

## Лекція 7

### АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГІС-ПАКЕТІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ. ФОРМАТИ ДАНИХ У ГІС

**7.1 Аналіз сучасних ГІС-пакетів, що використовуються в екологічних дослідженнях**

**7.2 Формати даних у ГІС**

**7.1 Аналіз сучасних ГІС-пакетів, що використовуються в екологічних дослідженнях**

Основні характеристики ГІС-пакетів, які використовуються в екологічних дослідженнях в Україні:

**- ГІС-пакет ArcGIS (США);**

ArcGIS містить велику кількість складових програмних модулів, призначених для різних завдань. Вони виконують функції: створення карт і картографічного аналізу; редагування, перетворення і обробки даних; управління збереженням просторових даних і структурою БД; просторового моделювання та аналізу; ефективного відображення та аналізу поверхні та ін.

Крім цього, пакет ArcGIS має потужний інструментарій для розробки власних програм (ArcGIS Engine, ArcObjects, MapObjects). Дуже велика поширеність в світі робить його універсальним (формати даних ArcGIS підтримуються більшістю інших ГІС) і відкриває великі можливості для інтеграції та обміну досвідом. ArcGIS також підтримує формати файлів MS Office.

Недоліком ArcGIS є велика вартість у порівнянні з вітчизняними та російськими ГІС-пакетами. Початкова вартість модуля, необхідного для створення ГІС, становить близько 15 000 \$, не рахуючи вартості програм для організації робочих місць і вартості Microsoft SQL-сервера для управління базою даних.

У безкоштовних або порівняно дешевих додатків функціональність досить обмежена. Детальну інформацію про пакет можна дізнатися в компанії "ЕКОММ Со" (м.Київ), що є офіційним дистриб'ютором компанії ESRI (розробник ArcGIS) в Україні (<http://www.ecomm.kiev.ua>).

**- ГІС-пакет MapInfo Professional (США);**

ГІС MapInfo Professional здійснює збір, зберігання, відображення, редагування та обробку картографічних даних, що зберігаються в базі даних, з урахуванням просторової прив'язки об'єктів. MapInfo підтримує формати Excel, Access, dBASE, Lotus 1-2-3, Oracle і текстові, в яких, крім атрибутивної інформації, можуть зберігатися координати точкових об'єктів.

ГІС MapInfo Professional дозволяє використовувати свій інструментарій всередині програм користувачів, написаних мовами Delphi, Visual Basic, C ++, PowerBuilder.

ГІС-пакет MapInfo Professional має вартість, хоча і меншу, ніж ArcGIS, але все таки чималу для широкого розповсюдження серед областей та районних представництв на Україні. Менші функціональні можливості ГІС-пакета MapInfo Professional в порівнянні з ArcGIS обумовлюють його меншу поширеність в світі.

Детальну інформацію про пакет можна дізнатися в компанії ТОВ "Інтелектуальні системи ГЕО" (м.Київ), що є офіційним дистриб'ютором компанії MapInfo в Україні (<http://www.isgeo.kiev.ua>).

**- ГІС-пакет "Панорама 11" ( "Карта 2011") (РФ);**

"Карта 2011" значно дешевше ArcGIS, хоча має схожий інструментарій, що і у більшості складових пакету ArcGIS разом узятих, проте з меншою кількістю варіантів і параметрів застосування.

"Карта 2011" - це універсальна географічна система, що має засоби створення та редагування електронних карт, виконання різних вимірів і розрахунків, обробки растрових даних, засоби підготовки графічних документів в електронному та друкованому вигляді, а також інструментальні засоби для побудови інформаційних систем з використанням різних СУБД.

Універсальність ГІС заснована не тільки на різних інструментах обробки просторових даних, але і на різних видах підтримки електронних карт - векторних, растрових і матричних.

В системі "Карта 2011" забезпечується робота з векторними картами різних масштабів, проекцій, систем координат: від плану приміщення до космонавігаційної карти Землі. Забезпечується перетворення від однієї проекції в іншу. Наявний інструментарій дозволяє обмінюватися геоданих з форматами пакетів ArcGIS і MapInfo.

Пакет програм "Карта 2011", на відміну від американських продуктів, розрахований на роботу на малопотужних комп'ютерах завдяки оптимізованому способу виведення великих обсягів картографічних даних на екран. Також пакет має потужні засоби введення, візуалізації і обробки даних. Є і спеціальний програмний інтерфейс для створення власних програм-оболонок з використанням сучасних мов програмування Delphi, Visual C ++, Visual Basic, C ++ Builder.

