

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Настасюк В.А., Співак А.Я.

БАЗИ ДАНИХ У ЗАХИСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Конспект лекцій

Одеса
Одеський державний екологічний університет

2018

УДК [502.3:004.6] (042.3)
Н 32

Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій (протокол №9 від 27. 06. 2018 р.)

Настасюк В.А., Співак А.Я.

Бази даних у захисті навколишнього середовища: конспект лекцій. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2018. 47с.

Конспект лекцій з дисципліни «Бази даних у захисті навколишнього середовища» призначений для студентів 2-го курсу спеціальності Технології захисту навколишнього середовища.

Обговорюються система керування базами даних (СКБД) – як комплекс програмних засобів для створення структури бази, наповнення її змістом, редагування вмісту та візуалізації інформацій

ISBN 978-966-186-145-8

© Настасюк В.А., Співак А.Я., 2018
© Одеський державний екологічний університет, 2021

Текстові скорочення

БД – база даних

Інф – інформація

ІС – інформаційна система

САПР – система автоматичного проектування

СКБД – система керування базами даних

ОС – операційна система

ЗМІСТ

Вступ. Основні поняття про бази даних	5
1. Основні терміни в геоінформаційних системах	19
2. Структура ГІС як інтегрованої системи	22
3. Функціональні можливості сучасних ГІС	25
4. Місце ГІС серед інших автоматизованих систем	32
5. Інструментальні засоби ГІС, призначення і можливості	33
6. Основні сучасні пакети ГІС	38
7. Застосування ГІС у народному господарстві	42
Література	47

ВСТУП. Основні поняття про бази даних

База даних (БД, *data base*) – це сукупність даних, організованих за певними правилами, які дозволяють їх оперативну обробку.

Характерною рисою БД є сталість: дані весь час накопичуються і використовуються. Створювачі таких «довготермінових утворень» (від розробників систем керування БД (СКБД) до адміністраторів БД) мусять постійно пам'ятати про проблему «спадковості» — про те, як інтегрувати у створювану систему спадкові дані, які перебувають під керуванням застарілої СКБД, й про те, як побудувати систему, аби наново створювані дані могли бути, в свою чергу, успадковані наступним поколінням систем і розробників. Вельми консервативні й концепції БД. Ця консервативність — наслідок не лише «довговічності», але й того факту, що БД, хоч і важлива, але не основна (функціонально), а *забезпечувальна* (інформаційна) складова деякої (великої) людино-машинної системи. Така «стабільність» призвела з одного боку до вдосконалення дружніх інтерфейсів керування системою, а з іншого — до побудування потужних гнучких СКБД. З'явилися і засоби автоматизації розробки, які дозволили створювати БД будь-якому користувачеві.

СКБД - комплекс програмних засобів для створення структури бази, наповнення її змістом, редагування вмісту та візуалізації інформацій

Найпоширеніші СКБД:

Microsoft Access,
Microsoft SQL Server,
Oracle,
INGRES,
Informix,
DB2,
Sybase,
Paradox та ін.

У БД залежно від призначення (БД підприємства, муніципальна база даних, база даних адміністративного району/області) можуть зберігатися й оброблятися різні інформації: списки співробітників підприємств з їхніми обліковими відомостями, списки будинків із технічними характеристиками, правничі або статистичні описи земельних ділянок, об'єктів адміністративного керування тощо. Так само, залежно від призначення БД може змінюватися перелік об'єктів, описуваних у БД; склад атрибутів, що описують ці об'єкти; спосіб і ступінь формалізації атрибутів; організація зв'язку між різними об'єктами БД та ін.

⇒ можна назвати БД інформаційною моделлю реального світу в певній предметній галузі.

Банк даних - система спеціально організованих даних, програмних та ін. засобів для централізованого накопичення і колективного багатоцільового використання даних

Основні вимоги до банків даних:

- багаторазове використання даних;
- простота;
- легкість використання (користувачі повинні мати (процедурно) простий доступ до даних, коли всі складності приховані у самій СКБД;
- гнучкість використання (існування різноманітних способів звернення до даних та їх пошуку)
- швидка обробка запитів на дані (існування можливості короткого формулювання нетривіальних запитів (в декількох словах або кількома натисканнями клавіш). Наголос робиться на «що», а не на «як».

Співвідношення БД з різними рівнями інформаційних процесів:

рівень інформаційних технологій (ІТ)	фізична структура
рівень системи (ІС)	логічна структура
рівень інформаційних ресурсів (ІР)	вміст + структура даних

На *рівні інформаційних технологій* БД визначається як взаємопов'язана сукупність файлів ОС, що містять відомості про предметну царину актуальної задачі. При цьому основна увага приділяється фізичній структурі БД. На *рівні інформаційних систем* БД розглядається як компонента, що являє собою інформаційну модель предметної царини. Тут найважливішою виступає проблема логічної структури БД. У розгляді на *рівні інформаційних ресурсів* БД потрактовується як елемент світових ІР. Основна характеристика тут - вміст БД, хоча і структури даних також важливі.

Інформаційна система (ІС) = БД + апаратно-програмний комплекс засобів для збереження, зміни і пошуку інформації та взаємодії з користувачем

Надалі цікавимося лише 2-м та 3-м рівнями.

КОМПОНЕНТИ (ПІДСИСТЕМИ) БАНКУ ДАНИХ:

- | | |
|---|--|
| 1) інформаційна база | колекції записів власне даних
+ опис цих даних (метадані) |
| 2) лінгвістичні засоби | <i>SQL</i> - мова маніпулювання даними |
| 3) програмні засоби | клієнтська програма СКБД; генератори форм і звітів, обробники запитів і т.ін. |
| 4) технічні засоби | для реалізації великих банків даних використовуються спеціалізовані сервери — машини з підвищеною стійкістю до відмов, високо продуктивними підсистемами введення-виведення та розвиненою периферією |
| 5) організаційно-адміністративні підсистеми і нормативно-методичне забезпечення | |

МОДЕЛІ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ

У контексті поняття «інформаційна система» елементи реального світу, інформацію про які зберігаємо й обробляємо, називають *об'єктами*. (Об'єкт, матеріальний або нематеріальний – регіон, людина, поняття, абстрактна ідея тощо). Цікаві властивості реального об'єкта в ІС виступають як *атрибути* об'єкта; нецікаві – ніяк не відображаються у БД.

Зазвичай окрема БД містить (віддзеркалює) інформацію про деяку *предметну царину* – набір об'єктів, що становлять інтерес для користувачів. Тобто, реальний світ віддзеркалюється сукупністю конкретних й абстрактних понять, між якими існує (й відповідно, фіксується) певні *зв'язки*. Відбір для опису предметної царини суттєвих понять і зв'язків робиться для майбутнього користувача, який матиме у такому разі всі практично потрібні йому знання про об'єкти предметної царини.

При обробці інформацій атрибути йменують (позначають) і приписують їм *значення*. Можна сказати, що значення атрибутів однозначно ідентифікують об'єкт і тому використовуються як пошукова ознака.

Ім'я об'єкта + значення його атрибутів = запис у БД.

Ім'я об'єкта + значення його атрибутів = *запис* у БД.

У якому вигляді зберігаються дані? Елементи БД можуть бути різних *типів*: текст, комбіновані цифро–буквені класифікатори, числа різного типу, календарні дати тощо. Кожен однотипний об'єкт БД описується однаковою набором атрибутів, таким чином, БД складається з окремих записів, що характеризують кожен об'єкт і покажчики зв'язків між ними.

Як шукати дані? На запит користувача інформації про певний об'єкт, СКБД звертається саме до запису. Система мусить знати адресу запису. Як ключ, що забезпечує доступ до запису, можна використати ідентифікатор — окремий елемент даних.

Ключ, який ідентифікує запис єдиним способом, називається *первинним (головним)*. Іноді за ідентифікатор використовують складний *зчеплений* ключ — декілька елементів даних, які в сукупності, наприклад, забезпечать унікальність ідентифікації кожного запису набору даних. У тому разі, коли ключ ідентифікує якусь групу записів із деякою загальною властивістю, ключ називається *вторинним* (альтернативним).

Структури даних – елементарні дані, масиви, *агрегати* даних (іменовані комплекси змінних *різного* типу, що описують деякий об'єкт).

Термін *запис* має на увазі багато аналогічних за структурою агрегатів, що утворюють *файл* (картотеку).

Дані розміщують ув одному файлі з описом даних для встановлення незалежності програм від даних, формат файлів .dbf. Можливий варіант розміщення опису даних взагалі в окремих файлах – словниках даних, які належать СКБД.

АРХІТЕКТУРА БД

Можливі різні типи архітектури БД у залежності від того, як у них структуровані дані.

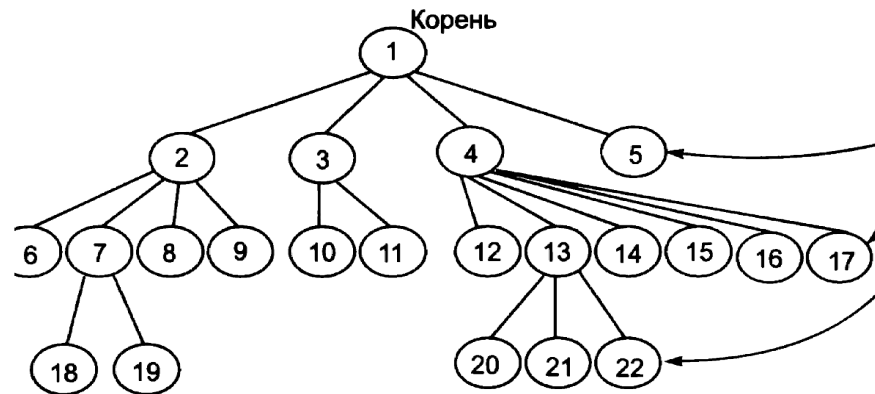
Лінійні структури: масиви і послідовності, таблиці.

Адреса кожного елемента відповідає його положенню в пам'яті комп'ютера і визначається індексом - порядковим номером елемента в послідовності розміщення. До елемента є прямий доступ, коли відомий його індекс.

Нелінійні структури:

- списки – набори однотипних елементів, порядок розміщення яких у пам'яті комп'ютера не відповідає порядкові виборки); очевидний спосіб установлення однонапрявленого порядку вибірки елементів - зіставити кожному елементу посилання, що вказує на наступний елемент;

- дерева - являють собою єрархії елементів-вузлів; На найвищому рівні єрархії є лише один вузол – корінь; кожний вузол, окрім кореня, сполучений з одним вузлом на більш високому рівні:



для пошуку даних по дереву застос. *методи обходу*: згори донизу, зліва направо, згори донизу, знизу догори;

- мережі – будь-який елемент може сполучатись із будь-яким елементом.

Реляційна модель зображення даних є більш зручною, ніж єрархічна чи мережева. Вона дозволяє легко приєднувати нові елементи і записи та забезпечує необхідну гнучкість в обробці непередбачених запитів.

У **реляційних** моделях БД

- усі дані – у вигляді таблиць (одноманітність зображення даних); кожен елемент таблиці – 1 елемент даних; усі стовпці у таблиці однорідні – елементи стовпця мають однаковий тип; стовпець має унікальне ім'я; однакові рядки відсутні; наведені зв'язки таблиць одна з одною;
- реляційно повна мова (напр. *SQL*), що забезпечує будь-який запит до БД у вигляді операцій з таблицями;
- підтримка обмежень цілісності: 1) кожен рядок в таблиці повинен мати унікальний ідентифікатор - **первинний ключ** - унікальне ім'я запису, за яким можливо знайти цей запис; 2) атрибути таблиці, які посилаються на первинні ключі інших таблиць, повинні мати одне зі значень цих первинних ключів.

Інформаційний об'єкт БД (має унікальне ім'я) – опис деякого реального об'єкта або явища у вигляді таблиці, рядки якої є примірниками об'єкта. Рядки таблиці ще називаються **записами**, кожен запис складається з декількох **полів** – атрибутів об'єкта.

