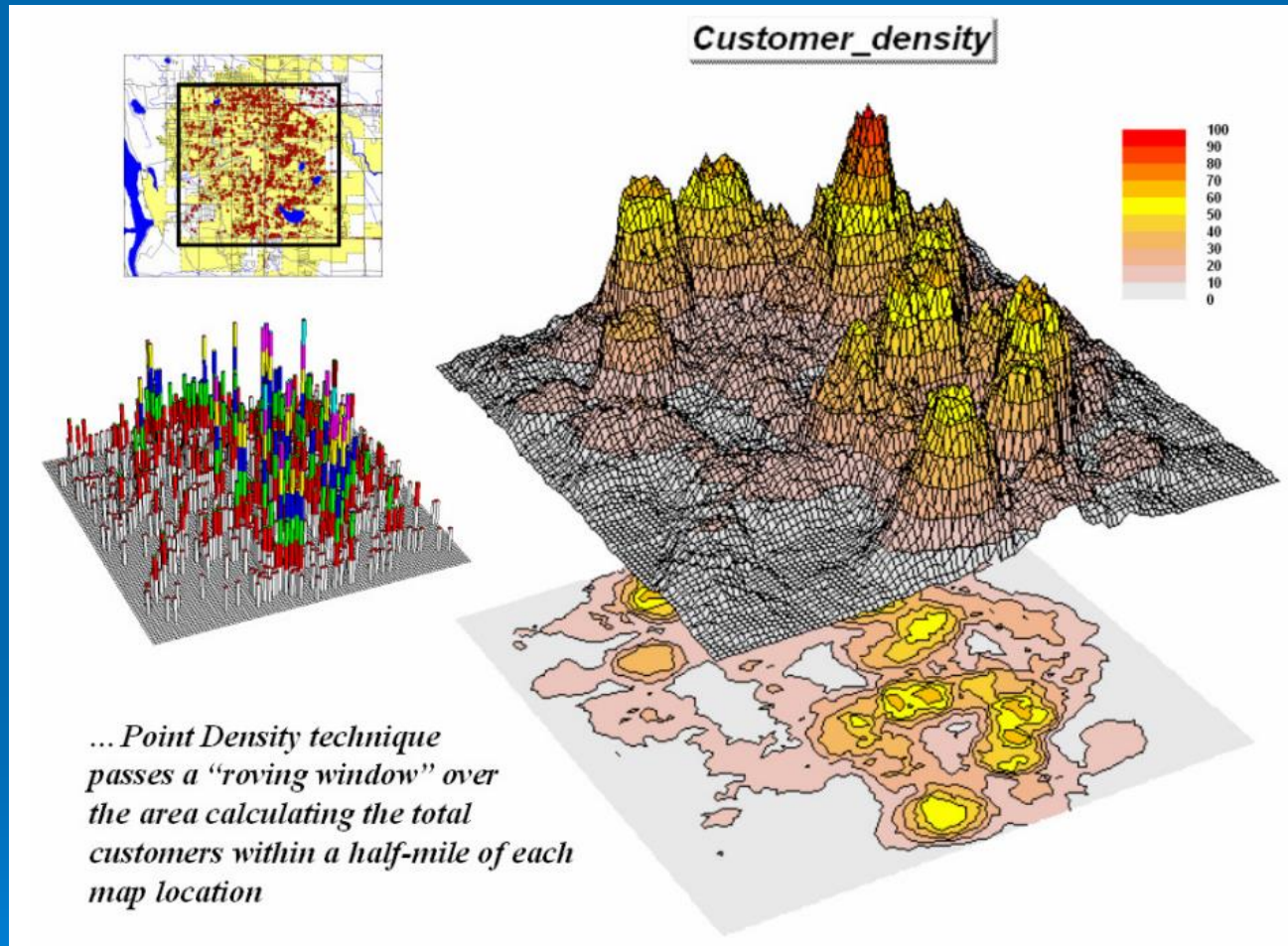
- Цільнополігональна структура (структура типу "спагетті" – описувалася у другій лекційній темі)
- Лінійно-вузлова структура (топологічна структура)
- Реляційна структура
- Нерегулярна триангуляційна мережа (TIN)

Топологічне подання векторних об'єктів



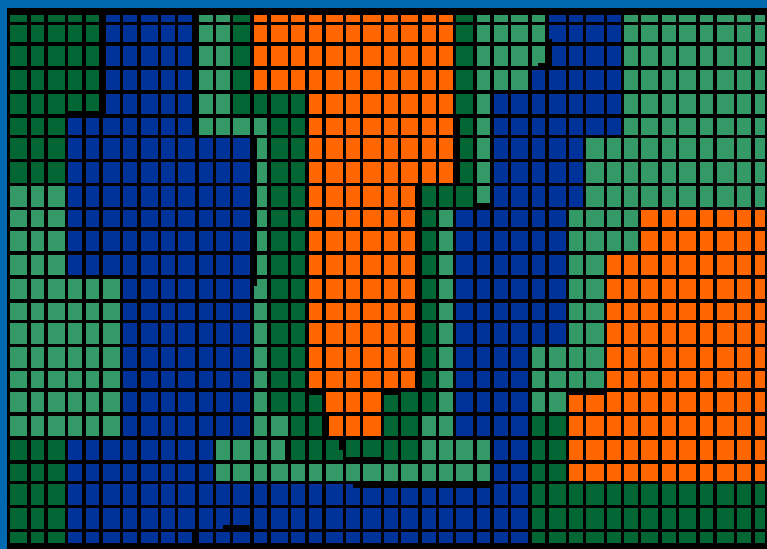
Формування топології включає визначення і кодування взаємозв'язків між *точковими, лінійними і площинними* об'єктами.