Детальну інформацію про пакет можна дізнатися на сайтах <http://www.gisinfo.ru> і <http://www.panorama.vn.ua>.

**- ГІС-пакет "Digitals" (Україна);**

ГІС-пакет "Digitals" призначений, головним чином, для створення цифрових карт і підготовки топографічних карт до друку. Пакет вільно працює з українським алфавітом, підтримує імпорт / експорт з іншими ГІС-пакетами (ArcGIS, MapInfo, Панорама). У той же час ГІС-пакет має програмний інтерфейс для створення власних програм-оболонок з використанням власних мов програмування Delphi і Visual C ++.

В останніх версіях пакета з'явився ряд можливостей щодо збору та редагування даних, використання аерокосмічних знімків та відсканованих карт будь-яких розмірів для формування растрових файлів, передачі

отриманих даних в інші системи і використання даних GPS-приймачів, швидкого пошуку об'єкта і прив'язки до об'єктів текстових, графічних і інших файлів.

Недоліки цього пакета: дуже обмежений інструментарій роботи з базами даних - фактично, цей пакет має лише способи введення, зберігання і візуалізації даних, а роботу зі сторонніми СУБД не підтримує; уповільнений висновок на екран карт з великим об'ємом картографічних даних; обмежена інтеграція з офісними програмами; обмежена можливість аналізу даних. Це обумовлено тим, що розробник спеціалізується переважно на інших завданнях, ніж створення ГІС-пакетів.

Детальну інформацію про пакет можна дізнатися на сайті розробника Українського Державного науково-виробничого об'єднання "Геосистема" (м.Вінниця, Україна) <http://www.vingeo.com>.

#### **- ГІС-пакет "GeoDraw" (Geograf) (РФ);**

Призначений для створення цифрових карт і планів, GeoDraw підтримує побудову топологічної і багаточарової структури просторових об'єктів, ідентифікацію об'єктів і зв'язок їх з базами атрибутивних даних сторонніх СУБД, експорт/імпорт цифрових карт в формати, які використовують найбільш популярні ГІС.

Три основні модулі ГІС GeoDraw: Geograf (для перегляду ГІС), Geodraw (векторний топологічний редактор), Geoconstructor (для створення ГІС). ГІС GeoDraw має низькі вимоги до апаратного забезпечення і підтримує безліч форматів даних сучасних ГІС і САПР.

Недоліком ГІС GeoDraw є неможливість використовувати її інструментарій для створення власних прикладних програм, що обмежує перспективи розширення її функціональності.

#### **- AutoCad Map 3D 2011 року (США);**

AutoCad Map 3D 2011 призначений для створення картографічних даних і управління ними. Об'єднуючи в собі риси САПР і ГІС AutoCad Map 3D 2011 дозволяє працювати з основними форматами проектних і ГІС-даних, обробляти великі набори картографічних даних засобами AutoCad, а також працювати з інструментами проектування і функціями ГІС в одному середовищі, що підвищує продуктивність і якість проектування. Засоби картографічного аналізу допомагають вирішити безліч проблем, пов'язаних з обробкою даних і прийняттям рішень. Вбудовані в AutoCad Map 3D 2011 картографічні функції забезпечують зручну візуалізацію для проектів і карт (<http://www.cad.ru>).

#### **Відкриті настільні ГІС-додатки**

Термін open source (англ. Відкрите програмне забезпечення) був введений організацією Open Source Initiative і використовується для визначення відповідності ліцензії на програмне забезпечення (ПЗ) стандартам відкритого ПЗ. Основні особливості відкритого ПЗ згідно з визначенням включають вільне поширення, доступний вихідний код, дозвіл на модифікацію цього вихідного коду. Ключову роль у розвитку відкритого

програмного забезпечення грають, як правило, спільноти розробників, що формуються навколо окремих програмних продуктів.

Існуюче ПЗ ГІС можна умовно розділити на три класи: це Web-ГІС, настільні ГІС і просторові бази даних.

Для збереження даних і забезпечення доступу до даних через Internet використовуються потужні мережеві ГІС (Web-ГІС) з розподіленими базами даних, складові частини якої розміщуються в різних вузлах (ПК) комп'ютерної мережі.

Настільна (призначена для користувача) ГІС - це картографічне ПЗ, яке встановлюється і запускається на ПК і дозволяє відображати, вибирати, оновлювати і аналізувати дані про географічні об'єкти і пов'язану з ними атрибутивну інформацію.

