

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ МОДЕЛЕЙ ДАНИХ

© Жежнич П.І., Осика В.О. , 2010

Описано методику розроблення геоінформаційних систем та систем моніторингу екологічної ситуації регіонів. Наведена методика отримання та оброблення даних та оцінки екологічного становища.

Ключові слова: екологічний моніторинг, національна екологічна стратегія, геоінформаційна система, інформаційна система, прикладне програмне забезпечення.

The article offers the approaches to realization the systems of monitoring of ecological and geoinformation systems on the infrastructure and Internet. The methods of receipt and processing of data are offered, for the subsequent estimations of ecological and tourist position

Keywords: geoinformation systems, databases, input errors, metadata.

Вступ

Використання геоінформаційних систем охоплює галузі, предметна область яких потребує отримання інформації про взаємне розташування та форму об'єктів у просторі. Варто назвати такі галузі, як: управління природними ресурсами, екологія, земельні та майнові кадастри, комунікації, сільське господарство, ландшафтне проектування та містобудування. Геоінформаційна система – це інформаційна системи, яка поєднує комплекс функцій, таких як отримання, зберігання, обробка, аналіз, візуалізація територіально-орієнтованої інформації та геопросторових даних. Зауважимо, що у межах ГІС провадяться дослідження не тільки над отриманою географічною інформацією, а і над усіма процесами та явищами на земній поверхні, економіці та суспільстві[3]. Основними ознаками ГІС слід вважати:

- просторово-координатну прив'язку даних[1];
- відображення просторово-часових зв'язків об'єктів;
- можливість оперативного оновлення баз даних;
- створення нової інформації за допомогою аналізу та синтезу наявних даних;
- візуалізація синтезованої інформації;
- аналіз та прийняття рішень.

Географічні інформаційні системи накопичують, зберігають та оперують інформацією про реальний світ в багатшаровому вигляді відповідно до тематичних класифікацій, котрі об'єднані на основі просторових даних та значень сукупностей параметрів фізичних властивостей [2]. Здатність ГІС вести пошук у базах даних, приєднувати власні бази, здійснювати просторові запити, безперервно нагромаджувати та коректувати наявні просторові й атрибутивні дані, моделювати ситуації дасть змогу державним та комерційним структурам зекономити значні кошти. Сучасні геоінформаційні системи володіють достатньо широким комплексом можливостей, але з розвитком технологій та технічних засобів завжди є потреба вдосконалювати та ускладнювати системи, ускладнюючи розрахунки, збільшуючи кількість операцій на одиницю часу, отримуючи тим самим більшу точність та достовірність результатів. Більшість сучасних ГІС здійснюють комплексну обробку інформації, використовуючи такі функції, як: введення і редагування даних, підтримка моделей просторових даних, зберігання інформації перетворення систем координат і трансформація

картографічних проєкцій, растрово-векторні операції, вимірювальні операції, полігональні операції, операції просторового аналізу, різні види просторового моделювання, цифрове моделювання рельєфу та аналіз поверхонь, виведення результатів у різних формах.

Виклад основного матеріалу

ГІС-системи розробляються з метою вирішення наукових і прикладних завдань з моніторингу екологічних ситуацій, раціонального використання природних ресурсів, а також для інфраструктурного проєктування, міського та регіонального планування, для вживання оперативних заходів в умовах надзвичайних ситуацій.

Безліч завдань, що виникають у житті, привели до створення різних ГІС, які можуть класифікуватися за різними ознаками, насамперед за функціональними можливостями, тобто набором функцій, завдяки яким можливо вирішувати певні проблеми, виконувати розрахунки:

- повнофункціональні ГІС загального призначення;
- спеціалізовані ГІС, орієнтовані на розв'язання конкретної задачі будь-якої предметної області;
- інформаційно-довідкові системи для домашнього та інформаційно-довідкового користування.

Функціональні можливості ГІС визначаються також архітектурним принципом їх побудови і вони можуть бути або закритими, або відкритими. Закриті системи не мають можливостей розширення, вони здатні виконувати тільки той набір функцій, який чітко визначений на момент виконання. Відкриті системи відрізняються легкістю пристосування, можливостями розширення, тому що можуть бути побудовані самим користувачем за допомогою спеціальних засобів, вбудованих мов програмування. Наступним критерієм класифікації ГІС є просторове охоплення і, своєю чергою, вони поділяються на:

- глобальні (планетарні);
- загальнонаціональні;
- регіональні;
- локальні (зокрема муніципальні).