Композитна векторна карта-модель



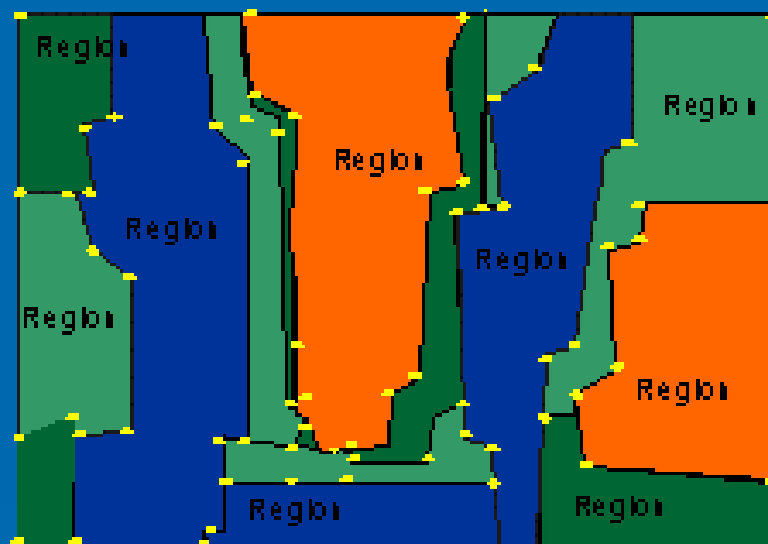
Зіставлення *растрової* та *векторної* моделей

растровий вид



 вырубки	 леса
 болота	 луга

векторный вид



 **ТОЧКИ**



ДУГИ



ПОЛИГОНЫ

Переваги:

➤ *Растрова модель*

- 1. Проста структура даних
- 2. Ефективні оверлейні операції
- 3. Робота із складними структурами
- 4. Робота зі знімками

➤ *Векторна модель*

- 1. Компактна структура
- 2. Топологія
- 3. Якісна графіка
- 4. Дискретне подання ГІС-об'єктів

Питання до другої частини лекції

1. Назвіть основні елементи бази просторових даних
2. Що таке *растрова модель даних*? Назвіть основні угоди, прийняті щодо растрової моделі даних.
3. У чому особливості «грід»-моделі даних? У чому відмінність такої моделі від звичайної растрової?
4. Що таке *векторна модель даних*? Назвіть основні угоди, прийняті щодо векторної моделі даних.
5. Що таке композитна векторна карта-модель?
6. Зробіть зіставлення растрової та векторної моделей. Поясніть, у чому полягають переваги однієї та іншої.

3. Введення даних у ГІС

Введення даних - це процедура кодування даних в комп'ютерно-читаєму форму та їх запис в базу даних GIS.

Введення даних включає три головні кроки:

- Збір даних;
- Їх редагування та очищення;
- Геокодування даних (виконували на практичній роботі в ГІС *MapInfo*);

Два останні етапи є ***передобробкою даних***.

Типи систем введення даних

1. Введення за допомогою клавіатури

- Головним чином, для атрибутивних даних
- Це нечасто використовується для просторових даних
- Може бути об'єднано із ручним шифруванням;
- Звичайно, більш ефективно використовується як окрема операція.

Типи систем введення даних (продовження)

2. Координатна геометрія

- Процедури використовуються для того, щоб ввести дані по земельних ділянках;
- Дуже значний рівень точності, отриманої за рахунок польових геодезичних вимірювань;
- Коштує достатньо багато;
- Використовується для земельного кадастру.

Типи систем введення даних (продовження)

3. Ручне цифрування:

- ✓ Найбільш широко використовуваний метод введення просторових даних з карт;
- ✓ Ефективність залежить від якості програмного забезпечення; шифрування і вміння оператора;
- ✓ Вимагає багато часу і допускає наявність помилок.

Типи систем введення даних (продовження)

4. Сканування

- Цифрове зображення карти отримане сканером
- Розмір осередку, який можна відсканувати мінімальний фрагмент карти складає близько 20 мікрон (0.02 мм)
- Знімок потребує обробки і редагування для поліпшення якості
- Зображення повинне перетворюватися у векторний формат
- Маркіровка для забезпечення взаємозв'язку з атрибутами
- Зображення, що сканують, можуть безпосередньо використовуватися для виробництва карти
- Дані дистанційного зондування

Типи систем введення даних (продовження)

5. Введення існуючих цифрових файлів

- . Набори даних різних відомств і організацій мають бути доступні для використання в інших установах;
- . Придбання і використання існуючих цифрових наборів даних є найбільш ефективним способом заповнення ГІС.

Проблеми цифрування карт

- Рівень помилок у базі даних ГІС безпосередньо пов'язаний з рівнем помилок початкових карт
- Карти не завжди адекватно відображають інформацію і не завжди точно передають дані про місце розташування



Проблеми цифрування карт (продовження)



• Розривання

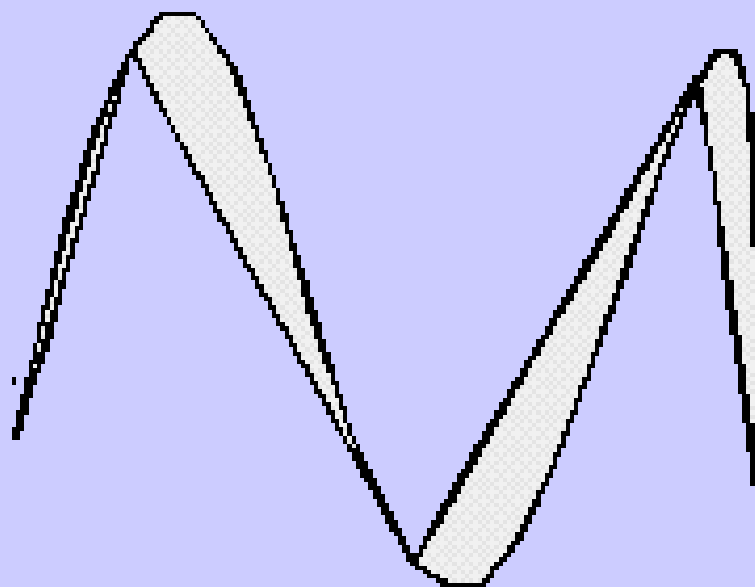
• Смикання

• Зашморг

• Перетин

Проблеми цифрування карт (продовження)