Найпоширенішими з відкритих ГІС-пакетів є: QGIS (QuantumGIS) (<http://www.qgis.org>), GRASSGIS (<http://grass.osgeo.org>), MapServer (<http://mapserver.org>), VNetGIS (<http://vnetgis.org>), R-GIS (<http://r-gis.org>) і ін.

**System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA GIS) (Німеччина).**

Як випливає з назви, дана ГІС має наукові коріння. Перший модуль для SAGA був розроблений в 2001 році і використовувався для роботи з растровими файлами. SAGA GIS - універсальна повнофункціональна ГІС, її основним призначенням є аналіз рельєфу, ґрунтове картографування і рішення задач по візуалізації даних. Працює в системах Windows і Linux з растровими і векторними даними, складається з 300 модулів.

**GRASS GIS (Німеччина)** - універсальна повнофункціональна ГІС, забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і розповсюдження просторових даних (як в растровому, так і у векторному вигляді). Складається з окремих модулів (близько 300) географічного аналізу, працює як в системі Windows, так і в системі Linux і при цьому не вимагає значних системних ресурсів.

**Integrated Land and Water Information System (ILWIS) (Німеччина).**

Розробка ILWIS починалася в 80-х роках. Цей програмний продукт поєднує в собі функціональність векторної і растрової ГІС, призначений для вирішення широкого діапазону завдань - від аналізу космічних знімків до моделювання ерозійних процесів. ILWIS працює тільки з ОС сімейства MS Windows.

**MapWindow GIS (США)** була створена в 1998 році. Основною метою була розробка «ядра ГІС», яке надавало б необхідну функціональність ГІС-розробникам.

**MapWindow GIS ActiveX control (США)** реалізує функції відображення, пошуку і управління просторовими даними. Пізніше був розроблений графічний інтерфейс, названий MapWindow GIS Desktop, і створена можливість нарощування функціональності шляхом використання системи розширень. MapWindow доступна тільки для ОС сімейства MS Windows.

Використання відкритого ПЗ вигідно як для невеликих компаній, некомерційних і громадських об'єднань, так і для державних і дослідницьких організацій з великою кількістю філій.

## 7.2 Формати даних у ГІС

У ГІС спосіб машинної реалізації представлення (моделі) просторових даних називають **форматами просторових даних**.

Формати даних визначають спосіб зберігання інформації на жорсткому диску, а також механізм її обробки.

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

Всі системи підтримують обмін просторовою інформацією (експорт та імпорт) з багатьма ГІС та САПР через основні обмінні формати: SHP, E00, GEN (ESRI), VEC (IDRISI), MIF (MapInfo Corp.), DWG, DXF (Autodesk), WMF (Microsoft), DGN (Bentley).

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

### 7.2.1 Формати растрових даних

Для зберігання растрових даних використовуються багато форматів; деякі з них представлені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Формати растрових даних

Назва Формат даних	Характеристика формату даних
BMP(Microsoft Windows/IBM® OS/2® Bit map)	Бітовий двійковий формат растрових графічних файлів, що передбачає 4, 8 и 24 біта на точку
TIFF (Tagged Image File Format)	Формат для створення і обміну зображеннями високої якості; підтримує кольорові (до 24 біт), черно-білі зображення і градації сірого; використовує різні типи стискування даних з урахуванням фотометричних властивостей зображення.

TIFF-LZW	TIFF-LZW ERDAS Imagine - формат стискування растрових даних, заснований на алгоритмі Lempel Ziff & Welsh, підтримується за наявності спеціальної бібліотеки. Коефіцієнт стискування зображення, представленого в форматі TIFF, складає 1:7,7
GeoTIFF	Розширення формату TIFF для передачі зображень, що мають просторову прив'язку, включає інформацію про систему координат і проєкції, параметри геометричної корекції.
JPEG (Joint Photographic Experts Group)	Формат для стискування зображень з коефіцієнтом більше 25:1 з втратою якості; дозволяє передавати до 16 млн. кольорів (до 32 біт); поширений для зображень в Інтернеті.
JFIF(JPEG File Interchange Format)	Формат файлів для зберігання і передачі зображень, стислих по алгоритму JPEG.
PCX	Поширений формат графічних файлів для кольорових зображень, використовуваний у більшості графічних редакторів. Зображення стискається до 1:1,5.
GIF (Graphics Interchange File)	Спосіб стискування графічного зображення. Формат графічних файлів, найчастіше використовуваний в Інтернеті; забезпечує стискування даних без втрат; алгоритм стискування LZW
ERDAS IMA GINE	Файли розроблені, використовуючи програмне забезпечення обробки зображень IMA GINE. Файли ERDAS IMA GINE можуть зберігати безперервні і дискретні однока-нальні або багатоканальні дані.
IMG (Image)	Формат зображень, що скануються з високим розрішенням. Графічний файл в пакеті GEM. Використовується у багатьох растрових ГІС-пакетах, наприклад, ERDAS.
ER Mapper	ER Mapper файли розроблені, використовуючи програмне забезпечення обробки зображень ER Mapper.
MrSID™ (Multiresolution Seamless Image Database)	Формат зі змінною розрішуючою здатністю на основі методу хвильової модуляції, який забезпечує високу ступень стиснення.