ТАБЛИЦЯ = ОБ'ЄКТ БД (приклад)

Записи ↓

Поля →

№ замовлення	Код послуги	№ телефона	Код міста	Тривалість	Вартість
1	4	5736712	044	5	10,30
2	5	2345623	048	34	45,60
3	7	4561900	035	6	8,80
4	10	3345076	064	12	40,
5	9	1564907	032	6	24,
6	12	3400667	038	8	4,60
7	11	3457721	021	3	3,50

ТИПИ ЗВ'ЯЗКІВ. ВЛАСТИВОСТІ ВІДНОШЕНЬ

Реляційні бази даних складаються з кількох таблиць, зв'язок між якими встановлюється за допомогою збіжних полів. Кожен запис в таблицях ідентифікує один об'єкт. Відношення між об'єктами визначає відношення між таблицями.

Існує 4 типи відношень:

відношення «один-до-одного» – кожен запис в одній таблиці відповідає тільки одному запису в іншій таблиці.

Приклад:

конкретному студентові (зі списку таб. №1) відповідає унікальний середній бал за сесію (таб. №2)

відношення «один-до-багатьох» – кожному запису в одній таблиці відповідає один або кілька записів в іншій таблиці.

Приклад:

конкретний студент (зі списку табл. №1) належить до окремої студ. групи (список груп – табл. №2), проте в 1-й групі навчається багато студентів

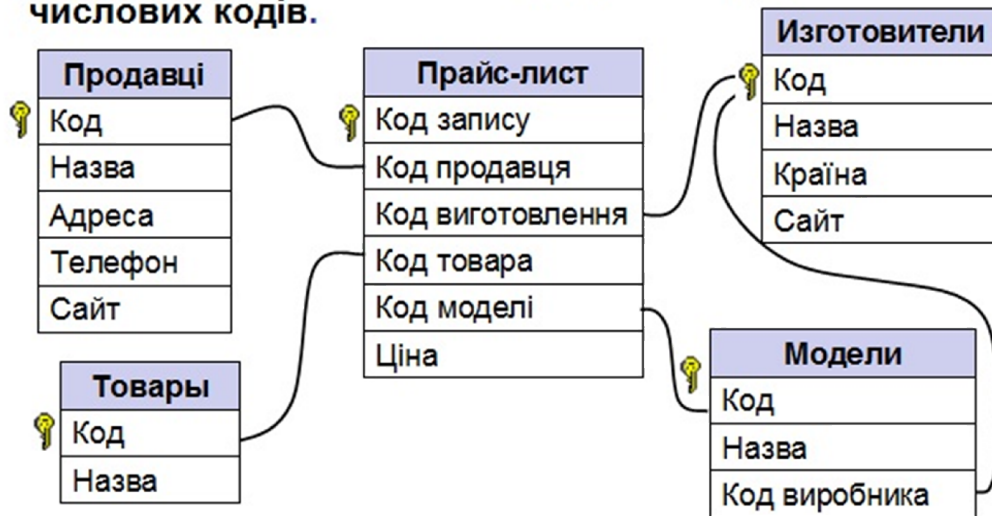
також можливі відношення «багато-до-одного» та «багато-до-багатьох»

багато-до-багатьох ...

У більшості випадків будь-які 2 таблиці пов'язані відношенням «один-до-багатьох».

СТРУКТУРА РЕЛЯЦІЙНОЇ БД

Реляційна база даних - це набір простих таблиць, між якими встановлені зв'язки (відносини) з допомогою числових кодів.



ПРОСТІ ТА СКЛАДНІ КЛЮЧІ

Первинний ключ може складатися з 1 поля таблиці, значення якого унікальні для кожного запису. Це **простий ключ**

Якщо таблиця не має єдиного унікального поля, первинний ключ може складатися з кількох полів, сукупність значень яких гарантує унікальність. Тому в таблиці, що містить записи про людей, такий первинний ключ називають **складним ключем**

Зовнішній ключ — це стовпець або підмножина однієї таблиці, яка може слугувати за первинний ключ для іншої таблиці. Зовнішній ключ таблиці є посиланням на первинний ключ іншої таблиці.

Приклад:

на підприємстві не може бути 2-х працівників з однаковими табельними №№, тому в таблиці із записами про працівників табельний № може бути первинним ключем

Приклад:

ім'я, прізвище, по батькові, № та серія паспорта не слід призначати первинними ключами *окремо*, бо вони можливо виявляться однаковими у двох і більше людей. Але не буває двох особистих документів одного типу з однаковими серією та №. Тут первинний ключ — набір полів: тип особистого документа, його серії та №.

Зовнішні ключі реалізують зв'язки між таблицями

ПРОЄКТУВАННЯ РЕЛЯЦІЙНОЇ БД

БД (та ІС взагалі) проєктують, маючи у своєму розпорядженні опис обраної предметної царини та всі потрібні джерела інформації для забезпечення передбачених запитів користувача і розв'язання прикладних завдань. Аналіз предметної царини дозволяє визначити склад і структуру даних для завантаження в базу - *створити модель даних*.

У розробці моделі даних придатні до використання 2 підходи.

- Аналітичний або процесуальний підхід: спочатку визначаються основні завдання для майбутньої БД і відповідно визначаються склад і структура інформаційних об'єктів моделі, а також зв'язку між ними.
- Інтуїтивний підхід: відразу встановлюються типові об'єкти предметної області та їх зв'язку.

Найраціональнішим є поєднання обох підходів, бо на початку, як правило, немає вичерпних відомостей про всі завдання. Гнучкі засоби створення реляційної БД дозволяють на будь-якому етапі розробки внести зміни та модифікувати структуру БД без шкоди для введених раніше даних.

Приклад проєктування БД.

Набір відомостей для ІС «Житловий кадастр»

Поле	Тип	Розмір
Адреса	Текст	50
Район міста	Текст	15
S ділянки (m^2)	Число	10
Рік побудови	Число	4
Матеріал стін	Текст	15
Знос (%)	Число	2
Вартість (грн.)	Грошовий	12
Відстань від центру міста	Число	5
Нежитл. приміщення (m^2)	Число	10
Фото будівлі	OLE	Авто
Різновид власности	Число	1
Наявність ліфту	Логічний	1
№ квартири	Число	4
Поверх	Число	2
Кількість кімнат	Число	1
Загал. S квартири (m^2)	Число	Авто
Житлова S квартири (m^2)	Число	Авто
Допоміжна S квартири (m^2)	Число	Авто
Площа балкона (m^2)	Число	Авто
Висота квартири	Число	Авто
№ особового рахунку	Число	5
ПІБ власника квартири	Текст	60

Пашпорт власника	Коментар	Авто
ПІБ мешканця квартири	Текст	60
Рік народж. мешканця	Число	4
Пільги і статус мешканця	Текст	20

Потрібно розв'язати дві задачі:

- розробити БД для збереження інформацій;
- розробити застосунок користувача разом із графічним інтерфейсом.

Перша нормальна форма

Процедура поділу даних між таблицями згідно наведених правил є процедура «НОРМАЛІЗАЦІЯ».

Таблиця має *першу нормальну форму*, якщо значення всіх її полів атомарні й в неї відсутні повторні групи полів.

Самостійні групи полів – 4 шт. Заміна полів:

«ПІБ» → «Прізвище», «Ім'я», «По батькові» для власника квартири і для ін. мешканців.

«Адреси» →

№	Поле	Тип	Розмір
1	№ вулиці	Число	4
2	Назва вулиці	Текст	30
3	Ознака	Текст	
4	Порядок слідування в док.	Логічний	1

«Ознака»: провулок, вулиця, тупик тощо.

«Порядок слідування» зі значеннями: «істина/хиба» показує, що буде поставлено на перше місце, власна назва чи слова «провулок», «вулиця», «шлях» і т. ін.)

«Будівлі» →

№	Поле	Тип	Розмір
1	№ вулиці	Число	4
2	№ будинку	Текст	10
3	Район	Текст	15
4	Рік побудови	Число	4
5	S ділянки (м ²)	Число	10
6	Рік побудови	Число	4
7	Матеріал стін	Текст	15
...
	Фото будівлі	OLE	Авто
	Різновид власності	Число	1
	Наявність ліфту	Логічний	1

«Квартири» →

№	Поле	Тип	Розмір
1	№ вулиці	Число	4
2	№ будинку	Текст	10
3	№ квартири	Число	4
4	Поверх	Число	2

5	Кількість кімнат	Число	1
6	Загал. S квартири (m^2)	Число	Авто
7	Житлова S квартири (m^2)	Число	Авто
8	Допоміжна S квартири (m^2)	Число	Авто
...
18	№ особового рахунку	Число	5
19	Прізвище власника квартири	Текст	20
20	Ім'я власника квартири	Текст	20
21	По батькові власника квартири	Текст	20
22	Пашпорт власника	Коментар	Авто

«Мешканці»→

№	Поле	Тип	Розмір
1	№ вулиці	Число	4
2	№ будинку	Текст	10
3	№ квартири	Число	4
4	№ мешканця	Число	2
5	Прізвище мешканця	Текст	20
6	Ім'я мешканця	Текст	20
...



Усі таблиці мають першу нормальну форму. Проте в БД багато повторностей — не всередині одного запису, а в межах однієї таблиці: поля «Матеріал стін» і «Район» (табл. «Будівля»). Приберемо назву матеріалу стін і назви районів у окремі таблиці-довідники «Стіни» та «Район», залишивши в основній таблиці *building* посилання на ці довідники. БД набуде правильнішого вигляду.

Інф. про райони міста

№	Поле	Тип	Розмір
1	№ району	Числовий	1
2	Район	Текстовий	15

Інф. про будів. матеріал

№	Поле	Тип	Розмір
1	№ матеріалу	Числовий	1
2	Матеріал	Текстовий	15

Структура табл. «Будівля» теж змінилася. Замість описів району і матеріалу стін з'явилися посилання на відповідні таблиці Стіни и Район.

3	№ району	Числовий	1	Посил. на № р-на
...				
6	Матеріал	Текстовий	1	Посил. на матеріал

Друга нормальна форма. Ключові поля

Таблиця знаходиться у *другій нормальній формі*, якщо вона задовольняє вимогам першої нормальної форми і будь-яке не ключове поле однозначно ідентифікується повним набором ключових полів (Між ключовим і не ключовим полями – функціональна залежність)

Кожна таблиця повинна містити 1 або кілька полів – *первинний ключ*, які однозначно визначають кожний запис у таблиці. Поле можна визначити як *ключове* або *простий ключ*, якщо воно містить унікальні значення.

У таблиці «Будівля» стикаємось із *складним ключем*: в'язка полів – № вулиці + № будинку – однозначно визначає положення запису про одну будівлю у цій таблиці. Однозначне визначення квартири у таб. «Квартира» потребує трьох полів: № вулиці + № будинку + № квартири.

У разі утруднень із вибором ключа у таб. додають зайве поле – *лічильник*. У це поле автоматично заноситиметься унікальне число.

Третя нормальна форма

Таблиця знаходиться у *третьій нормальній формі*, якщо вона задовольняє вимогам другої нормальної форми і жодне з не ключових полів не ідентифікується за допомогою іншого не ключового поля.