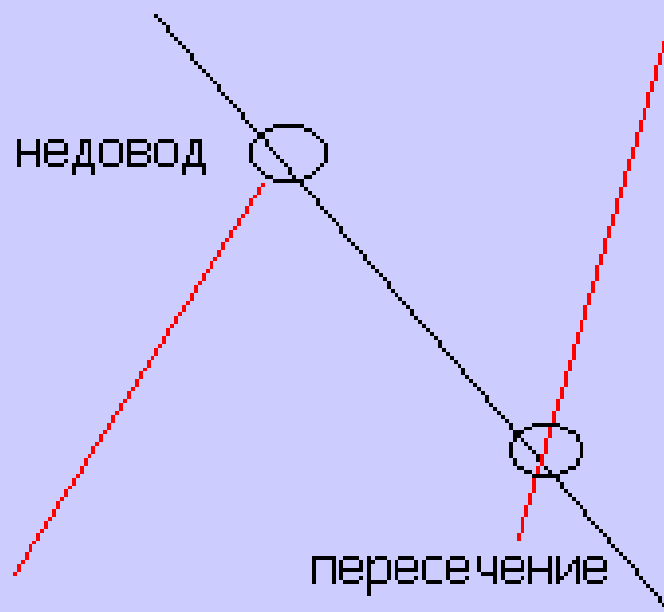
Ошибки цифрования



плавная кривая
становится
ломанной линией

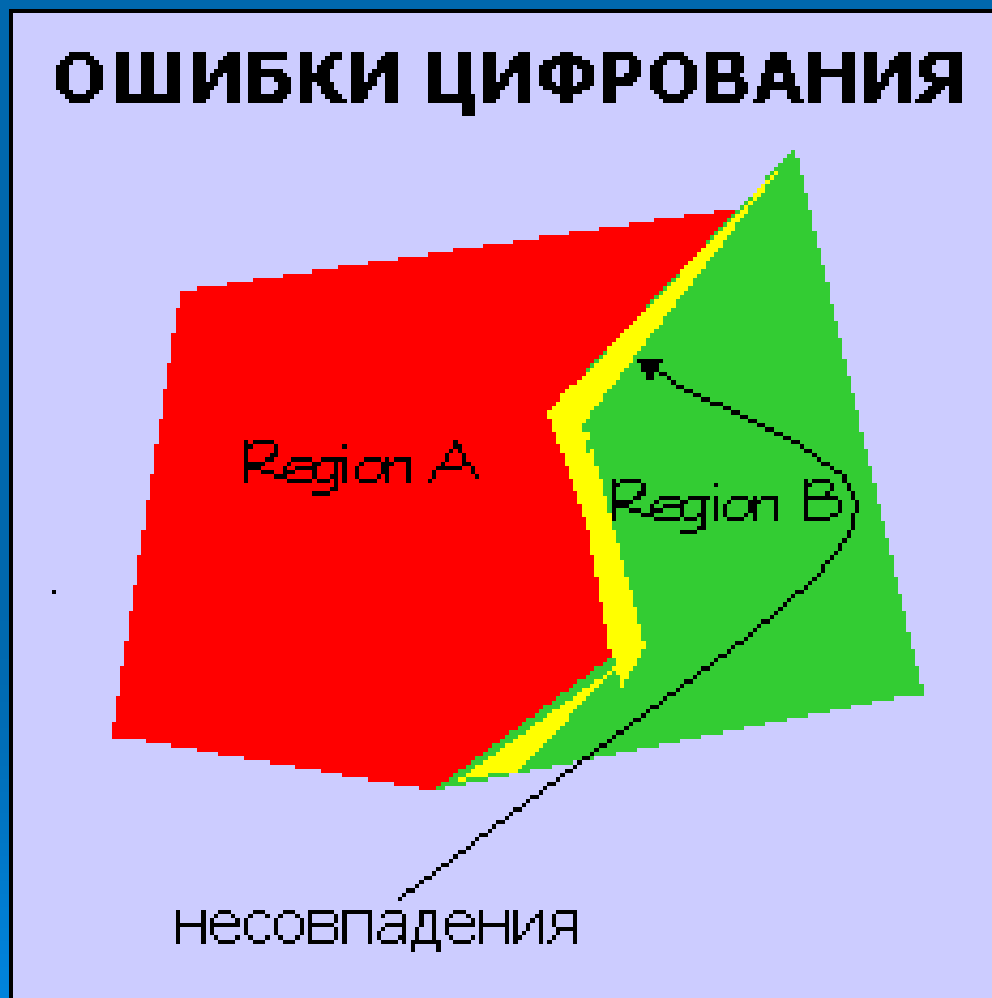
Проблеми цифрування карт (продовження)