З таблиці випливає, що проблема обмеженого дискового простору може бути вирішена шляхом використання компресірованих растрів, що призведе до скорочення обсягів файлів. Одним з найбільш ефективних

алгоритмів стиснення є алгоритм Lempel-Zip-Welch (LZW), застосовуваний в форматі GIF, LZW. Компресія також підтримується у форматах TIFF і IMG.

При цьому важливо знати про можливі втрати інформації. Прикладом формату стиснення з втратами інформації може бути JPEG; прикладом форматів стиснення без втрати інформації можуть бути GIF, TIFF.

Розроблено формати, наприклад, MrSID, що дають великий коефіцієнт стиснення.

### 7.2.2 Формати векторних даних

Векторні графічні формати даних представлені в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 - Векторні графічні формати даних

Найменування формату	Опис
DXF, DWG, DGN	Формати даних систем автоматизованого проектування (САПР)
DX90	Формат цифрових навігаційних карт
DLG	Формат даних геологічної зйомки США
DWF	Формат передачі графічних даних по Інтернету
GEN	Обмінний формат ГІС-пакета ARC/INFO
SHP	Формат даних ГІС-пакета ArcView (шейп-файл), <u>описується декількома файлами записів з певними розширеннями: .shp - позиційні дані; .dbf - атрибутивні дані; .shx - індекс форми просторових даних.</u>
TAB	Формат ГІС-пакета MapInfo; описується файлами з певними розширеннями: .tab - текстовий опис структури даних таблиць; .dat- табличні дані; .map - графічні об'єкти; .ID - список покажчиків (індекс) на графічні об'єкти
MIF/MID	Обмінний формат ГІС-пакета MapInfo
HPGL	Формат виведення на принтер або графічний пристрій
DMF	Формат ГІС-пакета Digital

Серед векторних найбільше поширення в ГІС отримав формат DXF пакету AutoCad (Autodesk Inc.), що використовує для передачі графічної атрибутивної інформації формат DBF (dBase).

### 7.2.3 Формати атрибутивних даних

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

**База даних ГІС** - сукупність даних деякої предметної області, структурованих і організованих за правилами, що встановлюють загальні

принципи опису, зберігання і управління даними. База даних служить інформаційною моделлю даної предметної області.

Створення бази даних (БД) і звернення до неї (за запитом) здійснюється за допомогою системи управління базами даних (СКБД).

**СУБД** - це пакет прикладних програм, призначених для створення, ведення і використання баз даних.

Логічна структура елементів бази даних визначається обраною моделлю БД. Найбільш поширеними моделями БД є: ієрархічні, мережеві, реляційні та об'єктно-орієнтовані.

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

Записи, що входять до складу *мережевої моделі*, містять в собі покажчики, що визначають місце розташування інших записів, пов'язаних з ними.

В даний час бази даних інформаційних систем розробляються з використанням реляційної моделі.

*Реляційні моделі* збирають дані в уніфіковані таблиці. Таблиці присвоюється унікальне ім'я всередині БД. Стовпці (поля) таблиці представляють елементи даних, а рядки - записи. Одне і те ж поле може бути присутнім в декількох таблицях. Так як рядки в таблиці не впорядковані, то визначається один або декілька стовпців, значення яких однозначно ідентифікують кожен рядок. Такий стовпець називається первинним ключем. Взаємозв'язок таблиць підтримується зовнішніми ключами.

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

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

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

#### **7.2.4 Формати просторових даних ArcView**

Відомо, що векторні дані складаються з двох ключових компонентів: геометрії і атрибутів. Геометрія векторного об'єкта (точка, полілінія, полігон) описує його форму і позицію в просторі, в той час як атрибути описують його властивості (колір, вік і т.д.)