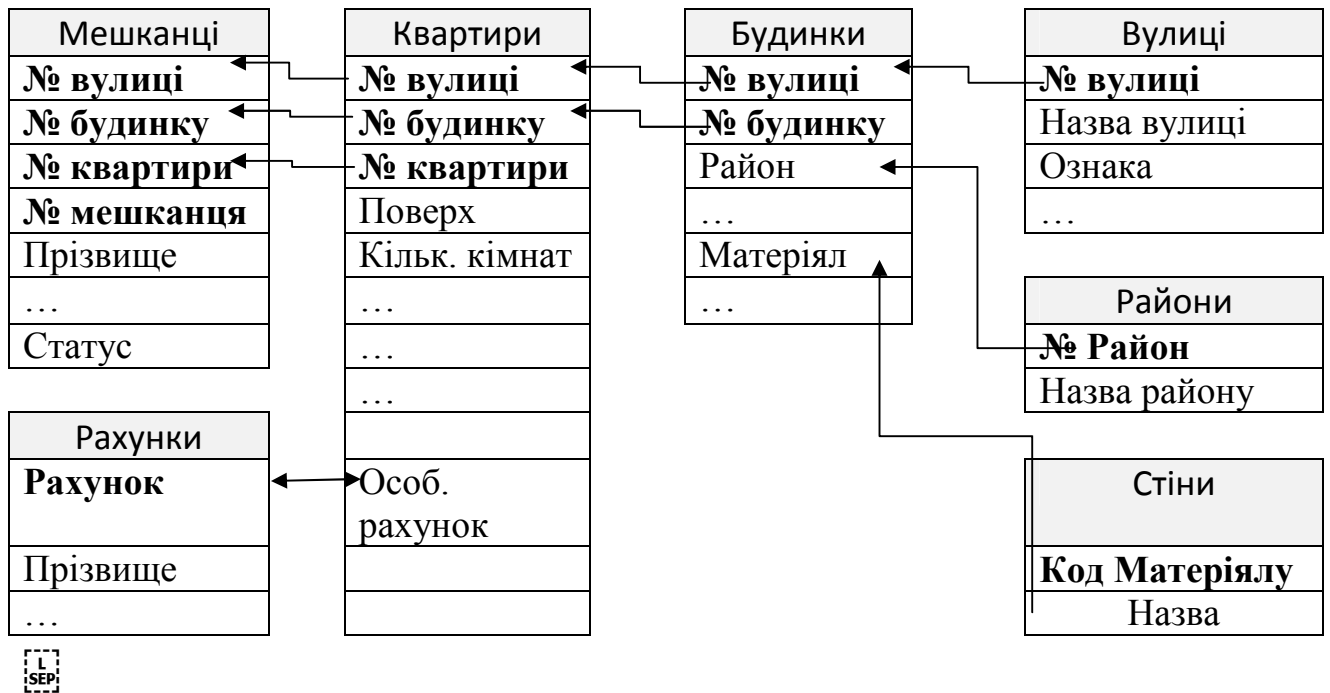
Див. таб. «Квартира»: не ключове поле «особовий Рахунок» однозначно визначає відповідного квартиронаймача (власника) (поля «Прізвище», «Ім'я», «По батькові») у цій таблиці. Приберемо всі ці поля у ще 1 таблицю «Рахунок» і призначимо в ній первісний ключ «Особовий рахунок».

Таб. «Рахунок»

№	Поле	Тип	Розмір
1	№ рахунку	Числовий	5
2	Прізвище	Текстовий	20
3	Ім'я	Текстовий	20
4	Пашпорт	МЕМО	Авто

Існує ще форма Бойса-Кодда, 4-та та 5-та *нормальні форми*. Важливість їх стає очевидною, коли робиться велика БД під *Ms Server*, *Oracle* або *DB2*.

Зв'язки між таблицями



Влаштування БД на прикладі MS Access

Програмний пакет *Microsoft Access* є реляційна СКБД = складається зі сполучених таблиць.

Таблиця в *Access* являє собою *інформаційний об'єкт* - опис деякої сутності предметної царини - реального об'єкта, процесу, явища або події. Інформаційний об'єкт утворюється сукупністю логічно взаємопов'язаних реквізитів, що репрезентують якісні та кількісні характеристики сутності. Прикладами сутностей є: крам, постачальник, замовник, поставка, відвантаження, співробітник, відділ, студент, викладач, кафедра тощо.

Інформаційний об'єкт має безліч *реалізацій* - примірників об'єкта. Наприклад кожен примірник інформаційного об'єкта СТУДЕНТ містить значення реквізитів на конкретного студента. Кожна реалізація зображена рядком (*записом*) таблиці.

Для *Access* процес створення БД починається з конструювання таблиць. Далі можна створити схему даних, у якій фіксуються логічні зв'язки таблиць. У схемі задіяні параметри підтримки цілісності даних. Цілісність даних означає, що в БД установлені й коректно підтримуються сполучення між записами різних таблиць при завантаженні, додаванні й видаленні записів у сполучених таблицях, а також за зміни значень ключових полів.

Після формування схеми даних можна братися до введення даних в базу.

Примірник об'єкта (запис) повинен однозначно визначати серед усієї множини примірників, тобто ідентифікувати значенням унікального (первинного) ключа інформаційного об'єкта. Унікальність ключа означає, що будь-яке значення ключа не може повторитися в будь-якому іншому примірнику об'єкта.

Простий ключ складається з одного реквізиту, а складовий ключ - з кількох реквізитів. Таким чином, реквізити інформаційного об'єкта поділяються на *ключові* та *описові*, які є функціонально залежними від ключа.

Функціональна залежність реквізитів повинна бути виявлена на основі опису предметної царини для виділення інформаційних об'єктів. У процесі виявлення функціональної залежності реквізитів встановлюється відповідність значень ключових (визначальних) і не ключових (визначаються) реквізитів.

Компоненти БД Access

Таблиці

Таблиця БД схожа на електронну таблицю – в обох дані зберігаються в рядках і стовпцях. Тому зазвичай досить легко імпортувати електронну таблицю в таблицю БД. Головна відмінність між тим, як дані зберігаються в електронній таблиці та БД, – це спосіб, яким упорядковуються дані. У таблиці БД немає зайвих елементів (окремі записи потрібно вводити лише раз) – таблиці нормалізовані.

Поля (атрибути) відповідають стовпцям у таблиці. Полям має бути призначено певний тип даних (текст, дата або час, число або інше).

Форми

Форми надають змогу створити *інтерфейс* користувача, у якому можна вводити й редагувати дані. Форми часто містять кнопки та інші елементи керування для виконання різних завдань. Проте можливо обійтися без форм, просто редагуючи дані в табличному зображенні.

Є можливість програмувати кнопки, щоб визначати, які дані відобразатимуться на формі, відкривати інші форми або звіти і т.ін. Використовуючи форми, також можливо керувати доступом бічних користувачів до даних БД. Наприклад, можна створити форму, на якій відображаються лише потрібні поля та яка дає змогу виконувати лише певні операції.

Звіти

Звіти використовуються, щоб формувати, зводити та виводити дані. Звіт зазвичай відповідає на певне запитання, наприклад "Яку суму отримано від кож-

ного клієнта цього року?" або "У яких містах розташовано фірми наших клієнтів?". Кожен звіт можна відформатувати так, щоб подати відомості в ньому найзрозумілішим способом.

Запити

Запити можуть виконувати багато різних функцій. Найпоширеніша з них – отримувати певні дані з таблиць. Дані, які потрібно переглянути, зазвичай розташовано в кількох таблицях. Завдяки запитам можна переглянути ці дані в одному табличному зображенні.

Запити поділяються на 2 основні групи: вибіркові запити й запити на зміну. Вибірковий запит просто отримує дані, які можна використовувати. Також можна використати результати запиту як джерело записів для форми або звіту.

Запит на змінення, як зрозуміло з назви, дає змогу виконати певне завдання з даними. Використовуючи запити на змінення, можна створювати нові таблиці, додавати дані до наявних, а також оновлювати й видаляти дані.

Макроси

Макроси в *Access* являють собою спрощену форму програмування, вони розширюють функціональні можливості БД. Наприклад, можна підключити макрос до кнопки на формі, щоб вона виконувала запрограмовані дії: відкрити звіт, виконати запит або закрити БД. Використовуючи макроси, можна автоматизувати більшість операцій із БД і заощадити багато часу.

Модулі

Модулі, як і макроси призначені для розширення функціональних можливостей БД. Проте щоб створити макрос в *Access*, слід вибрати дії макросів зі списку, а щоб створити модуль, потрібно скористатися мовою програмування *Visual Basic for Applications* (VBA). Модуль – це колекція оголошень, інструкцій і процедур, які зберігаються разом. Модулі бувають двох видів: модулі класів і стандартні модулі. Модулі класів підключаються до форм або звітів і зазвичай містять процедури для відповідної форми або звіту. Стандартні модулі містять загальні процедури, не пов'язані з жодним іншим об'єктом.

По суті, основною метою роботи користувача з БД є оформлений належним чином звіт. Для наочності даних додаються графіки та діаграми.

ТЕМА 1. Основні терміни в геоінформаційних системах

Еко-проблеми потребують адекватних, часто невідкладних дій, ефективність яких прямо пов'язана з оперативністю обробки і подання інф. У комплексному підході, характерному для екології, взагаленені характеристики довкілля спираються на *великі* обсяги даних. Гуртування тих даних у потрібному вигляді відбувається у БД, частіше реляційних. У такій формі дані легко доступні та систематизовані належним чином.

Дані про той чи інший географічний об'єкт називають *просторовими*, бо вони містять і географічні координати об'єкта.

Синтез даних з їхньою просторовою локалізацією відбувається в *геоінформаційних системах*.

ГІС – комп'ютерна система збереження, опрацювання, відображення просторово координованих даних.

Створення високоефективних ГІС є одним з основних завдань *геоінформатики* – дисципліни на стику географії, інформатики, теорії ІС.

Основна ідея ГІС – прив'язка даних на мапі до відповідних елементів БД (ГІС – розширення ІС).
+ можливості багатовимірного комплексного аналізу, прогнозу і моделювання екологічних процесів

Інф (стосовно екологіч. процесів, стану гео-об'єктів, змін їх у часі) у середовищі ГІС - у вигляді електронних мап з атрибутами текстового, числового або аудіо-візуального характеру.

БД можуть бути як *внутрішніми* (інтегрованими в ГІС, такими, що напямую працюють із мапами), так і *зовнішніми* (в інших програмних пакетах і форматах). Внутрішні бази містять *атрибутивну* інформацію (*атрибути*) про фізичні об'єкти, відображені на мапі. Просторові інформації електронних мап (координати, умовні позначення і таке ін.) на противагу називають *просторовими* даними.

Інформація у ГІС стосується екологічних процесів, стану географічних об'єктів та їхньої зміни в часі.

Джерела інформацій:

польові дослідження
лабораторні дослідження
статистична інф. (надають відповідні служби, установи)

література (фонди, архіви)
дистанційне зондування поверхні Землі

Розрізняють:

- *первинна інф* – аерокосмічна (дистанційне зондування, польові дослідження тощо)
- *вторинна інф* – опрацьовані дані

ГІС одночасно є і інформаційною **технологією** – сукупністю техніч. засобів і методів

збереження, опрацювання, перетворення, пересилання інформацій

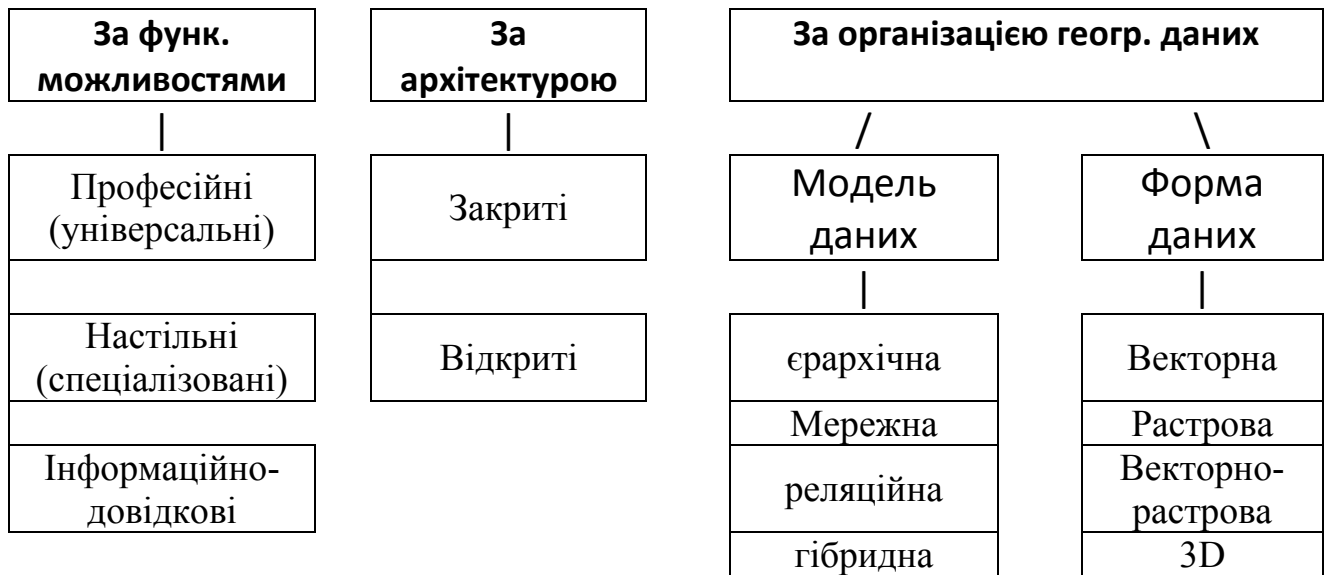
+ методи аналізу гео-даних.

