

## **ФУНКЦІОНАЛЬНІ ТА СТРУКТУРНІ ВИМОГИ ДО ПОБУДОВИ СУЧАСНИХ ГЕОГРАФІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

© Жежнич П.І., Осика В.О., 2011

**Описано способи організації геоінформаційних систем та сучасні вимоги до проектування їх структури.**

**Ключові слова:** структура ГІС, мережі геоданих, геоінформаційна система, інформаційна система, прикладне програмне забезпечення.

**This article describes the methods of structure creation of geographic information systems and modern requirements for the design of their structure.**

**Key words:** the structure of GIS, geographics data network, geographic information system, information system, application software.

### **Вступ. Постановка проблеми**

Географічна інформаційна система (ГІС) – це система для управління географічною інформацією, її аналізу і відображення. Географічна інформація може надаватися у вигляді серій наборів географічних даних, які моделюють географічне середовище за допомогою простих узагальнених структур даних. ГІС включає набори інструментальних засобів для роботи з географічними даними.

Здатність ГІС вести пошук у базах даних, приєднувати власні бази, здійснювати просторові запити, безперервно нагромаджувати та коректувати наявні просторові й атрибутивні дані, моделювати ситуації заощадить час і кошти державних та комерційних структур.

### **Формування цілей статті**

Однією із основних цілей статті є визначення основних вимог до побудови геоінформаційних систем, а також їх структурна характеристика, доцільність використання сучасних технологій та методи формування даних, визначення призначення ГІС та перспектива розширення можливостей на основі геообробки.

### **Зв'язок висвітленої проблеми із важливими науковими та практичними завданнями**

Нині можна отримувати доступ до геоданих, не тільки зібраних класичними методами, а і за допомогою супутникового моніторингу. Цей спосіб уможливорює чітку просторову прив'язку до них через систему глобального позиціонування. Оскільки за багато років зібрано велику кількість інформації за допомогою різних джерел та способів, постає проблема та необхідність створення методів та засобів для перетворення даних та їх уніфікації. Також, враховуючи постійний розвиток технологій, виникає потреба постійно вдосконалювати структуру та функціональність ГІС-систем.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Сучасні геоінформаційні системи володіють достатньо широким комплексом можливостей, але з постійним розвитком технологій та зростанням вимог до інформаційних комплексів завжди є потреба вдосконалювати та ускладнювати геоінформаційні системи, тим самим 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: 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, подання результатів у різних формах, а також багато різних специфічних, залежно від призначення системи, функцій моделювання. Визначення максимального переліку вимог до геоінформаційної системи сьогодні є одним із найважливіших кроків у моделюванні таких систем.

### Виділення проблем

Під час розроблення геоінформаційної системи одним із основних питань є вибір методики та способу зберігання та обробки даних. При створенні моделі даних, тобто способу цифрового опису просторових об'єктів, слід врахувати усі вхідні та вихідні параметри, їх структуру, способи збереження, методи збору та обробки даних тощо. Вибір способу організації даних ГІС має величезне значення, оскільки безпосередньо визначає функціональні можливості створюваної ГІС, а також придатність тих чи інших технологій отримання, введення даних.

Від вибору моделі даних залежить як просторова точність представлення графічної частини інформації, так і можливість отримання якісного картографічного матеріалу і організація контролю карт. Від способу організації даних у ГІС великою мірою залежить також швидкодія системи, наприклад, під час виконання обчислень, отримання або перетворення даних та візуалізації на екрані.

### Основний матеріал

Зазвичай усі дані розмежовані та утворюють свого роду рівні. Загалом усі рівні представлення даних утворюють ієрархію, яку можна класифікувати та виділити як окремі частини ГІС, що зображено на рис. 1.

Модель даних [1], у нашому випадку є загальною концепцією організації даних у геоінформаційній системі, які являють собою створені та готові до відображення та перетворення на результат дані. До таких даних можна віднести: тематичні шари, окремі об'єкти візуалізації, полігони, статистичні дані, а також будь-який об'єкт із тематичних шарів ГІС.

Рівень зв'язку даних є проміжним рівнем між сховищем і моделлю даних, відповідно і призначений для зв'язку. Зазвичай це матриці перетворення, векторні дані, посилання, списки та інші специфічні для кожної з ГІС способи структурування даних.

Структури даних – це найнижчий рівень, який максимально деталізує модель даних, та уможливає нормалізацію даних. До цього рівня слід віднести структури файлів, баз даних та типи даних.

Елемент кожної моделі даних повинен містити ідентифікатори, атрибути, прив'язку до просторово-часових моделей даних, а також функції перетворення та обробки даних.

Характеризуючи призначення ідентифікатора, зауважимо, що це один із основних параметрів, що бере участь у структуруванні даних. Його призначення – це визначення певних ознак, інформації про об'єкт, яка може динамічно змінюватись, незважаючи на статичність цього об'єкта. Кожний об'єкт має містити власні атрибути, у яких визначаються базові властивості (наприклад: площа, об'єм, маса, швидкість тощо). Оскільки кожний об'єкт може бути як окремим елементом одного із тематичних шарів, так і конкретним шаром, то потрібна чітка прив'язка до простору та часу. Для моделювання складної ГІС недостатньо мати інформацію лише про структуру та позицію об'єкта [2]. Інколи може постати гостра проблема визначення реакції груп об'єктів на певні штучно зсимульовані ситуації. Для цього слід використовувати вбудовані методи поведінки об'єктів, що для кожного із багатьох є специфічними. Для прикладу можна навести змодельований каменепад. Можна уявити кожен із каменів як багатогранну фугуру. Кожна грань опуклого багатогранника може бути основою, якщо його поставити на горизонтальну поверхню. У правильного багатогранника центр ваги розташований всередині, так що він стійкий, якщо поставити його на будь-яку грань. Неправильні багатогранники можуть бути нестійкі, якщо встановлені на деякі грані, тобто якщо їх поставити паралельно до основи, вони будуть перевертатися, а отже, неможливо



Рис. 1. Спосіб організації даних у ГІС

застосовувати ті самі правила для складних фігур. Використання вбудованих методів поведінки дасть максимально чіткі результати при симуляції складних процесів. Завдяки вбудованим методам можна також спростити симуляцію процесів всередині ГІС, розглядаючи її як одну із функцій ГІС.