Ошибки цифрования

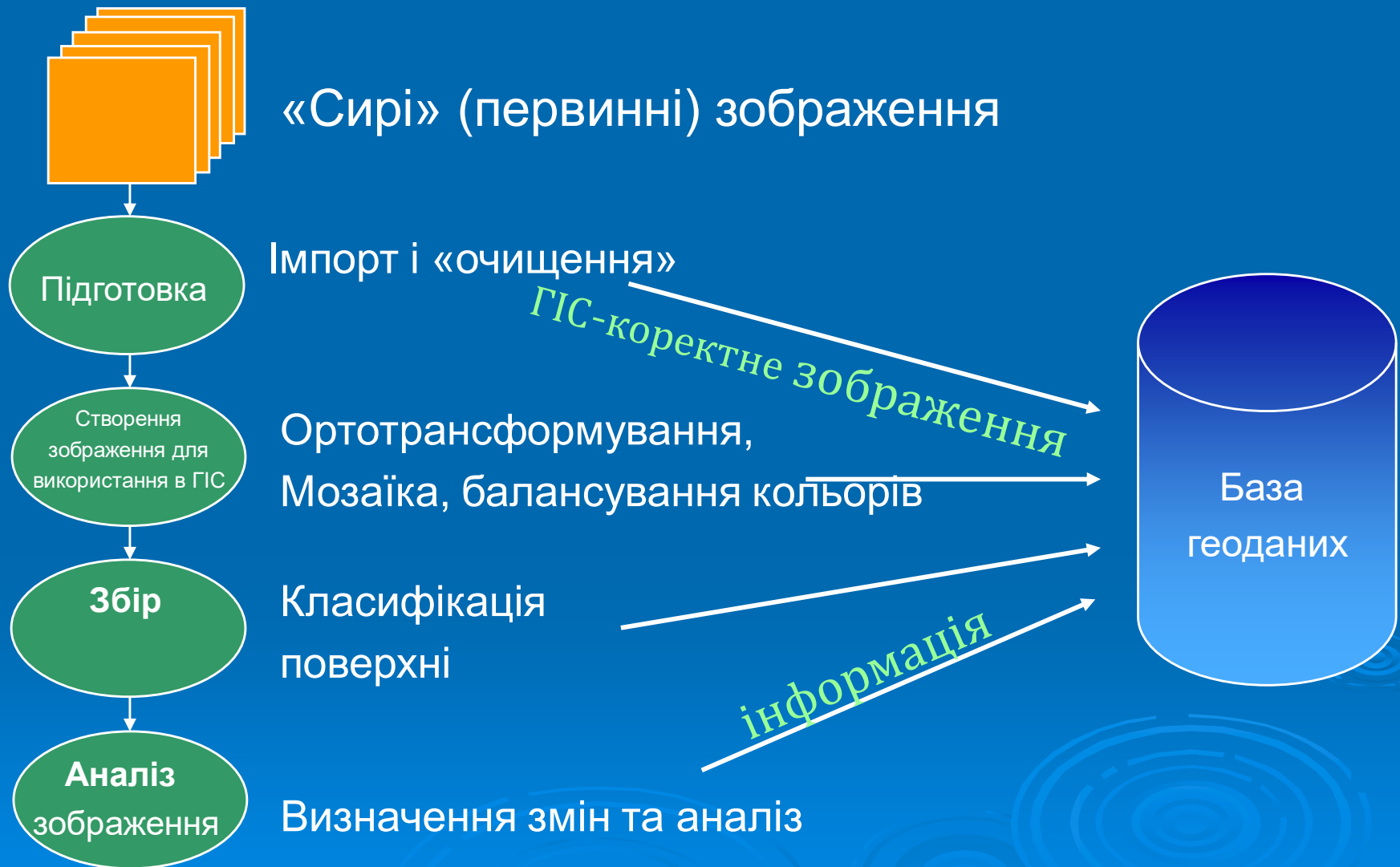


недовод и перевод

Проблеми цифрування карт (продовження)



Обробка знімків



Питання до третьої частини лекції

1. Охарактеризуйте процедуру введення даних взагалі
2. Які існують типи систем введення даних? Охарактеризуйте кожну із цих систем окремо
3. У чому полягають проблеми цифрування карт?
4. Коротко охарактеризуйте схему і складові процедур обробки знімків

4. Геомодельовання і візуалізація на сучасних ГІС-платформах

ArcGIS – платформа...