Фактично, для застосування ГІС-технології потрібні ще такі складові, як апаратне, нормативно-правове, організаційне забезпечення тощо.

Класифікація ГІС

ГІС-системи розробляються з метою розв'язання наукових і прикладних завдань, які можна класифікувати за різними ознаками. Шість варіантів класифікації подано нижче:





Примітка:

професійні (повнофункціональні, універсальні) ГІС загального призначення орієнтовані на робочі станції або потужні ПК та мережну експлуатаційну систему, яка обробляє великі масиви інформації і має різноманітні засоби введення, виведення, розвинені засоби документування.

ГІС фірм ESRI, Intergraf

настільні (спеціалізовані) ГІС мають менші можливості й орієнтовані на розв'язання конкретного завдання в якій-небудь предметній галузі або науці; іноді залучаються до завдань урядування. Тут не висуваються жорсткі вимоги до якості та різноманітності засобів візуалізації, обсягів, захисту інформації та її збереження.

MapInfo, AtlasGIS та ін.;

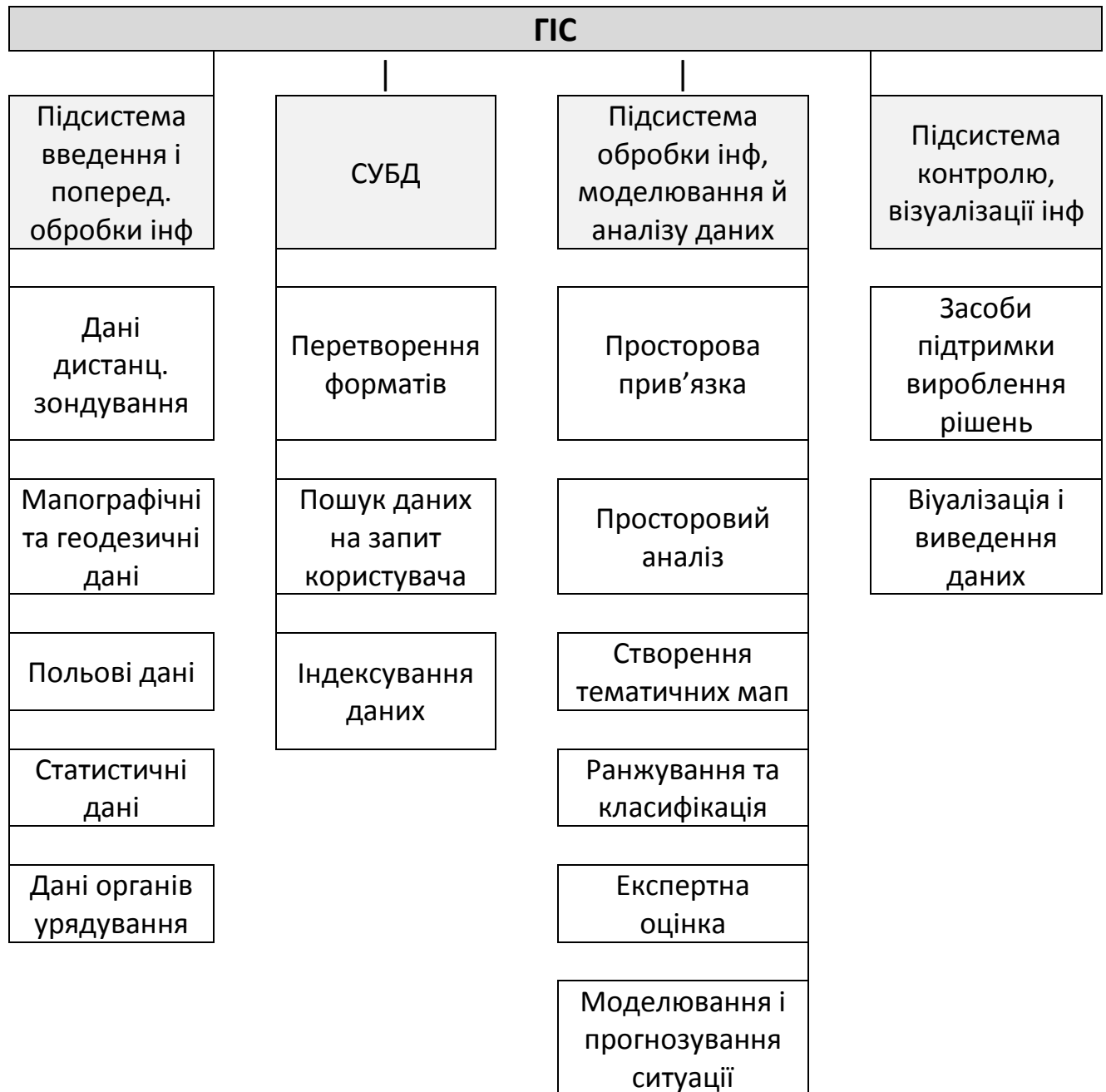
інформаційно-довідкові системи для домашнього та інформаційно-довідкового користування є найзакритішими системами, які або зовсім не допускають внесення змін в інформацію, або допускають незначні редагування записів БД, внесення нових записів;

закриті системи не мають можливості програмного розширення, виконують лише фіксований набір функцій; основна перевага – низька ціна; **відкриті** системи вирізняються легкістю пристосування, можливостями розширення: можуть добудовуватись вручну на 10-30% за допомогою спеціалізованих підпрограм.

Інтегровані ГІС (ІГІС, *integrated GIS, IGIS*) суміщають функціональні можливості ГІС і систем цифрової обробки зображень (матеріалів дистанційного зондування) в єдиному програмному пакеті.

Тема 2. Структура ГІС як інтегрованої системи

Структуру типових ГІС можна зобразити у вигляді основних функціональних підсистем (рис.).



Підсистема введення і попередньої обробки інформації

Ця система слугує для перенесення графічних та атрибутивних даних у комп'ютер і має зв'язок із системою збереження й редагування. Основна функція підсистеми – створення цілісного інф. образу досліджуваного об'єкта. Джерелами даних можуть бути засоби аерокосмічного зондування (GPS,

NAVSTAR, Galileo) паперові і цифрові картографічні дані, дані польових тощо.

Методи введення:

- ручний (в основному для введення атрибутивних даних)
- за допомогою діджитайзера та сканера при ручному цифруванні
- зчитуванням цифрових файлів (існують уже готові цифрові набори геоданих)

Система керування базами даних у ГІС

СКБД у ГІС зберігає явно або неявно координати просторових (точкових, лінійних і площинних) об'єктів і пов'язані з ними описові характеристики (атрибути) та дозволяє створювати запити. Підсистема зорієнтована не на загальній інтерпретації інформації, а на формулюванні адекватних запитів.

Для збереження геометричних (графічних) існує набір моделей, які підтримують зображення цих даних. Моделі зображення метричних даних визначають потенційну можливість і характер операцій просторової обробки інформації в ГІС. Реляційна модель залишається найпоширенішою в структурі інструментальних засобів ГІС.

Різна природа просторових (графічних) і атрибутивних (семантичних) даних породжує проблему з ними. У сучасних ГІС вона розв'язується по-різному, і кожен спосіб має свої переваги і недоліки. Більшість сучасних ГІС мають по дві окремі СКБД, для просторових і семантичних даних. При цьому для семантичних даних використовується одна з поширених реляційних СКБД (*Oracle, MS Access* тощо) + інтерфейс зі СКБД графічних даних.

Такий підхід має низку недоліків:

- необхідність призначення топологічних зв'язків між просторовими об'єктами та їхніми атрибутами (описом);
- недостатню гнучкість табличної організації семантичних даних;
- неспроможність розпізнавати єрархічні відношення класів об'єктів
- ускладнене маніпулювання атрибутивними даними через їхню не реляційну структуру.

Зазначені недоліки зникають у об'єктно-орієнтованому підході при проектуванні підсистеми збереження, оновлення й керування базами даних. Окрім збереження графічної і текстової (атрибутивної) інформації, сучасні інструментальні ГІС надають можливість поєднувати графічні об'єкти на цифрових

мапографічних зображеннях із візуальною (фото-, відео-) та звуковою інформацією.

Підсистема обробки інформації, моделювання й аналізу даних

Ця підсистема виконує пошук даних по базі, статистичний аналіз, мапографування, генерує звіти. Її аналітичний апарат включає різні розділи прикладної математики (обчислювальної геометрії), машинну графіку, розпізнавання образів, аналіз сценаріїв, цифрову фільтрацію, автоматичну класифікацію в блоці обробки растрових зображень, геодезію та мапографію. Ядром цієї підсистеми є система цифрового мапографування (введення, редагування оперативного перегляду та інтерактивне вимірювання цифрових мап і зображень).

Підсистема контролю, візуалізації та виведення інформації

Ця підсистема забезпечує відображення просторових та інших графічних і відеоданих у табличній, діаграмній формі або на мапі. Крім того, є можливість створення *hard copies* для різних широкоформатних пристроїв: струменевих плотерів, друкарки або машин для фотодруку.

Тема 3. Функціональні можливості сучасних ГІС

ГІС загального призначення зазвичай виконує 5 процедур (завдань) з даними:

Введення	даних у фіксованих форматах
Попередня обробка	- зміна масштабу, перетворення системи координат, растрово-векторне перетворення зображень, виокремлення даних тощо
Керування	за допомогою СКБД (за великої кількості користувачів)
Запит і аналіз	+ вимірювальні операції, полігональні операції, модельні операції (селекція об'єктів за атрибутами, пошук найближчого сусіди, вибір оптимального маршруту тощо).
Візуалізація	кінцевий результат – мапа, мапографічні моделі, доповнені звітними документами, 3D-зображеннями, графіками, світлинами тощо

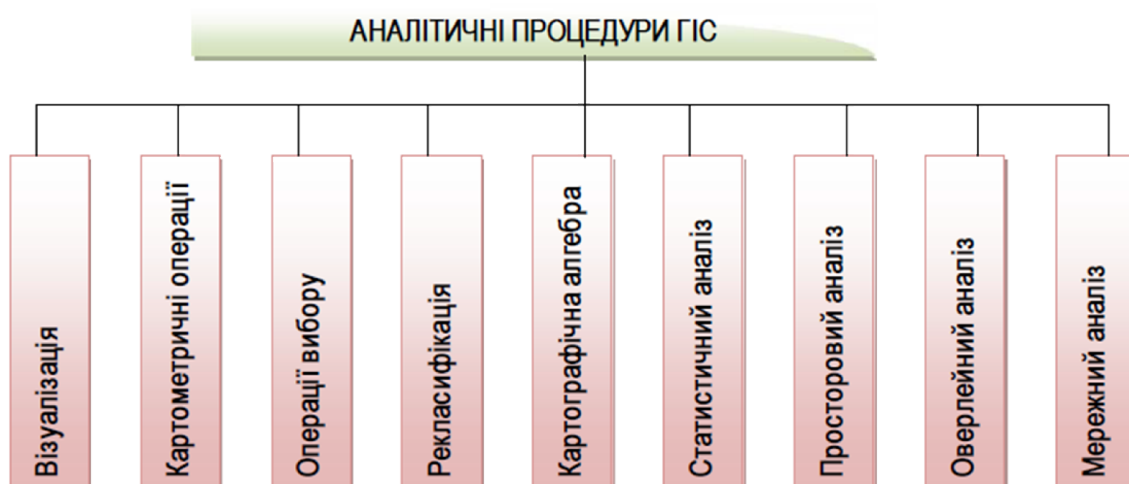
Процедурами аналізу даних в ГІС є:

- запис даних та їх пошук за запитом користувачів;
- формування запитів про певні характеристики об'єктів;
- прогнозування і моделювання фізичних процесів

ГІ-аналіз підтримується у режимах:

модельний	експертний	довідковий	статистичний
-----------	------------	------------	--------------

Статистичний аналіз: кореляційний, регресивний, факторний, дисперсний.