Просторові дані в додатку ArcView мають розширення .shp і називаються шейп-файлами. Хоча говорять про цей формат в однині, насправді кожен шейп-файл складається з трьох файлів, які працюють разом, відповідаючи за окремі компоненти векторних даних, як показано на таблиці 7.3:



Таблиця 7.3 - Набір файлів, що становить шейп-файл

Розширення	Збережена інформація
.shp	Геометрія векторних об'єктів
.dbf	Атрибути векторних об'єктів
.shx	Допоміжна інформація, що дозволяє ГІС-додатку швидко знаходити об'єкти при пошуку (індекс).

ГІС-додаток ArcView також дозволяє зберігати цифрові дані в базі даних. Використання бази даних дозволяє одночасну роботу з даними для безлічі користувачів.

### 7.2.5 Створення порожнього шейп-файлу

Як тільки визначено, які об'єкти будуть створюватися в ГІС, тобто який тип геометрії і набір атрибутів матимуть ці об'єкти, можна перейти на наступний рівень - створення нового шейп-файлу. Це робиться натисканням **Вид - Нова тема** в ГІС-додатку. Потім вибирається тип об'єкту: точка, полілінія, полігон.

Далі необхідно додати поля в атрибутивну таблицю відповідно до правил присвоєння імен полів: вони пишуться латиницею, повинні бути короткими і відповідати вмісту поля, а також не повинні включати прогалини. Наприклад: «rN», «RoofColour», «RoadType» і т.д.

Потім для кожного поля, необхідно вибрати тип даних, тобто цифровий (Number), текстовий (String), логічний або дата.

Формат шейп-файлу дозволяє зберігати кількісну інформацію у вигляді цілочисельних значень (integer) або десяткових дробів (floating point), значить перед створенням атрибутивного поля Вам потрібно буде визначитися, чи мають Ваші дані цифри після коми чи ні.

Завершення створення шейп-файлу - це присвоєння імені і вибір папки, де буде зберігатися файл. Важливо привласнювати шейп-файлів короткі і зрозумілі імена, наприклад, «річки», «проби води» і т.д.

Після визначення типу об'єкта (геометрії) і списку атрибутів нового шару (теми) необхідно зберегти файл на диск.

**Таким чином, щоб створити шейп-файл, спочатку потрібно вибрати тип об'єкта, потім створити одне або кілька атрибутивних полів, і в кінці зберегти шейп-файл на диск, використовуючи просте і зрозуміле ім'я.**

### 7.2.6 Додавання даних в шейп-файл

В результаті попередніх операцій створений порожній шейп-файл. Тепер потрібно відкрити атрибутивну таблицю створеної теми і включити режим редагування, використовуючи відповідну команду в меню ГІС-додатки. За замовчуванням шейп-файли неможливо редагувати, це зроблено для запобігання випадкової зміни або видалення даних. Включивши режим

редагування, ми можемо приступити до додавання даних. Створення кожного запису в шейп-файлі вимагає виконання двох завдань:

1. Створення геометрії (об'єкта);
2. Введення атрибутів.

Процес створення геометрії різниться для точок, поліліній і полігонів.

Щоб створити точку, треба клацнути палетку інструментів малювання і вибрати інструмент "Точка". Додають об'єкти в темі клацаючи лівою кнопкою миші. Як тільки клік зроблений і з'явився об'єкт (точка), необхідно ввести всі атрибутивні дані для цієї нової точки в рядок таблиці.

Створення полілінії схоже на створення точки в тому, що спочатку потрібно вибрати інструмент редагування і приступити до малювання лінії, клікаючи на карті. Кожен раз, коли клікаєте лівою кнопкою миші на карті, до лінії додається нова вершина. При редагуванні лінійного шару круглі маркери означають вершини полілінії. Їх можна рухати мишкою, щоб коректувати геометрію лінії.

Коли процес створення лінії завершений, використовуйте праву кнопку миші для повідомлення ГІС-додатку про завершення редагування. Як у випадку з процедурою створення точки, далі знадобиться ввести атрибутивні значення в рядку таблиці для нового об'єкта.

Процес створення полігону практично збігається зі створенням полилінії. Щоб створити ще один об'єкт, знову клацніть лівою кнопкою миші на карті, і процес повториться заново.

Коли Ви створили всі необхідні об'єкти, обов'язково закрийте сесію редагування і збережіть зміни. ГІС-додаток запише нові дані на жорсткий диск, в іншому випадку Ви втратите всі зміни.

## ПИТАННЯ

1. Назвіть найбільш поширені ГІС-пакети, що використовуються в екологічних дослідженнях.
2. Назвіть основні особливості відкритого ПЗ.
3. Формат просторових даних в ArcView.