Також кожен ГІС можна класифікувати за проблемно-тематичною орієнтацією. Своєю чергою, вони можуть бути: загальногеографічними, екологічними, галузевими (водних ресурсів, лісокористування, геологічні, туризму тощо).

Сучасні геоінформаційні системи мають достатньо складну структуру, розглядаються як комплекс апаратного, програмного та інформаційного забезпечення.

Технічне забезпечення – це комплекс апаратних засобів, що застосовуються при функціонуванні ГІС: робоча станція або персональний комп'ютер (ПК), пристрої введення-виведення інформації, пристрої обробки і зберігання даних, засоби телекомунікації. Робоча станція або ПК є ядром будь-якої інформаційної системи і призначені для управління роботою ГІС та виконання процесів обробки даних, оснований на обчислювальних або логічних операціях. Сучасні ГІС здатні оперативно обробляти величезні масиви інформації і візуалізувати результати.

Введення даних реалізується за допомогою різних технічних засобів і методів: безпосередньо з клавіатури, за допомогою дигітайзера або сканера, через зовнішні комп'ютерні системи. Просторові дані можуть бути отримані електронними геодезичними приладами, безпосередньо за допомогою дигітайзера і сканера, чи за результатами обробки знімків на аналітичних фотограмметричних приладах або цифрових фотограмметричних станціях. Пристрої для обробки та зберігання даних сконцентровані в системному блоці, в який входить центральний процесор, оперативна пам'ять, зовнішні запам'ятовуючі пристрої і користувальницький інтерфейс. Пристрої виводу даних повинні забезпечувати наочне подання результатів, передовсім на моніторі, а також у вигляді графічних оригіналів, одержуваних на принтері або плотері (графобудівнику), крім того, обов'язкова реалізація експорту даних у зовнішні системи.

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

забезпечення ГІС охоплює базові та прикладні програмні засоби. До базових програмних засобів належать: операційні системи (ОС), програмні середовища, мережеве програмне забезпечення і системи управління базами даних. Операційні системи призначені для управління ресурсами електронно-обчислювальної техніки і процесами, які використовують ці ресурси. Будь-яка ГІС працює з даними двох типів даних – просторовими й атрибутивними. Для їх ведення програмне забезпечення повинно містити систему управління базами тих та інших даних (СУБД), а також модулі управління засобами введення і виведення даних, систему візуалізації даних і модулі для виконання просторового аналізу. Прикладні програмні засоби призначені для розв'язання спеціалізованих задач у конкретній предметній області й реалізуються у вигляді окремих програм і утиліт.

Інформаційне забезпечення – це сукупність масивів інформації, систем кодування і класифікації інформації. Інформаційне забезпечення – це реалізовані рішення за видами, обсягами, розміщенням і формами організації інформації, зокрема пошук і оцінка джерел даних, набір методів введення даних, проектування баз даних, їх ведення та метасупровід. Особливість зберігання просторових даних у ГІС – їх поділ на шари. Багат шарова організація електронної карти, за наявності гнучкого механізму управління шарами, дає змогу об'єднати і відобразити набагато більшу кількість інформації, ніж на звичайній карті. Дані про просторове положення певних об'єктів, географічні дані й пов'язані з ними табличні дані можуть готуватися самим користувачем або створюватись у процесі перетворення та синтезу додаткових шарів. Для такого обміну даними важлива інфраструктура просторових даних.

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

Сукупність цифрових даних про просторові об'єкти утворює безліч просторових даних і становить зміст баз даних. База даних (БД) – сукупність даних, організованих за певними правилами, що встановлює загальні принципи опису, зберігання і маніпулювання даними. Створення БД і звернення до неї за запитами геоінформаційних систем здійснюється за допомогою системи управління базами даних (СУБД). Логічна структура елементів бази даних визначається вибраною моделлю БД. Найпоширенішими моделями БД є ієрархічні, мережеві та реляційні та об'єктно-орієнтовані.