- входять до складу сучасних ГІС.

Однією з функцій ГІС є можливість просторового аналізу та модельних операцій над даними. Застосовувані аналітичні методи можуть бути як дуже простими (напр. накладання тематичних шарів для створення нових), та і доволі складними з багатовимірними моделями включно.

Візуалізація інформації

Інф про географічні об'єкти, яка зберігається в ГІС, має **позиційну** (координатну) і **атрибутивну** складові. Крім того може враховуватися ще часова складова, що фіксує зміни характеристик об'єктів.

Графічні відомості про розташування зберігаються у векторному або растровому вигляді, а відповідна атрибутивна інф – в таблицях, пов'язаних із описуваним об'єктом. Це називають **просторово-сполученою структурою** даних.

Просторові дані можуть бути організовані тематично у вигляді набору тематичних **шарів**. Одна тема презентує одну множину просторових об'єктів із спорідненими ознаками.

Зв'язок «графічний об'єкт – таблиця» є двобічний: зміна табличних даних призводить до переформування графіки, і, навпаки, зміна форми об'єкта відбивається на табличних записах.

Робочим середовищем при роботі з ГІС-платформою є **проект**. Проект може містити всі інформаційні компоненти ГІС-технології. Основною структурною одиницею ГІС є тематичний **шар**, поняття якого тісно пов'язане з більш загальним поняттям **покриття**, що несе в собі об'єктний зміст (наприклад, одиниця адміністративно-територіального поділу).

Шар, мапа і проект - основні організаційні елементи ГІС.

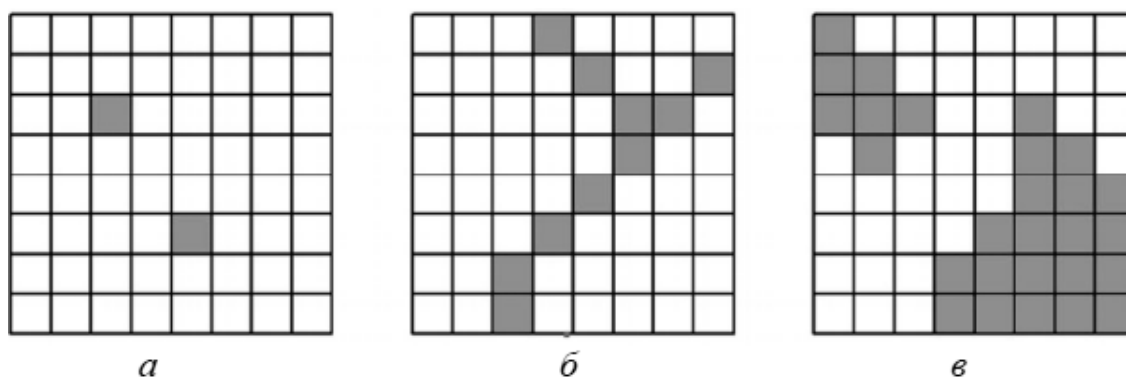
Покриття (*Coverage*) - цифрова модель елемента бази векторних даних ГІС, зберігає у вигляді записів усіх об'єктів первинного рівня (точки, лінії, полігони) і вторинного рівня (координати опорних точок, анотації і т. д.) деякого просторового об'єкта і структуру стосунків між ними, зокрема топологічні. Порожнє покриття - покриття, в якому відсутні будь-які просторові об'єкти.

Шар (*Map Layer*) - покриття, що розглядається в контексті його змістовної визначеності (рослинність, рельєф, адміністративний поділ і т. п.) або його статусу в програмному середовищі (активний шар, пасивний шар). Шар, як правило, однорідний не тільки за тематикою, а й за типами об'єктів (точкові, лінійні, полігональні, растрові).

Моделі зображення даних:

растрова і векторна.

У *растрових* моделях цифрове зображення географічних об'єктів формується у вигляді сукупності комірок растра (пікселей) із присвоєним їм значенням класа об'єкта. *Поверхні* зображуються матрицею комірок зі значенням висоти H над рівнем моря. Кожна комірка зберігає своє значення H . Тривимірна растрова модель поверхні являє собою сукупність суміжних блоків, значення H позначається кольором. *Точкові* об'єкти зображуються окремими нумерованими комірками з координатами і атрибутами. *Лінії* мають порядковий номер, координати й атрибути. Полігональні об'єкти (ареали, майдани) мають номер координати, атрибути.

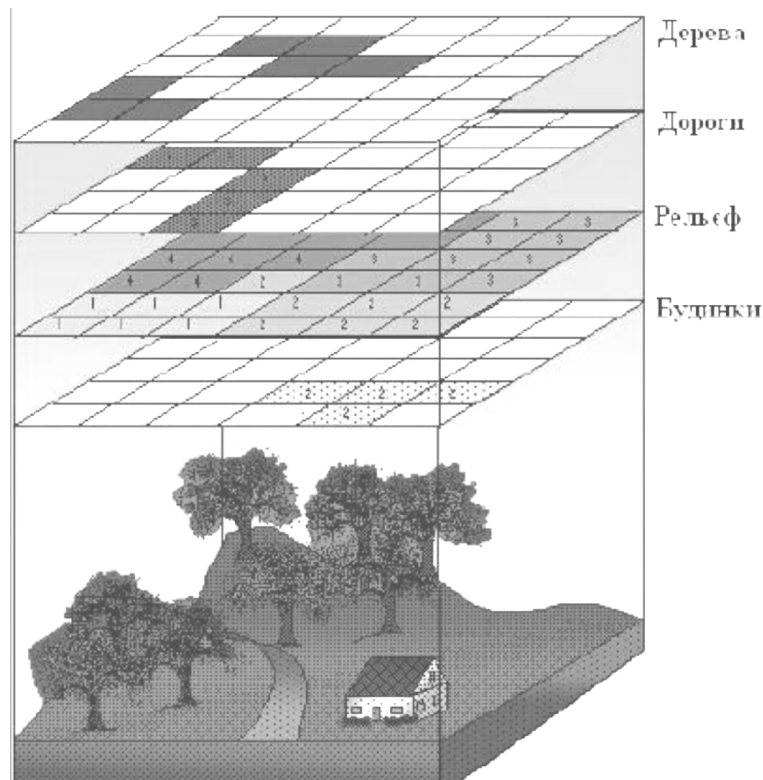


Зображення географічних об'єктів растровими моделями:

а – точкові об'єкти; *б* – лінії; *в* – полігони (області)

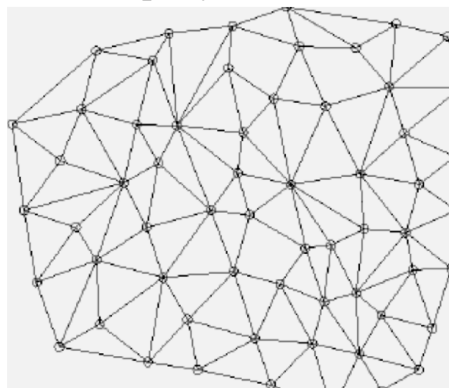
Очевидно, що растр не забезпечує точної інформації про місце розташування, оскільки географічний простір поділений на дискретні осередки скінченного розміру. Замість точних координат точок є лише комірки растру, до яких потрапляють ці точки.

Просторові об'єкти можна зобразити як сукупність атрибутів (напр., сукупність атрибутів "болото" і "ліс" породжує об'єкт "ліс по болоту"). Збереження атрибутів організовано у вигляді матриці прямокутників. В кожній комірці записуються значення атрибута, наприклад, висота дерев, глибина річки.



Кожен прямокутник характеризується позицією (парою чисел) стосовно суміжних комірок.

Растрові моделі можуть формуватись і на нерегулярних сітках, напр. полігонах Тиссена, діаграмах Вороного або трикутних сітках неправильної форми (*TIN*).



Лінійна нерегулярна мережа системи трикутників (*TIN*)

Оскільки кожний трикутник задається координатами вершин, то використання трикутників забезпечує кожній ділянці мозаїчної поверхні точне прилягання до суміжних ділянок, а отже і безперервність поверхні при нерегулярному розташуванні точок.

До недоліків растрових моделей відносять:

- мала точність інформації про місце розташування та розміри;

- потреба відносно великих обсягів пам'яті комп'ютера;
- регулярна структура не пристосована до складного рельєфу;
- незадовільна графічна передача розривів безперервності;
- втрата точності розташування точок вершин і низин.

Подання географічних об'єктів растровими моделями має переваги:

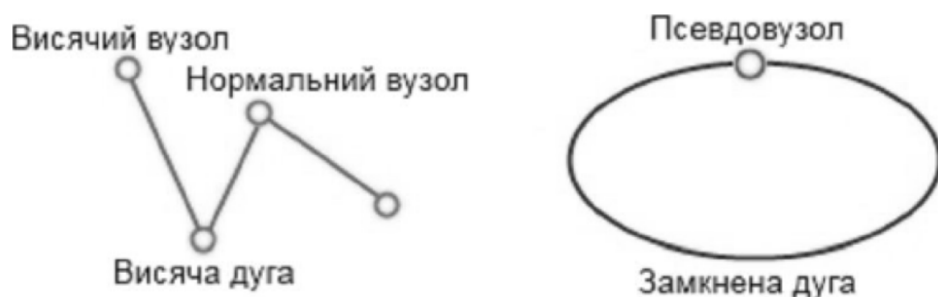
- простота моделі;
- растр відображає безперервно охоплювану територію;
- простота і швидкість обробки;
- менша трудомісткість при введенні растрових даних

У **векторних** моделях точкові, лінійні та багатокутні об'єкти поверхні Землі кодуються набором координатних чисел. Трикутник задається набором трьох пар чисел, довільна крива описується із заданою точністю за допомогою сукупності відрізків – векторів тощо. Координати показують розташування географічних об'єктів у реальному земному просторі.

Векторна модель найкраще годиться для опису дискретних об'єктів з чітко вираженнями формами і межами: річок і рослинності; штучних споруд (дороги, трубопроводи, будівлі); елементів поділу земної поверхні (квартали, земельні ділянки, політичні утворення).

До безрозмірних об'єктів належать **точка** і **вузол**. Сукупність точкових об'єктів утворює точковий шар. Можливість позначення об'єкта точкою залежить від масштабу мапи. На мапі дрібного масштабу міста позначені точками (кружечками), на мапі міста саме місто зображується плямою з великою кількістю включених об'єктів.

Вузол (вершина) – топологічне поняття, місце з'єднання (закінчення) дуг. На практиці використовують **вісячий вузол**, **псевдовузол**, **нормальний вузол**.



Лінія – одновимірний об'єкт без опорних точок.

Лінійний сегмент – відрізок (з'єднує дві точки).

Рядок – послідовність лінійних сегментів.

Дуга (ребро) – послідовність сегментів, що має початок і кінець у вузлах.

Зв'язок – з'єднання між двома вузлами.

Напрявлений зв'язок – зв'язок в одному напрямку.

Ланцюг – поєднання лінійних сегментів без самоперетину.

Кільце – послідовність ланцюгів, рядків, зв'язків або замкнених дуг.