Масштабування продуктів ArcGIS Desktop

ArcInfo

ArcEditor

ArcView

ArcReader

Розширена
геообробка

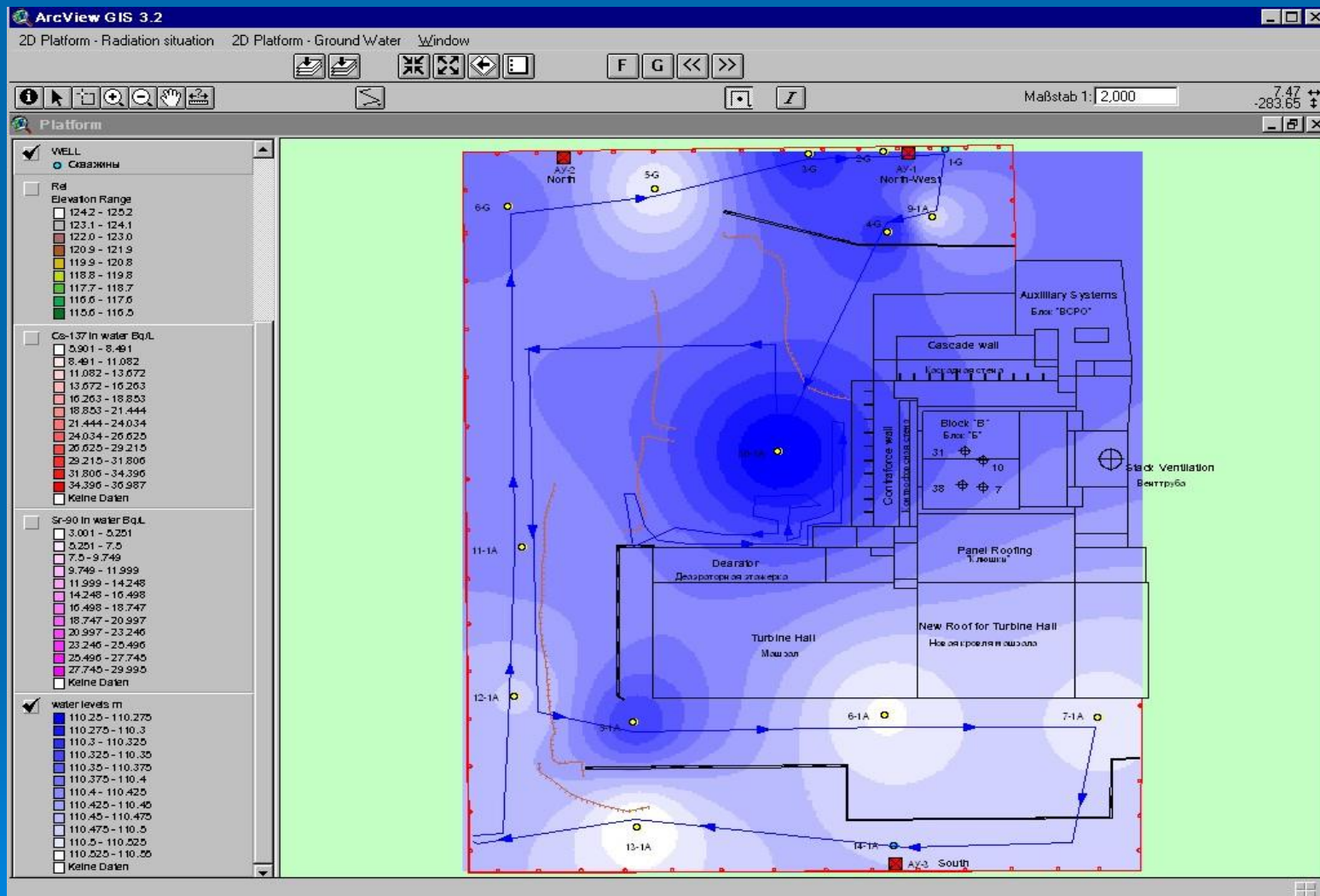
+

Редагування
+

- Доступ до даних
- Картографія
- Запити
- Геокодування
- Просте редагування
- Надбудова

- Доступ до даних
- Перегляд
- Запити