Ієрархічні моделі мають деревоподібну структуру, в цьому випадку кожен запис пов'язаний тільки з одним записом, що міститься на вищому рівні. Така система добре ілюструється системою класифікації рослин і тварин. Прикладом може також слугувати структура зберігання інформації на дисках ПК. Головне поняття такої моделі – рівень. Кількість рівнів та їхній склад залежить від прийнятої при створенні БД класифікації. Доступ до будь-якого з цих записів здійснюється проходом по суворо визначеному ланцюжку вузлів. При такій структурі легко здійснювати пошук потрібних даних, але якщо спочатку опис неповний або не передбачено будь-якого критерію пошуку, то він стає неможливим. Для досить простих завдань така система ефективна, але вона практично непридатна для використання у складних системах з оперативною обробкою запитів.

Мережеві моделі були покликані усунути деякі з недоліків ієрархічних моделей. У мережевій моделі кожен запис у кожному вузлі мережі може бути пов'язаний з декількома іншими вузлами. Записи, що входять до складу мережевої структури, містять в собі покажчики, що визначають місце розташування інших записів, пов'язаних з ними. Така модель дає змогу прискорити доступ до даних, але зміна структури бази потребує значних зусиль і часу. Реляційні моделі збирають дані в уніфіковані таблиці. Таблиці присвоюється унікальне ім'я усередині БД. Кожен стовпець – це поле, що має ім'я, що відповідає атрибуту, що міститься в ньому. Кожен рядок у таблиці відповідає запису в файлі. Те саме поле може бути в декількох таблицях. Оскільки рядки в таблиці не упорядковані, визначається один або декілька стовпців, значення яких однозначно ідентифікують кожний рядок. Такий стовпець називається первинним ключем. Взаємозв'язок таблиць підтримується зовнішніми ключами. Маніпулювання даними здійснюється за допомогою операцій,

що породжують таблиці. Користувач може легко заносити в базу нові дані, комбінувати таблиці, вибираючи окремі поля та записи, і формувати нові таблиці для відображення на екрані.

Об'єктно-орієнтовані моделі застосовують, якщо геометрія певного об'єкта здатна охоплювати кілька шарів, атрибути таких об'єктів можуть успадковуватися, для їх обробки використовують специфічні методи. Для обробки даних, розміщених у таблицях, необхідні додаткові відомості про дані, їх називають метаданими. Метадані – дані про дані: каталоги, довідники, реєстри та інші форми опису наборів цифрових даних.

Основне призначення геоінформаційної системи – це насамперед систематизація та управління накопиченими даними щодо роботи з територіально-орієнтованою інформацією. Для такої систематизації потрібно чітко виділити атрибути цільових об'єктів, за якими вони класифікуватимуться та вирізнятимуться з-поміж інших: географічне положення, розміри тощо. Зазначимо, що дані у межах однієї ГІС повинні мати зв'язки між собою задля моделювання реальної картини в кінцевому результаті. Оскільки основні завдання системи – це візуалізація сукупності даних у вигляді електронних карт, зв'язків, об'єктів зміна візуальних та фізичних характеристик залежно від зміни значень атрибутів, а також масштабування як одна із основних функцій у картографії [4]. Геоінформаційна система має бути гнучкою та багатofункціональною, оскільки це потрібно задля синтезу та аналізу різних типів територіально-орієнтованої інформації та систем фізичних процесів. Якщо говорити про інформаційні структури, що використовують в ГІС, то це:

- просторові та часові дані;
- фізичні характеристики;
- економічні характеристики.

Усі геопросторові дані мають певний ієрархічний рівні: глобальний та в межах однієї країни (локальний, районний, регіональний та національний) [5]. Глобальний рівень даних є найвищим і пов'язує та систематизує усі дані. На основі просторових даних відбувається формування цифрових карт. З погляду зберігання даних цифрові дані можуть подаватись у двох формах: растровій та векторній. Растрова форма – це масив даних, що описують інформацію про кожен точку та її параметри. На практиці застосовуються при багатoshаровому накладанні растрових карт різного масштабу, що дає ілюзію чіткості.

Растрові моделі використовують у двох випадках. У першому випадку – для зберігання вихідних зображень місцевості. У другому випадку – для зберігання тематичних шарів, коли користувачів цікавлять не окремі просторові об'єкти, а набір точок простору, які мають різні характеристики (висотні відмітки або глибини, вологість ґрунтів тощо), для оперативного аналізу або візуалізації. Існує кілька способів зберігання та адресації значень окремих осередків растра, їх атрибутів, назв шарів і легенд. У разі використання растрових моделей актуальним є питання стиснення растрових даних, для якого розроблено методи групового кодування, блокового кодування, ланцюгового кодування і подання у вигляді квадродерева.