Ілюстрація двовимірних об'єктів:



Перша й остання пари координат полігону співпадають, позаяк він замкнений. Інф. про гео-об'єкти у комп'ютері зберігаються як файли координатних пар (наборів), звідси і походить термін "цифрування" (*digitalization*) – введення даних паперової мапи в комп'ютер - перетворення аналогових даних (*analog data*) на цифрові (*digital data*).

Ідентифікатор – унікальна характеристика просторового об'єкта, яку при-своює конкретному об'єктові користувач або інф. система. За допомогою ідентифікатора є можливість прив'язувати до об'єкта тематичну (атрибутивну) інформацію з однієї/кількох внутрішніх або зовнішніх БД.

Об'єкти у векторній моделі подаються у вигляді невпорядкованої послідовності записів, кожен з яких включає: ідентифікатор об'єкта; значення координати x ; значення координати y .

Таб. точкових об'єктів

№ об'єкта	Координатні пари
23	X_1, Y_1
24	X_2, Y_2

Таб. лінійних об'єктів

№ об'єкта	Координатні пари
48	$X_{11}, Y_{11}, X_{12}, Y_{12}, X_{13}$
49	$X_{21}, Y_{21}, X_{22}, Y_{22}, X_{23}, Y_{23}, X_{24}, Y_{24}$

Таб. полігональних об'єктів

№ об'єкта	Координатні пари
30	$X_{11}, Y_{11}, X_{12}, Y_{12}, X_{13}, Y_{13}, X_{11}, Y_{11}$
31	$X_{21}, Y_{21}, X_{22}, Y_{22}, X_{23}, Y_{23}, X_{24}, Y_{24}, X_{13}, Y_{13}$

Векторні моделі поділяють на два типи:

не топологічні - не відображають зв'язків між об'єктами, а описують тільки їх геометрію (модель "Спагеті");

топологічні - дозволяють одержувати вичерпну інформацію про відношення між геометричними примітивами без зміни координат об'єктів (векторна топологічна модель, модель DIME, модель "Дуга-вузол", геореляційна модель, TIN-модель).

Тема 4. Місце ГІС серед інших автоматизованих систем

ГІС – одночасно є інформаційна технологія, тобто сукупність технічних засобів і методів для

*збереження
опрацювання
перетворення
пересилання
інформацій.*

+ методи аналізу геоданих.

Слід відрізнити ГІС від настільних мапографічних систем (*desktop mapping*), систем автоматич. проектування (*САПР, CAD*), дистанційного зондування (*remote sensing*), СКБД (*DBMS*) і технологій глобального позиціонування (*GPS*):

- 1. Системи настільного мапування** використовують мапографічне зображення для організації взаємодії користувача з даними. Більшість систем настільного мапування мають обмежені можливості керування даними, просторового аналізу і налаштувань.
- 2. САПР** спроможні робити креслення проектів і плани будівель та інфраструктури. Для об'єднання в єдине ціле використовують набір компонентів із фіксованими параметрами. Деякі системи САПР розширені до підтримки мапографіки, але, як правило, не надають можливості ефективно керувати й аналізувати великі бази просторових даних.
- 3. Дистанційне зондування і GPS.** Дистанційне зондування Землі - спостереження земної поверхні авіаційними і космічними апаратами, оснащеними знімальною апаратурою, датчиками GPS або іншими пристроями. Ці датчики збирають відомості у вигляді зображень і забезпечують можливості їх обробки, аналізу і візуалізації. Відсутні потужні засоби керування даними та їх аналізу – це основна відмінність від ГІС.
- 4. СКБД** призначені для збереження й керування всіма типами даних, з географічними (просторові) включно. СКБД оптимізовані для подібних завдань, тому у багатьох ГІС вбудовано підтримку СКБД. Ці системи не мають схожих з ГІС інструментів для аналізу й візуалізації.

Тема 5. Інструментальні засоби ГІС, призначення і можливості

Для інтеграції просторових та атрибутивних даних у єдину систему існує дві можливості: окрема розробка СКБД у ГІС або створення зв'язку з конкретною комерційною СКБД. ГІС-пакети забезпечують інтерфейс між графічним редактором і СКБД. Зв'язок між графічними об'єктами і відповідними записами в реляційних атрибутивних БД здійснюється за допомогою спеціальних службових ідентифікаторів (під них відводяться окремі поля в БД). При організації картографічної БД можуть створюватися відношення «1 гео-об'єкт – 1 запис в таблиці» або «безліч гео-об'єктів до 1 запису в таблиці».

СКБД ГІС окрім звичайних функцій мають ще низку спеціальних «просторових», а саме: побудова просторових об'єктів по координатах з таблиць, визначення координат об'єктів, довжин, периметрів і площ із записом отриманих значень у відповідне поле.

Для зв'язку із «зовнішніми» СКБД у складі програмних пакетів ГІС є функція прямого, без операцій перетворення, зчитування й використання даних у форматі інших програм.

Інформація розміщена по всьому світові на безлічі серверів, об'єднаних лініями зв'язку. Такий набір сховищ інформації називається *розподіленою базою даних*. Сучасні програмні ГІС-пакети спроможні обробляти дані, розподілені на різних БД під різним програмним керуванням на багатьох апаратних платформах з різними операційними системами. Для користувача керування віддаленою БД не відрізняється від «спілкування» з локальною БД.

Просторова (мапова) інформація є основою інформаційного блоку ГІС, тому способи її формалізації є найважливішою складовою частиною ГІС-технології. При введенні мапи потрібноно поділити її на шари («теми») однорідної інформації з відомостями про рельєф, гідрографію, населені пункти, дорожню мережу, адміністративні межі тощо. Шари інформацій можуть за потреби поєднуватися засобами ГІС один з одним у різному співвідношенні.

Інструментальні засоби ГІС дозволяють налаштовувати систему з урахуванням особливостей конкретної задачі; забезпечують певну свободу вибору технології обробки, розв'язання загальних завдань: цифрування мап, обмін даними в різних форматах, робота з реляційною БД, накладення мап, візуалізація мап, відповіді на широкий набір запитів, інтерактивне графічне редагування, пошук об'єктів за їхніми адресами та аналіз мереж з їх оптимізацією.

Інструментальними засобами здійснюється комплексна обробка інформації - від збору даних до її зберігання, оновлення та зображення. **Повні** ГІС системи включають технології збору інформації, використовують максимальну кількість методів моделювання, автоматизованого проектування і розв'язують низку спеціальних проектних завдань. Як системи зображення інформацій ГІС є розвитком автоматизованих систем документаційного забезпечення.

Аналітичні можливості ГІС

Використовуючи аналітичні функції ГІС, можна дізнатися:

- Де розташований шуканий об'єкт?
- Яке розташування об'єкта A стосовно об'єкта B ?
- Яка кількість об'єктів A розташована в межах відстані D від об'єкта B ?
- Яке значення має функція Z в точці X ?
- Які розміри об'єкта?
- Що вийде в результаті перетину об'єктів A і B ?
- Який маршрут між об'єктами $X \rightarrow Y$ буде оптимальним?
- Які об'єкти розташовані всередині об'єктів X_1, X_2, \dots, X_n ?
- Чи сильно зміниться просторовий розподіл об'єктів після зміни чинної класифікації?
- Що станеться з об'єктом A , якщо змінити об'єкт B та його розташування?

Основні функції ГІС в аналізі просторово-атрибутивної інформації

1. Можливості непросторового (атрибутного) аналізу:

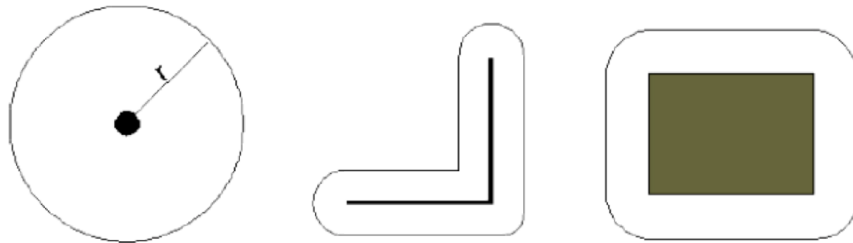
- запит за атрибутами та їх відображення;
- пошук цифрових мап та їх візуалізація;
- класифікація непросторових даних;
- мапові вимірювання (відстань, напрямок, площа);
- статистичні функції.

2. Можливості просторового аналізу:

- "оверлейні" операції
- аналіз близькості;
- мережевий аналіз;
- пошук об'єктів;
- аналіз видимості-невидимості;
- прогнозування;
- мапометрія;
- інтерполяція;

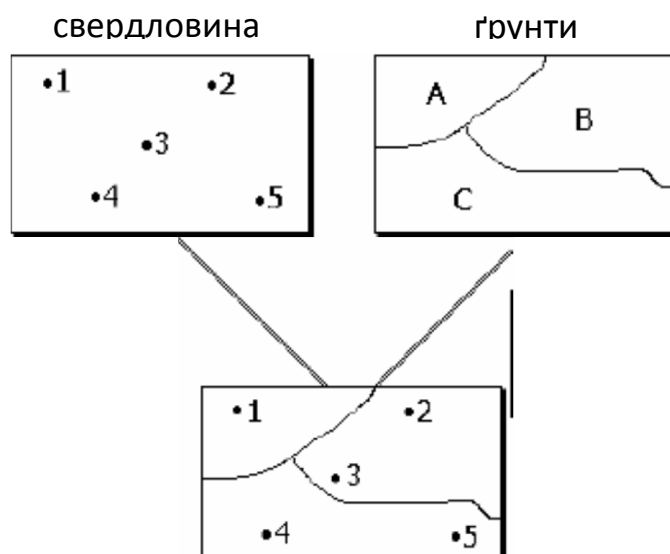
- зонування;
- створення контурів;
- декомпозиція і об'єднання об'єктів;
- буферизація;
- перекласифікація.

Буферизація являє собою полігональний шар – результат розрахунку еквідистантних ліній щодо множини точкових, лінійних або полігональних просторових об'єктів; застосовується, наприклад, з метою виділення прикордонних зон, смуги відчуження тощо. Буферна зона полігонального об'єкта може будуватися як зовні, так і всередину полігону. Коли відстаням між об'єктами і еквідистантами ставляться у відповідність значення одного з його атрибутів, кажуть про "буферизацію зі зважуванням". Буферними зонами можуть бути епідеміологічні зони, зони техногенних катастроф (розлив нафти, аварія на атомній станції), зони дії різних радіотехнічних пристроїв і т. ін.



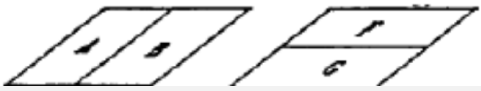
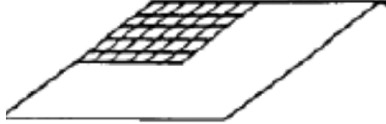
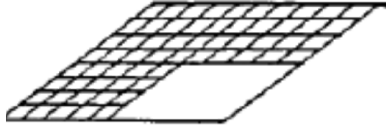
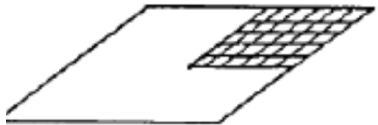
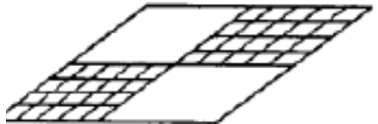
Оверлейна операція (overlay) - являє собою операцію накладення двох або більше шарів, результатом якої є новий шар, який містить об'єкти початкових шарів, їхню топологію та атрибути.