Розрахунок розподілу рівню ґрунтових вод на проммайданчику Об'єкту “Укриття”

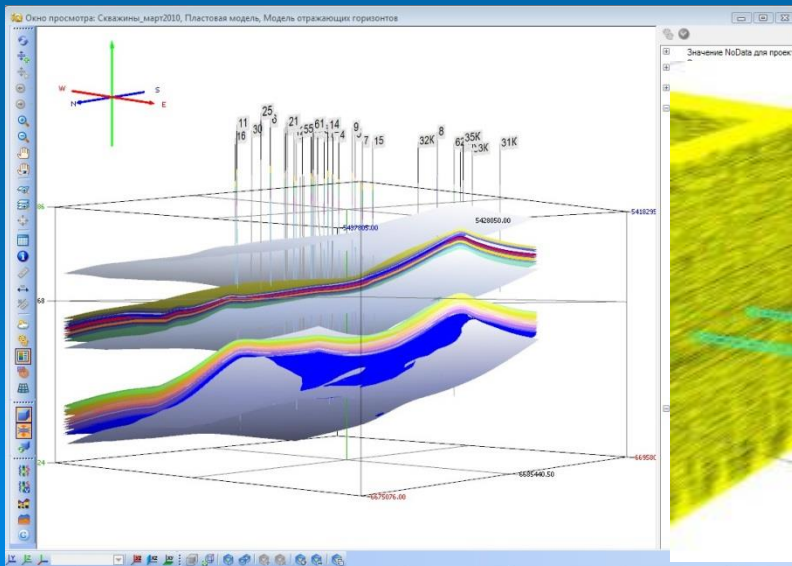
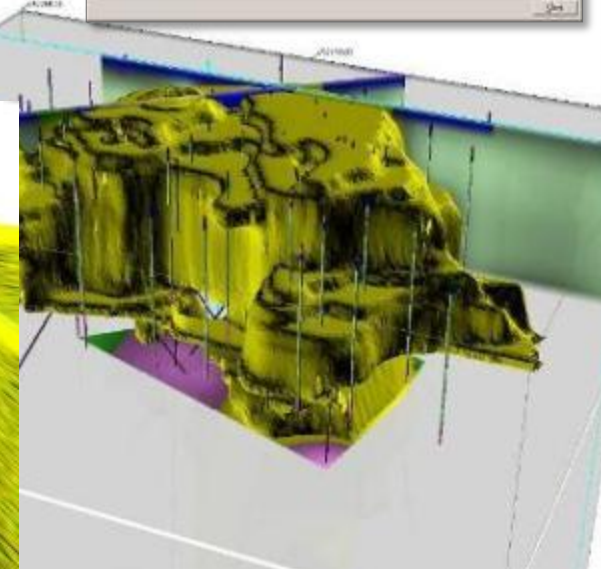
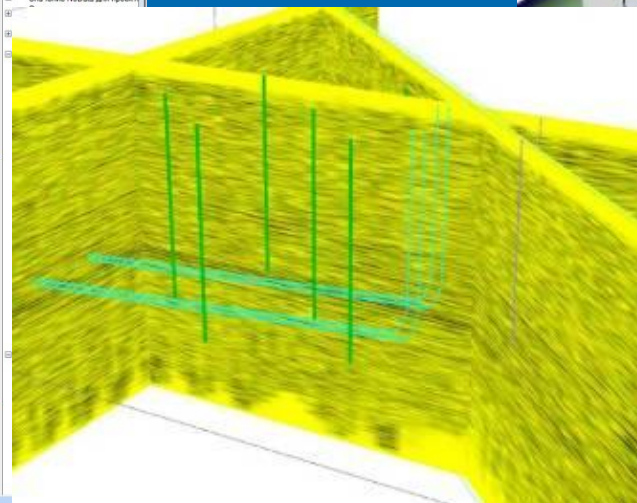
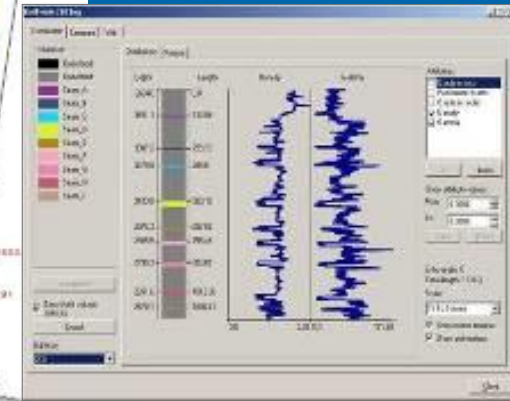
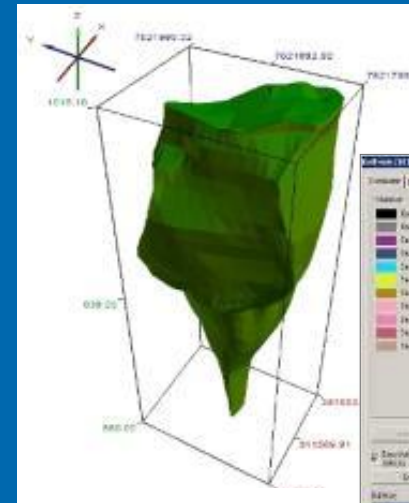