Недоліком растрових карт – великі розміри та необхідність значних апаратних вимог з їх обробки та збереження.

Векторні карти – це сукупність даних, які розраховують за математичними формулами, і які мають відображати об'єкти як просторові моделі, що будуються на основі просторових даних та атрибутів. Векторні карти є гнучкими і можуть вноситись зміни без використання додаткових програмних чи апаратних засобів. Ця форма є економічною з погляду витрат пам'яті, оскільки зберігає не саме зображення, а лише певні дані, за якими програмні модулі інформаційної системи кожний раз відтворюють. Векторна форма практично не впливає на якість зображення і може використовуватись на пристроях при будь-яких роздільних здатностях.

Векторні форми даних зазвичай об'єднують у векторні структури даних. Існує кілька способів об'єднання векторних структур даних у векторну модель даних, що дає змогу досліджувати взаємозв'язки між об'єктами одного шару або між об'єктами різних шарів. Топологічна інформація описується набором вузлів і дуг.

Вузол – це перетин двох або більше дуг, і його номер використовується для посилання на будь-яку дугу, якій він належить. Кожна дуга починається і закінчується або в точці перетину з іншою дугою або у вузлі, що не належить іншим дугам. Дуги утворюються послідовністю відрізків, з'єднаних проміжними точками. У цьому випадку кожна лінія має два набори чисел: пари координат проміжних точок та номери вузлів. Крім того, кожна дуга має свій ідентифікаційний номер, який використовується для вказівки того, які вузли становлять її початок і кінець. Розроблені й інші модифікації векторних моделей, зокрема, існують спеціальні векторні моделі для подання моделей поверхонь.

Здебільшого такі карти використовують для відображення в двох вимірах. Зауважимо, що растрові та векторні карти можуть поєднуватись для відображення реальної та достовірної інформації про географічні об'єкти. Таку методику можна застосовувати при візуалізації об'єктів у трьох вимірах при накладанні текстур, побудови карти висот на основі інтерполяції або апроксимації тощо.

Досить часто для ефективної реалізації одних комп'ютерних операцій використовують векторний формат, а для інших растровий. Тому в деяких системах реалізуються можливості маніпулювання та конвертування даних в той чи в інший формат, тобто створюються функції для перетворення векторних даних на растрові, і навпаки, растрового формату даних на векторний формат даних.

Головним інструментарієм для відображення є математичні векторні та матричні перетворення. З погляду візуалізації основними завданнями з побудови, відображення та маніпуляції 3д об'єктів, що входять до бази даних ГІС, є:

- обертання;
- масштабування;
- переміщення.

У тривимірному відображенні, як і для двовимірних карт, обертання при відображенні карт є важливим та зручним елементом. Для двовимірних координат для обертання точки $A(X;Y)$ на кут α необхідно використовувати таку формулу:

$$x' = x * \cos(\alpha) - y * \sin(\alpha) \quad (1)$$

$$y' = x * \sin(\alpha) + y * \cos(\alpha) \quad (2)$$

де x – початкова координата точки A по осі X ; y – початкова координата точки A по осі Y ; α – кут повороту.

У результаті отримаємо точку $A(x';y')$, що матиме координати повороту на кут α . Для 3х вимірного зображення необхідно використовувати матричні перетворення. Розглянемо нормальний вектор b , координати якого мають три складові x, y, z . Оскільки тривимірна сцена вимагає масштабування, то вектор b виглядатиме як $b(X, Y, Z, W)$, де W – масштаб. Для визначення результуючого значення координат X, Y, Z потрібно розрахувати матрицю для кожної з координат. Відповідно для повороту вектора b на кут α необхідно:

$$X(\alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 \\ 0 & -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

матриця обертання навколо осі Ox ,

де X – координата після повороту на кут α ;

$$Y(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & 0 & -\sin(\alpha) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

матриця обертання навколо осі Oy ,

де Y – координата після повороту на кут α ;

$$Z(a) = \begin{pmatrix} \cos(a) & \sin(a) & 0 & 0 \\ -\sin(a) & \cos(a) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

матриця обертання навколо осі Oz,

де Z – координата після повороту на кут α .