Прикладом оверлейної операції є операція топологічного накладення "точка→полігон"

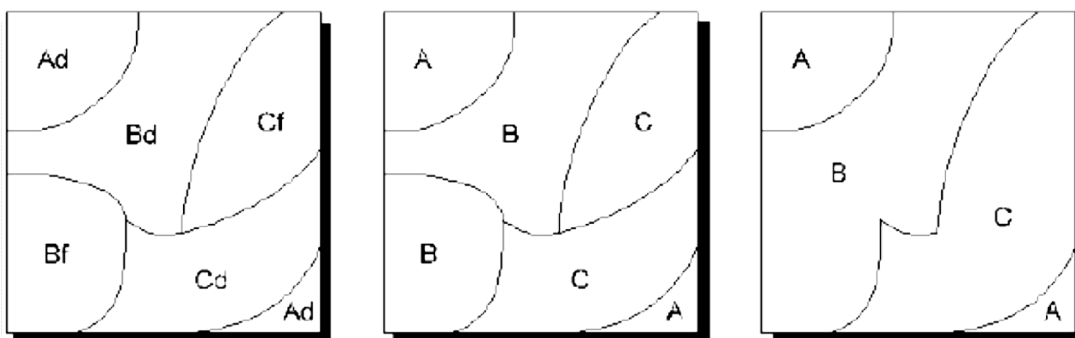


Операція накладення двох полігональних шарів (polygon-on-polygon) є вирізанням частини одного шару з використанням іншого шару як форми (маски). Ця операція теж створює новий шар.

Крім операцій топологічного накладання існує логічний або булевий оверлей. Булевих операцій всього 4: логічні І, АБО, НЕ, виключне АБО.

Операції з шарами	
Перетин Район <i>A</i> І покриття <i>П</i>	
Об'єднання Район <i>A</i> І покриття <i>П</i>	
Заперечення Покриття <i>П</i> , але НЕ район <i>A</i>	
Виключення АБО <i>A</i> АБО покриття <i>П</i>	

Перекласифікація - це аналітична операція перетворення шару мапи за заданою умовою. Наприклад, на мапі нанесені сільгосп. угіддя з різними типами ґрунтів. Крім того, на мапі вказані рослинні культури на даній ділянці землі. На разі операція перекласифікації дозволяє об'єднати однорідні ґрунтові зони в єдину область без акценту на наявні сільськогосподарські культури.



Мапометричні функції є операції, які дозволяють вимірювати відстані, площі, периметри, обсяги між січними поверхнями і тощо. Як правило, такі операції є обов'язковими внутрішніми функціями ГІС. Мапометричні вимірювання тісно пов'язані з *морфометричними*, сутність яких полягає в обчисленні показників форми і структури явищ (звивистості, розчленування, густини і багато ін.).

Тема 6. Основні сучасні пакети ГІС

ArcGIS

- містить велику кількість складових, орієнтованих на різноманітні задачі:

- *ArcCatalog* керує зберіганням просторових даних і структурою БД
- *ArcMap* дозволяє створювати і редагувати мапи, здійснювати мапографічний аналіз
- *ArcToolbox* дозволяє перетворювати та обробляти географічні дані
- *ArcView + Editor* – засіб для створення мап та аналізу, а також редагування
- ***ArcInfo*** = *ArcEditor* + розширені можливості географічної обробки даних
- *ArcGIS Spatial Analyst* набір функцій просторового моделювання й аналізу для створення растрових даних, побудови запитів до них
- *Arc 3D Analyst (Globe* включно) відображення рельєфу місцевості
- *Arc Survey Analyst* – для обробки результатів геодезичних обмірів
- *ArcSchematics* – автоматизоване створення геосхематичного зображення об'єктів
- *ArcPress* та *ArcPublisher* – роздрук мап
- *ArcTracking Analyst* – відображення й аналіз даних real time
- *ArcMaplex* – автоматизоване розміщення тексту на мапі
- *ArcScan* - векторизатор
- *Arc Seagate Crystal Reports*
- *Arc Network Analyst*
- *Arc Web Services*
- *Arc Data Interoperability*
- *ArcServer*
- *ArcGIS Engine* – бібліотека компонентів ГІС для розробників прикладного програмного забезпечення, дозволяє створювати нові ГІС-додатки та розширювати можливості вже наявних додатків (наприклад MS Excel) за рахунок вбудування в них ГІС-функцій

та інші.

MapInfo

MapInfo Professional, *MapBasic*, *MapInfo SpatialWare*, *MapX*, *MapXtreme* є базовими продуктами компанії MapInfo. На додаток до традиційних для СУБД функцій, ГІС MapInfo Professional дозволяє збирати, зберігати, відображати, редагувати і обробляти дані з мап, що зберігаються у БД, з урахуванням просторових відношень об'єктів.

Джерела даних MapInfo: Обмінні векторні формати САПР і ГІС: *AutoCAD* (DXF, DWG), *Intergraph / MicroStation Design*, *ESRI Shape* файл, *ARC / INFO Export*, а також растрові мапи. У *MapInfo* можна відобразити дані, отримані за допомогою GPS і інших електронних геодезичних приладів. ГІС *MapInfo* може виступати в ролі "мапографічного клієнта" при роботі з такими відомими СКБД, як *Oracle* і *DB2*, оскільки підтримує ефективний механізм взаємодії з ними через протокол *ODBC*. Більш того, доступ до даних з СКБД *Oracle* можливий і через внутрішній інтерфейс (*OCI*) цієї БД. Вбудована мова запитів *SQL*, завдяки географічному розширенню, дозволяє організувати вибірки з урахуванням просторових відношень об'єктів.

Способи зображення даних:

Мапа і список. У вікні *Mapu* доступні інструменти редагування і створення мапографічних об'єктів, масштабування, зміни проєкцій та інші функції роботи з мапою. Пов'язана з картографічними об'єктами атрибутна інформація зберігається у вигляді таблиць, дані з яких можна зобразити графіками та діаграмами.

Легенда. У вікні Легенди відображаються умовні позначення об'єктів на карті і тематичних шарах.

Звіт. У вікні Звіту надаються кошти масштабування, макетування, а також збереження шаблонів багатоаркушевих мап. Можливо формувати і роздруковувати звіти з фрагментами мап, списками, графіками і написами.

Тематичні карти. Задля наочності й графічного аналізу просторових даних використовується тематичне мапування. *MapInfo* пропонує такі методи побудови тематичних карт: діапазони значень, стовпчасті і кругові діаграми, градуйовані символи, густина точок, окремі значення, безперервна поверхня. Поєднання тематичних шарів і методів буферизації, районування, злиття і розбиття об'єктів, просторової і атрибутивної класифікації дозволяє створювати синтетичні багатокомпонентні мапи з ієрархічною структурою.

Додаток *MapBasic* надає можливість кожному створювати специфічні додатки для розв'язання прикладних задач.

ER Mapper

Одна з розвинених систем обробки зображень в середовищі ГІС *ER Mapper* орієнтована насамперед на обробку великих обсягів фотограметричних інформацій (файл до 900 Мбайт) і розв'язання задач ГІС на цій основі (тематичне мапування). Вона має повний графічний інтерфейс користувача. У пакеті *ER Mapper* використовується набір алгоритмів обробки растрових

зображень спільно з векторними даними і табличними даними з реляційних БД. *ER Mapper* забезпечений апаратом складання і редагування анотацій до растрових, векторних і точкових об'єктів. Мапувальні засоби, включені в пакет, забезпечують виведення зображень на великий набір поліграфічних пристроїв.

У пакеті *ER Mapper* пропонується нове поняття в техніці обробки зображень - **віртуальні набори даних** (*virtual dataset*). Йдеться про алгоритм, який породжує деякий набір даних і може розглядатись (і брати участь в інших алгоритмах) як логічний віртуальний набір даних. У комплекті системи – набір програм для динамічної зв'язку з різними ІС і форматами: анотаційні векторні файли, оболонки *Arcinfo*, мапи *GenaMap*, таблиці *SQL Oracle*, зовнішні векторні формати, засоби оформлення мап (легенди, сітки, графічні знаки, описані об'єкти, масштабні і колірні шкали), заголовки і анотації (дата і час, виноски, комерційні знаки (логотипи)), приклади програм динамічних зв'язків.

ArcCAD

Система *ArcCAD* є продуктом злиття технологій САПР (*AutoCAD*) та ГІС (*ArcInfo*). *ArcCAD* є повноцінна GIS, що створює просторові дані безпосередньо в форматі *ArcInfo*. Це означає, що технологічно і на рівні даних *ArcCAD* повністю інтегрована з *ArcInfo*, тобто: *ArcCAD* використовує дані, створені як в програмі *ArcInfo*, так і в системі *AutoCAD*; створені в *ArcCAD* дані можуть використовуватись для подальшої обробки в *ArcInfo* і в *AutoCAD*.

Arc View

Arc View зручний для створення, аналізу й виведення мапографіки; є простим і ефективним засобом візуалізації та аналізу даних про об'єкти і явища, розподілені по території (геоданих). При цьому мапи виконують функції географічної довідкової таблиці. Це досягається за рахунок прив'язки географічних даних (в явному вигляді показуються на мапі) до табличної (атрибутної) інформації в традиційних БД. Крім того, *ArcView* має повний набір засобів ділової графіки для повноцінного аналізу та підтримки опрацювання рішень. *ArcView* забезпечує спільне виведення на екран монітора різномірних прозорих і непрозорих зображень: космічних знімків, аерознімків, ілюстрацій, сканованої документації. Наприклад, до мапи земельної власності або домоволодіння можна додати цифровані фотографії будівель, пам'ятних місць та інших пам'яток, поверхові плани розташування кімнат і т.п.

AtlasGIS

AtlasGIS - повнофункціональна мапова ІС, яка об'єднує великі аналітичні та презентаційні можливості мапування з легкістю і гнучкістю настільного програмного забезпечення. Вона має такі можливості: введення, малювання і друк мап через графічний інтерфейс Windows; розвинені презентаційні засоби: повне керування кольорами і штрихуваннями, створення і редагування символів, численні вставки, тематичне мапування; ділова графіка - кругові та лінійні діаграми, графіки і т. ін.; просторовий пошук/аналіз - комбінування гео-об'єктів, агрегування даних за географією, створення буферних зон; **геокодування** - пошук за поштовою адресою та індексом, включаючи пошук за неповною або неточною адресою. У *AtlasGIS* реалізований принцип *What You See Is What You Map* - бачиш те, що наносиш на мапу.

WinGIS

WinGIS використовується для роботи з просторовими базами даних *Gupta SQL*, побудови складних зображень, їх цифрування, перетворення і виведення на графічний пристрій; є можливість працювати з додатками користувача та мультимедія-засобами. Є можливим автоматичне створення легенди проекту за обраними шарами. Реалізована функція складного будування точок за відомими параметрами: відстані між об'єктами, кути або за умові ортогональності. Існує функція узагальнення шарів: при визначенні параметрів узагальнення для обраних шарів за зміни масштабу шари будуть автоматично підключатися або відключатися, що істотно розвантажить проект. Реалізована можливість багатотабличних запитів: створені складні запити можна оформлювати в файли задля збереження результатів моніторингу. Корисною є функція генерації графічних об'єктів з БД. За наявності в базі координат об'єктів користувач може генерувати будь-які графічні моделі і приміщати їх на різні шари проекту.

Інструментом розвитку системи *Star* є утиліта *Macroprogramming* - бібліотека функцій *Star* з інтерфейсом зв'язку семантики і метрики, створення меню і формування власних додатків. Додаток *StarARCHI* - архітектурний модуль для 3D-проекування, генерації 2D-планів, автоматичного документування проекту і вибору найкращого варіанта.

Тема 7. Застосування ГІС у народному господарстві

Коли ГІС для конкретної задачі створено, дослідник береться до просторово-часового аналізу, моделювання та візуалізації процесів із залученням ГІС-інструментарію, прогнозування, вироблення оптимальних керівних рішень і т. ін.

Наступним етапом проводиться візуалізація результатів досліджень: побудова тематичних мап і діаграм, тривимірних зображень.