Інтеграція та візуалізація просторових даних

В Єдиному Проекті та в Базі Геоданих можуть бути

функціонально поєднані:

- ✓ дані геологічної та сейсмічної зйомок;
- ✓ дані лазерної зйомки (як правило – дуже великого обсягу);
- ✓ інші дані дистанційного зондування (спутникова та аерозйомка);
- ✓ дані екологічного та технологічного моніторингу;
- ✓ картографічно орієнтовані дані;
- ✓ інженерно-інфраструктурні дані;
- ✓ інша допоміжна інформація.

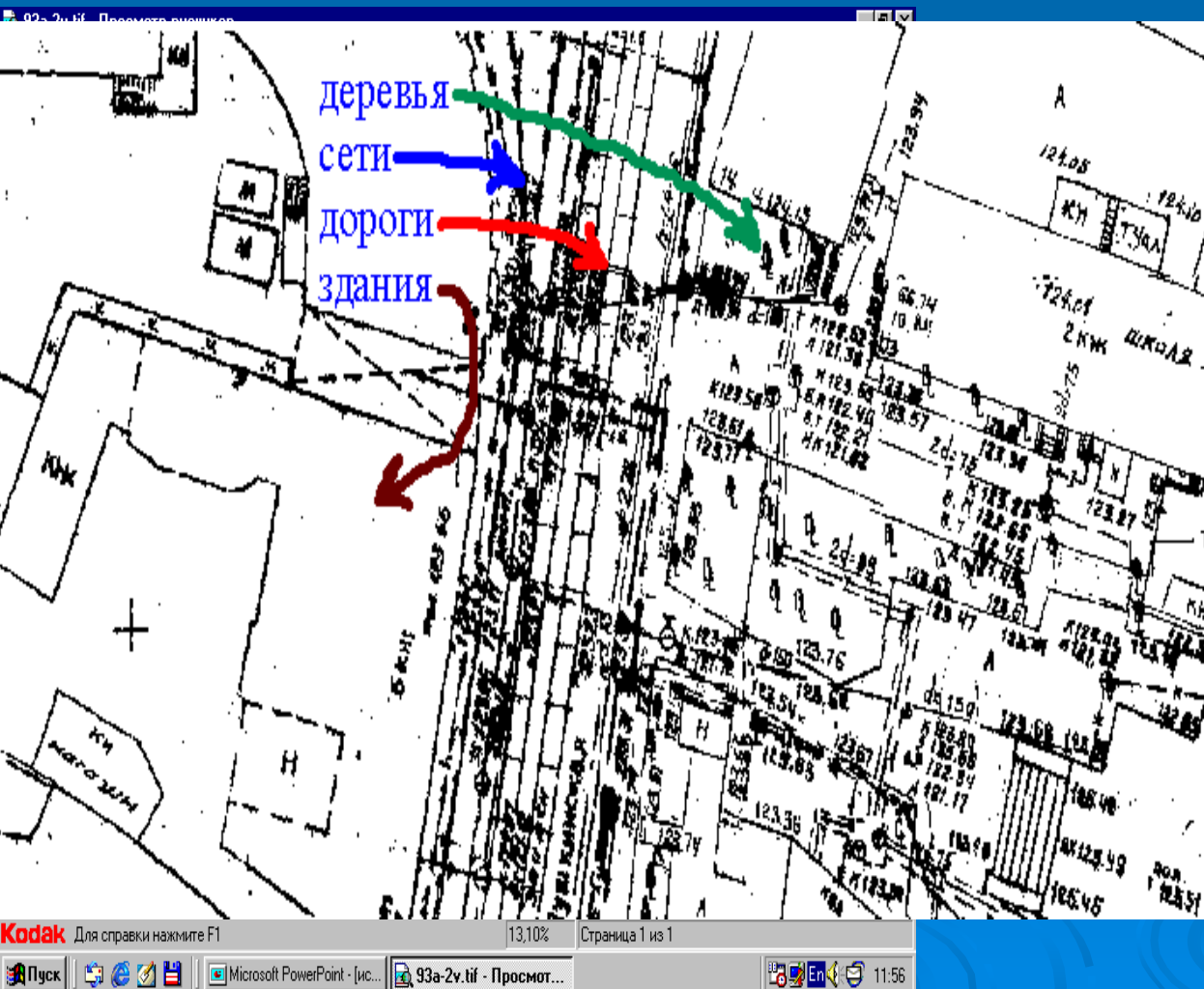


Існуюче подання картографічної інформації – *необхідність муніципальної ГІС*



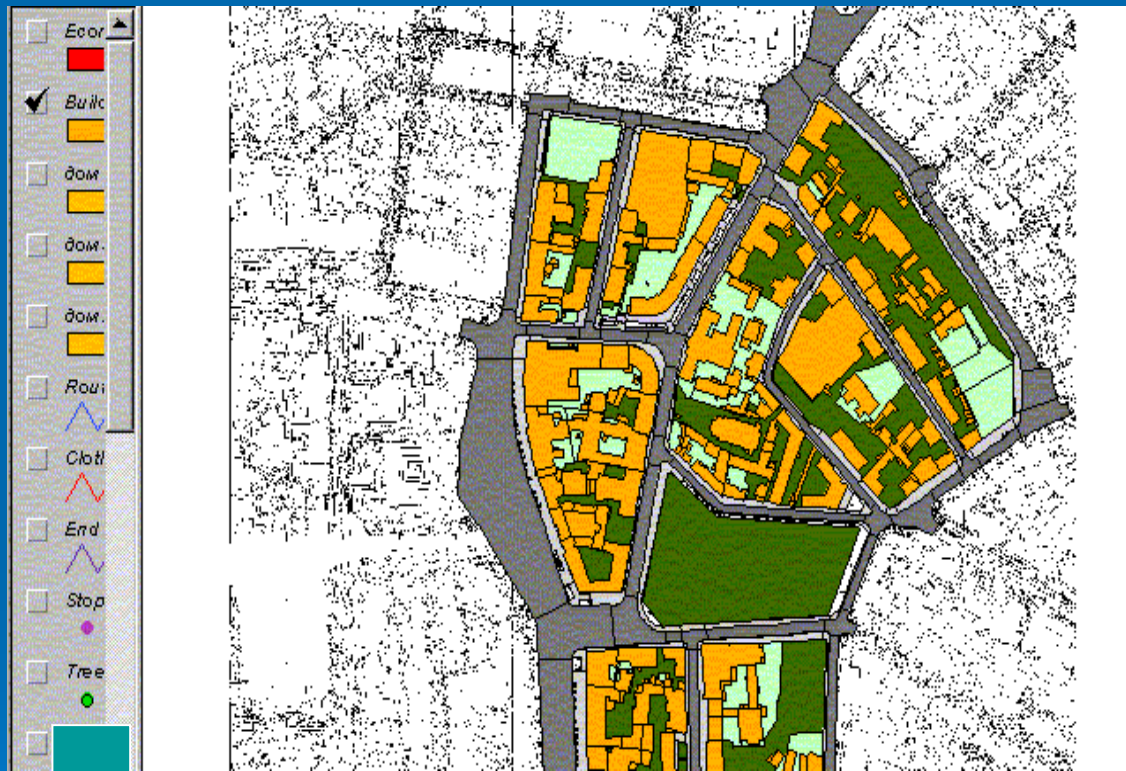
- Система управління міськими ресурсами і територією, яка склалася в практиці, перестала повною мірою виконувати *функції регулювання розвитку міста.*
- Старі методи представлення інформації про розвиток міста, про існуюче планування та нові забудови не дозволяють повною мірою проаналізувати ситуацію, що склалася.

Існуюче подання картографічної інформації (продовження)



Робочі матеріали - планшети масштабу 1:500 дуже важко піддаються прочитанню і кваліфікованому аналізу фахівцями різних міських технічних служб.

Принципово нове подання інформації через візуалізацію в ГІС



Сучасне подання інформації в електронному вигляді, засноване на розбитті усієї картографічної символічної інформації на графічні "шари" з паралельним поданням описової інформації у вигляді таблиць, графіків і так далі, що спрощує використання, читання і аналіз матеріалу.

диференційована по «шарам» інформація

Ділянка місцевості з відображенням ряду його кількісних та якісних показників

остановки городского транспорта

Shape	Id	станция автобуса	станция трам	название остановки
Point	0	Y	N	пл.Конституции
Point	0	N	Y	ул.Пушкинская
Point	0	N	Y	пл.Поэзии
Point	0	N	Y	пер.Короленко