Для масштабування об'єкта (вектора чи точки) потрібно використовувати матрицю масштабування:

$$S = \begin{pmatrix} x_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & y_0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & z_0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

де x_0 масштабування у x_0 разів по осі Ox; в y_0 разів по осі Oy, в z_0 раз по осі Oz.

Для того щоб виконати переміщення по карті чи перемістити точку x_0, y_0, z_0 , потрібно помножити вектор чи точку на транзитивну матрицю:

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x_0 & y_0 & z_0 & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

де x_0, y_0, z_0 – значення зміни відносно початкових координат.

Відповідно отримаємо нову точку $b' (x_1+ x_0, y_1+ y_0, z_1+ z_0, w)$, яка буде результатом переміщення точки b .

Отже, для прикладу на основі вищезазначеного та в поєднанні растрових зображень карт висот та фотознімків можливо відтворювати детальний ландшафт та об'єкти, а це, своєю чергою, дасть основи та можливість для моделювання фізичних процесів: рух повітряних мас, водних потоків. Моделювання таких процесів допоможе відтворити можливий розвиток подій для:

- передбачення екозагроз для певних регіонів: повеней, ураганів, землетрусів, виверження вулканів;
- визначення небезпечних природних факторів у містобудуванні;
- оцінка проблем під час побудови комунікацій (проходження сигналів тощо).

Свою чергою, враховуючи усі ці фактори, можна стверджувати про визначення економічного аспекту питань [4]: вартість завданих збитків, витрати на вдосконалення інфраструктури, моделювання об'єктів та процесів задля економії коштів.

Побудова об'єктів відбувається у декілька шарів, тобто є багат шаровою. Шар – це сукупність однотипних просторових об'єктів, що класифікуються за певними ознаками в певних географічно-територіальних межах та в системі координат, що є спільними для усіх шарів [7]. Під час створення ГІС велике значення надається вибору базових шарів, які надалі використовуватимуться для суміщення та узгодження всіх даних.

Якщо конкретизувати терміни “дані”, “інформація”, “знання”, стосовно до оперування ними в інформаційній системі, можна відзначити, що, маючи багато спільного, ці поняття розрізняються за своєю суттю. Під даними розуміють сукупність фактів, відомих про об'єкти, або результати вимірювання цих об'єктів. Дані, що використовуються в ГІС, відрізняються високим ступенем формалізації. Дані – це ніби будівельний елемент у процесі створення інформації, оскільки її отримують у процесі обробки даних. Стосовно до ГІС під інформацією розуміють сукупність відомостей, що визначають міру наших знань про об'єкт. У такому контексті знання можна розглядати як результат інтерпретації інформації. Найзагальніше визначення: знання –

результат пізнання дійсності, що отримав підтвердження на практиці. Наукове знання відрізняється своєю систематичністю, обґрунтованістю і високим ступенем структуризації. Інформаційні системи можна розглядати як ефективний інструмент отримання знань.

Відмінності між термінами “дані”, “інформація” і “знання” простежуються в історії розвитку технічних систем. Так, спочатку з’явилися банки даних, пізніше інформаційні системи, потім системи, основані на знаннях – інтелектуальні системи (експертні системи). Нині на ринку програмних продуктів представлено декілька видів систем, що працюють з просторово розподіленою інформацією, до них, зокрема, належать системи автоматизованого проектування, автоматизованого картографування і ГІС. ГІС порівняно з іншими автоматизованими системами володіють розвиненими засобами аналізу просторових даних.

До базової належить інформація, яка звичайно відображається на стандартних топографічних картах відповідного масштабу. Як правило, це такі дані:

- математичні елементи, враховуючи ті з них, що належать до планової і висотної основ;
- рельєф суші;
- гідрографія і гідрографічні споруди;
- населені пункти;
- промислові, сільськогосподарські та соціально-культурні об’єкти;
- дорожня мережа і дорожні споруди;
- рослинність і ґрунти;
- адміністративний устрій, окремі природні явища та об’єкти.

Варто зауважити що, крім основних шарів, можна моделювати додаткові (штучні) на основі отриманих даних [8]. Такі шари математично розраховують та будують на підставі декількох шарів.