Наукові дослідження за допомогою ГІС-технологій проводяться за певним алгоритмом. Після чіткої постановки задачі (завдання передумов, обмежень) вибирають готову ГІС (електронну мапу та СКБД для неї) або створюють нову ГІС спеціально для розв'язуваної задачі. Не завжди доцільно вибирати найпотужнішу ГІС та під'єдувати всі доступні модулі: вибирають той, який дозволить розв'язати поставлену задачу в короткі строки. Далі вже розв'язується власне задача за обраним алгоритмом. Форма подання результату може бути графічна та/або таблична. Збереження даних і забезпечення доступу до них здійснюється через потужні мережні системи з розподіленими банками даних, напр. *ArcSDE* (для інтернет) *ArcIMS* (для інтернет).

ГІС-технологія дозволяє відображати у зручному вигляді кількісні дані, що стосуються об'єктів земної поверхні. Вибір шкали кольорів або розмірів умовних позначень часто виглядає як окрема наука. Проводяться аналізи різних природних процесів або подій, які вже відбулись; інтерполяція даних з виявленням нових закономірностей або відтворенням розподілу певних параметрів у просторі; комплексне врахування багатьох параметрів довкілля; формування цифрової матриці рельєфу; геостатистичний аналіз (кількісне оцінювання просторових автокореляцій різних даних); обробка даних дистанційного зондування Землі (напр. у МНС відслідковується динаміка сходження снігового покриву за допомогою потужної програми *ERDAS IMAGINE*); розв'язання задачі «комівояджера» - вибору оптимального маршруту з мінімальною відстанню між заданими точками; мультиплікація мап із використанням – відображення серії мап ув одній системі координат з певною часовою затримкою для відстеження розвитку декотрого явища (напр. поширення нафтової плями в океані).

Взагалі ГІС використовуються для:

- пошук і раціональне використання природних ресурсів;
- територіальне і галузеве планування й керування розміщенням промисловості, транспорту, сільського господарства, енергетики, фінансів;

- забезпечення комплексних і галузевих кадастрів;
- моніторинг еко-умов і небезпечних природних явищ, оцінка техногенного впливу на довкілля, забезпечення еко-безпеки країни і регіонів, еко- експертиза;
- контроль умов життя населення, охорона здоров'я та освіта, соціальне обслуговування, забезпеченість роботою тощо;
- забезпечення діяльності органів урядування, політ. партій/рухів, ЗМІ;
- наукові дослідження й освіта;
- мапування (комплексне і галузеве): створення/оновлення тематичних мап і атласів, оперативне мапування.

1. В Україні Пілотним проектом є Електронний атлас країни виконаний в Інституті географії НАНУ. Електронний атлас України за допомогою системи мап подає інформації стосовно природних, соціальних, економічних і екологічних особливостей країни. Він належить до атласів загального використання і має довідникове призначення. Головною складовою інформаційного забезпечення Атласу є набір електронних мап. Проте до складу Атласу також входять текст, діаграми, таблиці і світлини, які значно доповнюють графічні інформації. Він структурований за тематичними блоками: загальні відомості про країну; природні умови і природні ресурси; населення; економіка; екологія.

Атлас корисний у розв'язанні завдань

- екологічних (аналіз стану і динаміки екологічних умов у регіонах);
- економічних (забезпечення державних, крайових і локальних урядових структур всебічною інформацією про стан і розвиток господарства, економічні зв'язки, їх динаміку та можливі напрямки трансформації);
- соціальних (аналіз розміщення і рух населення, його етнічних і культурних ознак, соціальних процесів);
- освітніх (забезпечення шкільної, вищої та інших рівнів освіти і просвіти доступною аналітичною і інтегрованою інформацією про державу та її регіони).

2. Проект GRID (Global Resource Information Database) – Глобальної бази даних природно–ресурсної інформації – є частиною програми GEMS (Global Environment Monitoring System – Глобальної системи моніторингу довкілля), під егідою ООН. Метою проекту є збирання і поширення екологічної інформації в масштабах усієї земної кулі; забезпечити ООН і міжурядові організації доступом до сучасних технологій керування даними про довкілля; надання можливості всім країнам використовувати GRID–сумісні технології національної оцінки стану довкілля і керування нею.

Прикладами масивів даних GRID є: цифрова модель рельєфу Землі ETOPO-5 (Національним центром геофізичних даних США), сукупність висотних відміток у вузлах регулярної мережі з коміркою розміром 5x5 кутових хвилин, мапа ґрунтів світу ФАО ЮНЕСКО, щотижневі і сезонні мапи вегетаційного індексу рослинного покриву (супутникові знімки NASA).

3. Проект CORINE (Coordination on Information of the Environment) створення ГІС Європейського Співтовариства. Основними проектами, які розробляються в рамках CORINE є: моніторинг забруднення повітря, біотопи, берегова ерозія, стан земної поверхні, морське середовище, ґрунтова ерозія/якість ґрунту і водні ресурси. Система містить більше 40 шарів інформації, включаючи топографію, адміністративні межі, відомості про клімат (з більш ніж 6,5 тисяч метеорологічних станцій), земельні і водні ресурси, рослинний і тваринний світ. Особливу увагу приділено оцінці ризику несприятливих природних і антропогенних явищ: сейсмічної активності, водної ерозії ґрунтів та ін., а також джерелам зосередженого техногенного забруднення природного середовища. Зокрема, проект з атмосферного повітря – CORINAIR, що входить до складу CORINE, охоплює проблеми викидів SO₂, оксидів азоту і летких органічних сполук у країнах ЄС. При цьому враховується близько 120 видів господарської діяльності. Програмне забезпечення CORINE здійснюється з використанням ГІС-пакетів ArcInfo (США) – для масштабу 1:1000000 і SICAD (Німеччина) – для масштабу 1:300000.

У царині екології та охорони довкілля створення багатоцільової ІС та перехід від теоретичних розробок до практичного втілення ще не реалізоване повною мірою. Існує потреба у цілісній взаємопов'язаній ІС для підтримки діяльності підрозділів урядування на всіх рівнях і з усіх проблемних питань.

4. Доступ до усієї екологічної інформації для всіх рівнів керування охороною природи забезпечує Єдина регіональна інформаційна система природокористування (ЄРІСП). В ЄРІСП є підсистеми: адміністративно-управлінська; довідкова інформаційна система; банки даних природоохоронних і природо-ресурсних організацій і служб; екологічна паспортизація; екологічний моніторинг; програмні комплекси державної екологічної експертизи, інспекції аналітичного контролю. Структура дозволяє оперативний контроль за станом довкілля, прогноз екологічних умов, аналіз споживання природних ресурсів і обсягів викидів, виявляти зони екологічного лиха, забезпечувати сертифікацію територій і об'єктів.

До підсистеми банків даних регіональних природоохоронних і природо-ресурсних відомств і служб входять Управа з охорони довкілля, Департамент з гідрометеорології та моніторингу довкілля, комітети із земельних ресурсів і

землеустрою, з геології та використання надр, водного господарства, з економіки та прогнозування розвитку області та інші.

В загальній схемі ЄРІСП існує довідкова інформаційна система даних. Вона містить узагальнені відомості, експертні оцінки, систематизовані матеріали для спеціалізованих споживачів, розробників сучасного устаткування і технологій, рекомендацій з раціонального використання природних ресурсів, фахівців, які займаються природоохоронними проблемами, організацій з проблем природо-користування, промислової екології, їхні економічні і юридичні аспекти.

Метою підсистеми комплексного екологічного моніторингу ЄРІСП (система спостережень, оцінки та прогнозу стану навколишнього природного середовища) є комплексна оцінка якості навколишнього природного середовища області; виявлення негативних антропогенних чинників і потребують ухвалення керівних заходів; прогноз змін щодо здійснення проектів господарської діяльності; обґрунтування взаєморозрахунків за забруднення довкілля.

ГІС–технології в екологічному мапуванні

Вирізняють два рівні мапування і, відповідно, два основні типи мап та два напрямки формування інформаційних банків у ГІС. В основі розробки екологічних мап першого типу лежать дані, отримані інструментальним вимірюванням рівнів забруднення, дані топографічних і тематичних мап, результати обробки аерокосмічних зображень, обліково–статистичні, наукові та інші матеріали. Задача сформованого таким чином первісного фонду базової екологічної інформації в ГІС полягає в організації первинних уявлень про просторово–часовий розподіл окремих екологічних явищ (наприклад, джерел та інтенсивності забруднень).

В основу розробки екологічних мап першого типу закладаються результати вимірювання рівнів забруднення, обробки аерокосмічних зображень, дані топографічних і тематичних мап, обліково–статистичні результати і т. ін. Ця основна (базова) екологічна інформація для ГІС має завданням створення первинних уявлень про просторово–часовий розподіл окремих елементів екологічних явищ. Прикладами екологічних мап першого типу є розподіли джерел та інтенсивності забруднень об'єктів, території.

Інформаційний фонд вищого рівня дає основу для розробки системи принципово нових екологічних мап – мап другого типу. Їхній зміст пов'язаний з виявленням зворотного зв'язку впливу суспільства на природу і ступеня стійкості природи до подальших впливів. Відмітна риса екологічних мап другого типу – орієнтація на оперативне відображення динаміки екологічних

процесів, результатів екстраполяції виявлених тенденцій, зіставлення і фактичного розвитку подій з прогнозами. Екологічні карти другого типу містять експертні оцінки.

Типовим прикладом мапи, що відображає окрім синтетичного мапованого показника його аналітичні характеристики, є ландшафтна мапа. Тут текстовий опис елемента легенди містить інф. про геолого– і геоморфологічний, рослинний та ґрунтовий компоненти ландшафту і зв'язки між ними.

ГІС ефективно застосовується в інф. забезпеченні регіонального медико–екологічного аналізу. Співставлення інформацій про різноманітні чинники, що можуть негативно впливати на людське здоров'я, дозволяє комплексно оцінювати медико-санітарну ситуацію. Медико–екологічний програмний модуль ГІС є багаторівневою системою інтеграції кількісних і якісних показників, зосереджених в приватних соціально–орієнтованих модулях ГІС. Детальний та аргументований медико–екологічний аналіз ґрунтується на досить великому банку даних. У медико–екологічному блоці ГІС передбачається маповий субблок для класифікації територій за сукупністю актуальних і потенційних медико–екологічних ситуацій. Така процедура включає обґрунтування вибору базових і ключових мапових основ, принципів ранжирування території за сукупністю антропогенних навантажень, складання компонентних і комплексних медико–географічних і медико-екологічних мап, типологічного районування природних і антропогенних передумов хвороб. Отримані мапи потрібно розглядати як етап регіонального аналізу проблемних медико–екологічних ситуацій.

Література

1. В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Геоінформаційні системи і бази даних. Ніжин: НДУ, 2014.– 492 с.
2. Геоінформаційні системи в екології. – Електр. навч. посібник/ Під ред. Є.М. Крижановського. Вінниця: ВНТУ, 2014. – 192 с.
3. Андрейчук Ю.М., Ямелинець Т.С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі. Львів: «Простір-М», 2015. - 284 с.
4. Геоинформатика: А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков.- М.:МАКС Пресс, 2001.-349 с..
5. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы: Учебное пособие для вузов. - М.:2000. - 222 с.
6. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии — М. : Финансы и статистика, 1998 .— 287 с.
7. Scott Crosier, Bob Booth, Katy Dalton, Andy Mitchell, Kristin Clark ArcGis 9. Начало работы в ArcGis. – ESRI. :2004.-272 с. (перевод на русский язык Data+)
8. Jill McCoy ArcGis 9. Работа с базами геоданных: Упражнения. – ESRI. :2004.-232 с. (перевод на русский язык Data+)
9. MapInfo Professional10.5 РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. – Pitney Bowes Software Inc.: 2010.-570 с.
10. Атлас України. Пілотний проект електронної версії Національного атласу України / Ін-т географії НАН України. ТОВ «Інтелектуальні системи ГЕО». – К., 2000

Навчальне електронне видання

Настасюк Вадим Анатолійович
Співак Андрій Ярославович

БАЗИ ДАНИХ У ЗАХИСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Конспект лекцій

Видавець і виготовлювач
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
тел./факс: (0482) 32-67-35
E-mail: info@odeku.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5242 від 08.11.2016