жилой дом

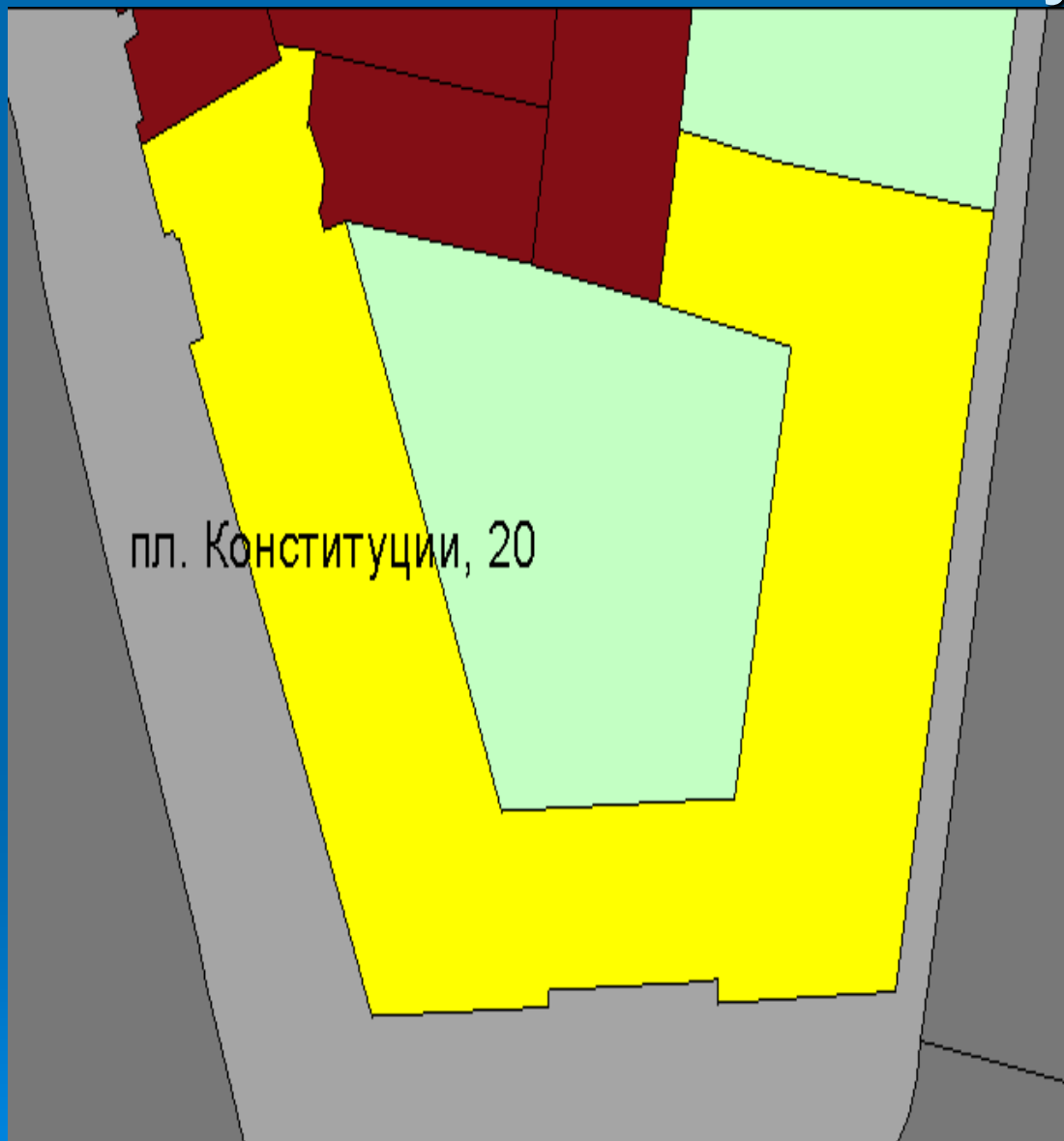
территория квартала

Shape	Polygon
Id	660104
Area	17901
Bti_code	1116
Landregion	Центр
District	Ки
Distcode	66



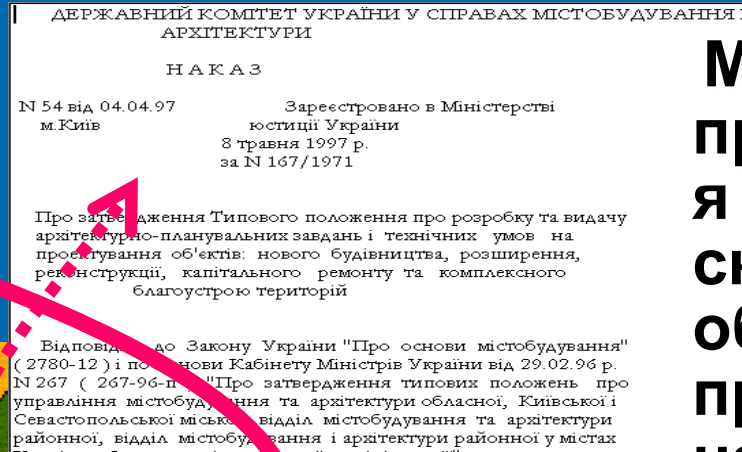
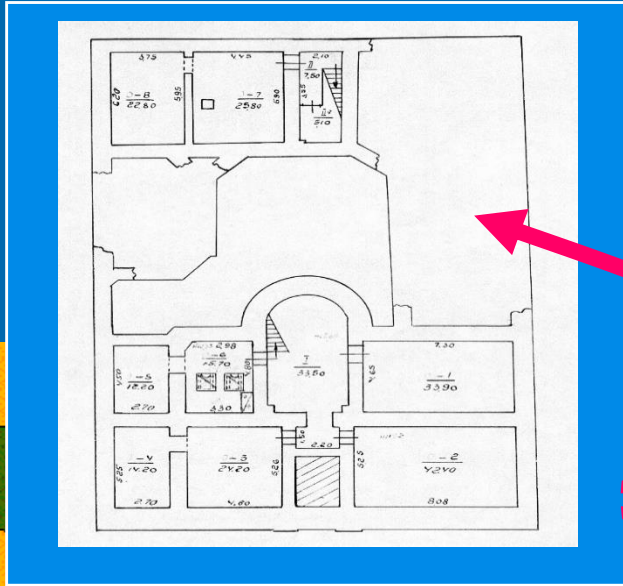
Shape	Polygon
Id	660104001
адрес	пл. Конституции, 20
тип улицы	площадь
название улицы	Конституции
№ здания	20
год постройки	1952 г.
этажность	6
жилое	Y
кво_подъездов	4
пл_застр	1307
блнс_стоим	1138.00
изол_кв	61
пл_изол	3833.60
ком_кв	1
пл_ком	77.28
кво_квартир	62
пл_квартир	3910.88
пл_приват_кв	3466.58
кво_подвал	1
пл_подвал	240.00
кво_чердаков	1
пл_чердаков	0.00
мат_стен	кирпич
мат_крыши	шиффер
%_износа	0
population	136
hot_link	

Житлові будинки



Shape	Polygon		
Id	660104001		
адрес	пл. Конституции, 20		
тип_улицы	площадь		
название_улицы	Конституции		
№ здания	20		
год постройки	1952 г.		
этажность	6		
жилое	Y		
кво_подъездов	4		
площ_застр	1307		
блнс_стоим	1138.00		
изол_кв	61		
пл_изол	3833.60		
ком_кв	1		
пл_ком	77.28		
кво_квартир	62		
площ_квартир	3910.88		
площ_приват_кв	3466.58		
кво_подвал	1		
пл_подвал	240.00		
кво_чердаков	1		
пл_чердаков	0.00		
мат_стен	кирпич		
мат_крыши	шифер		
%_износа	0		
population	136		
hot_link			

Візуалізація існуючого об'єкту в муніципальній ГІС



Можливість представлення ситуації, що склалася, без обов'язкової присутності на місцевості, а також отримання інформації - поверхові плани, обмеження при реконструкції і так далі



точка огляду

Питання до четвертої частини лекції

1. Окресліть схему платформи *ArcGIS*
2. Що таке масштабування продуктів *ArcGIS Desktop*?
3. Назвіть приклади існуючого подання географічної інформації в ГІС
4. Уточніть поняття «Візуалізація інформації в муніципальній ГІС – М-ГІС»
5. Яким чином М-ГІС замінює звичайні аналогові (паперові) БД міського господарства?

***Thank you for your
interest in GIS😊***