ГІС можуть містити додаткові дані, що потребують просторової прив’язки на локальному рівні, і є специфічними у межах окремої системи, такі як:

- фізичні особи або окремі сім’ї;
- організації (підприємства, заклади, установи);
- природні об’єкти (річки, озера, зсуви, печери, підземні води тощо);
- архітектурні та історичні пам’ятки;
- туристичні маршрути;
- різноманітні тематичні об’єкти, (наприклад, родовища корисних копалин, ареали ендемічних рослин, геологічні пам’ятки, об’єкти заповідного фонду, сільгоспугіддя тощо);
- інші об’єкти, які для ГІС є елементарними.

Уся інформація отримується та опрацьовується із компетентних джерел, що має тісну прив’язку та відношення до предметної області, до яких слід зарахувати:

- Картографічні матеріали (топографічні та загальногеографічні карти, карти адміністративно-територіального поділу, кадастрові плани тощо). Відомості, отримані з карт, мають територіальну прив’язку, тому їх зручно використовувати як один із базових шарів ГІС. Якщо немає цифрових карт на досліджувану територію, то графічні оригінали карт перетворюються в цифровий вигляд. Зазначимо, що однією із найскладніших задач є перетворення двовимірних зображень карт на тривимірні.

- Дані дистанційного зондування (ДДЗ) все ширше використовують для формування баз даних ГІС. До ДДЗ, передусім, належать матеріали, одержувані з космічних носіїв. Для дистанційного зондування застосовують різноманітні технології отримання зображень і передавання їх на Землю, носії знімальної апаратури (космічні апарати та супутники) розміщують на різних орбітах, оснащують різною апаратурою. Завдяки цьому отримують знімки, що відрізняються різним рівнем оглядовості та детальності відображення об’єктів природного середовища в різних діапазонах спектра (видимий і ближній інфрачервоний, теплової інфрачервоний і радіодіапазон). Все це зумовлює широкий спектр екологічних завдань, що вирішуються із застосуванням ДДЗ. До методів дистанційного зондування належать і аеро- й

наземні зйомки та інші неконтактні методи, наприклад, гідроакустичні зйомки рельєфу морського дна. Матеріали таких зйомок забезпечують отримання як кількісної, так і якісної інформації про різні об'єкти природного середовища.

- В матеріали польових вишукувань територій входять дані топографічних, інженерно-геодезичних вишукувань, кадастрової зйомки, геодезичні вимірювання природних об'єктів нівелірами, теодолітами, електронними тахеометрами, GPS-приймачами, а також результати обстеження територій із застосуванням геоботанічних та інших методів, наприклад, дослідження з переміщення тварин, аналіз ґрунтів.

- Статистичні дані містять дані державних статистичних служб щодо різних галузей народного господарства, а також дані стаціонарних вимірювальних постів спостережень (гідрологічні та метеорологічні дані, відомості про забруднення навколишнього середовища тощо).

- Літературні дані (довідкові видання, книги, монографії та статті, що містять різноманітні відомості за окремими типами географічних об'єктів).

Зазначимо, що можливість використовувати дистанційне зондування землі передовсім – це космічна зйомка, що дасть можливість корегувати географічні та топологічні карти, отримуючи дані через GPS-приймачі [9]. Зазвичай у геоінформаційних системах не використовуються дані тільки із одного із джерел, а поєднуються із іншими та здійснюється прив'язка даних.

Отже, вже на локальному рівні ГІС-технології мають забезпечити точну прив'язку даних, оцінку їх геометричних характеристик (для площинних та лінійних об'єктів) та поточний стан.

Також є певна кількість технічних засобів, які мають бути використані під час отримання та введення даних. Відповідно до використовуваних технічних засобів розрізняють два способи введення даних: дигіталізацію і векторизацію. Для ручного введення просторових даних застосовується дигітайзер. Він складається з планшета з електронною сіткою, до якого приєднано пристрій, що називають курсором. Курсор являє собою подобу графічного маніпулятора – миші, має візир, нанесений на прозору пластинку, за допомогою якого оператор виконує точне наведення на окремі елементи карти. На курсорі поміщені кнопки, які дають змогу фіксувати початок і кінець лінії або межі області, кількість кнопок залежить від рівня складності дигітайзера. Дигітайзери бувають різних форматів і забезпечують розрізнення 0,03 мм із загальною точністю 0,08 мм на відстані 1,5 м. Існують автоматизовані дигітайзери, щоб забезпечити автоматичне відстеження ліній.

Найбільшого поширення для введення даних набули сканери. Вони дають змогу вводити растрове зображення карти в комп'ютер. Існують різні типи сканерів, які розрізняються: за способом подавання вихідного матеріалу (планшетні та протяжні (барабанного типу); за способом зчитування інформації (працюють на провіт або на відображення); за радіометричним розрізненням або глибиною кольору; по оптичному (або геометричному) розрізненню. Остання характеристика визначається мінімальним розміром елемента зображення, який розрізняє сканер. Процес цифрування растрового зображення на екрані комп'ютера називають векторизацією. Існують три способи векторизації: ручний, інтерактивний і автоматичний. При ручній векторизації оператор обводить мишею на зображенні кожен об'єкт, при інтерактивній – частина операцій виконується автоматично. Так, наприклад, при векторизації горизонталей досить задати початкову точку і напрямок відстеження ліній, далі векторизатор сам відстежить цю лінію доти, доки на його шляху не виникнуть невизначені ситуації, типу розриву лінії. Можливості інтерактивної векторизації прямо пов'язані з якістю початкового матеріалу і складністю карти. Автоматична векторизація передбачає безпосереднє переведення з растрового формату у векторний за допомогою спеціальних програм, з подальшим редагуванням. Воно необхідне, оскільки навіть найточніша програма може неправильно розпізнати об'єкт, для прикладу, прийнявши символ за групу точок.

Залежно від рівня ієрархії збільшується кількість інформації. Для прикладу, обсяг інформації для малого населеного пункту буде меншим, ніж для міста. Тому треба враховувати ці характеристики і специфіку місцевості під час побудови апаратної структури.

Висновки

Отже, створена геоінформаційної системи має стати ефективним засобом для підвищення оперативності та якості прийняття рішень у сфері управління екологічною безпекою регіонів та картографічного забезпечення науково-дослідних робіт, природоохоронної діяльності та освіти. Основні завдання, які вирішуються з використанням ГІС, – це забезпечення ефективності економічного розвитку регіону, створення та ведення кадастрів природних ресурсів та нерухомості, здійснення екологічного моніторингу та природоохоронних заходів, запобігання та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечення містобудівної діяльності, управління транспортом, житлово-комунальним господарством, сферою послуг, рекреаційно-туристичним комплексом, енергетикою, земельними ресурсами, сільським господарством, водними та лісовими ресурсами, мінерально-сировинною базою.

1. *Информатизация космического землезнания* / Под ред. О.И. Калашикова, Л.В. Сивай. – К.: Наукова думка, 2001 – 606 с. 2. Красовский Г.Я, Петросов В.А. *Информационные технологии космического мониторинга водных экосистем и прогнозу водоспожivanja міст*. – К.: Наукова думка, 2003. – 224 с. 3. Крета Д.Л., Перминова С.Ю. *Особенности синтеза системы картографического обеспечения управления экологической безопасностью в Херсонской области* // Ученые записки Таврического нац. университета. – Симферополь, 2007. – Т.20 (59), №1. – С.90–97. 4. *Постанова Кабінету Міністрів України № 1198 від 3 серпня 1998 року “Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру”*. 5. *Постанова Кабінету Міністрів України № 2303 від 16 грудня 1999 року “Про створення урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій”*. 5. Абрамов И.Б., Луцик А.В. *Изменения гидродинамических и гидрохимических условий под воздействием полигонов твердых бытовых отходов на территориях распространения золово-делювиальных лессовидных отложений* // *Екологія довкілля і безпека життєдіяльності*. – К.: Знання, 2007. – № 1. – С.10. 6. Яковлев Є.О. *Геохімічні та екзогенні геологічні процеси як фактор техногенної перебудови геологічного середовища України в ХХІ сторіччі (теоретично-методичні аспекти)* // *Актуальні проблеми геології України*. 7. *Наукова конференція професорсько-викладацького складу геологічного факультету КНУ ім. Т.Г. Шевченка, 16–17 травня 2000 р.: Матеріали доп.* – Київ, 2000. – 4 с. 8. Волошкіна О.С., Перминова С.Ю. Романенко Г.М. *До питання розрахунку міграції забруднюючих речовин в межах зон санітарної охорони підземних водозаборів* // *Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки*. – К.: ІПНБ, 2007. – № 16. – С.69–83.