Одним із основних завдань моделювання ГІС слід вважати можливість об'єднання різноманітних моделей даних [3], структур у інші, створюючи тим самим інший тип або модель даних. Створена модель даних може бути двох видів: кінцева та проміжна. Проміжний тип даних призначений для тимчасового утримання цих даних та подальшого формування іншої моделі даних. Відповідна кінцева модель даних – це модель, що отримана в результаті розрахунків і може бути використана для візуалізації окремих тематичних шарів об'єктів тощо. Відповідно до кожного із типів даних, інформацію слід зберігати роздільно, дотримуючись чіткої ізоляції рівнів, щоб запобігти отриманню хибних результатів.

Географічна інформаційна система має зберігати передовсім базові дані та дані, специфічні для конкретної ГІС. Усі дані зберігаються у базах даних, що можливо умовно розділити на такі типи:

а) база геоданих – це просторова база даних, що містить набори даних, які відображають географічну інформацію у контексті загальної моделі даних ГІС. До цих даних слід віднести векторні об'єкти, векторні зображення, растри, топологію, мережі, тривимірні об'єкти, а також усі об'єкти, що входять до складу тематичних шарів і є однією зі складових моделі даних;

б) база геовізуалізації – це набір інтелектуальних карт й інших видів, які показують просторові об'єкти та функціональну взаємодію між об'єктами на земній поверхні. У цій базі можуть бути побудовані різні види карт і можуть використовуватися як "вікна в базу даних" [4] для підтримки запитів, аналізу та редагування інформації;

в) тип геообробки ГІС – це набір інструментів для одержання нових наборів географічних даних з наявних наборів даних. Функції просторових даних отримують інформацію з наборів даних, застосовують до них аналітичні функції і записують одержані результати в нові похідні набори даних. Прикладом може бути специфічний тематичний шар, для створення якого було відібрано дані інших тематичних шарів.

Якщо розглянути сучасні, уже створені ГІС, то, для прикладу, в програмному забезпеченні ESRI® ArcGIS® ці три види ГІС представлені каталогом (ГІС як колекція наборів геоданих), картою (ГІС як інтелектуальний картографічний вид) і набором інструментів (ГІС як набір інструментів для обробки просторових даних). Всі вони є невід'ємними складовими повноцінної ГІС і більшою чи меншою мірою використовуються у всіх ГІС-додатках.

Якщо комплексно розглядати ГІС як одне ціле, то це особливий тип бази даних про навколишній світ – географічна база даних (база геоданих), основою якої є структурована база даних, яка описує світ у географічному, економічному та інших аспектах.

Створюючи дизайн бази геоданих ГІС, визначають, як відобразатимуться різні просторові об'єкти. Наприклад, земельні ділянки зазвичай представляються як полігони, вулиці – як центральні лінії, свердловини – як точки тощо. Ці об'єкти групують у класи об'єктів, в яких кожен набір має єдине географічне відображення.

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

- впорядковані набори векторних об'єктів (набори точок, ліній та полігонів);
- набори растрових даних, такі як цифрові моделі рельєфу або зображення;
- просторові мережі;
- топографія місцевості та інші поверхні;
- набори даних геодезичного знімання;
- інші типи даних, такі як адреси, назви місць, картографічна інформація та будь-яка інша інформація, необхідна для певного тематичного шару.

Крім географічних уявлень, набори даних ГІС містить традиційні табличні атрибути, що описують географічні об'єкти. Багато таблиць можуть бути пов'язані з географічними об'єктами по загальних полях (їх зазвичай називають ключовими). Подібні табличні набори інформації (рис. 2) та відношення (взаємозв'язки) відіграють ключову роль у моделях даних ГІС, аналогічну тій, яку вони виконують у традиційних, при положеннях, що працюють з базами даних. Розглянемо приклад простої структури даних про територію і власників.

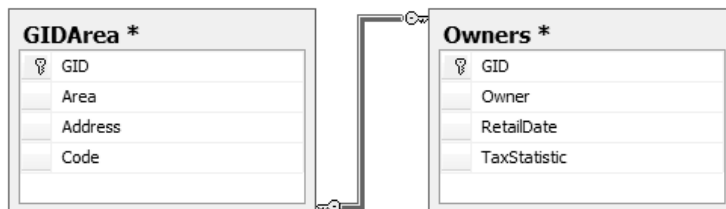


Рис. 2. Приклад зв'язку між територіальною одиницею та власником

На рис. 2 наведено таблиці: GIDArea містить інформацію про територіальні одиниці, та, відповідно, таблиця Owners про їх власників. Відповідно до табл. 1, 2 кожен власник має лише одну ділянку і містить зв'язок один до одного.

Таблиця 1

**Таблиця просторових об'єктів,  
що містить інформацію про територію**

PIN	Area	Address	Code	Price
1341	123	San Aveniu St. 34	SFE	1341
4325	432	San Aveniu St. 34	REE	4325
243	434	San Aveniu St. 34	YER	243
4344	5455	San Aveniu St. 34	RET	4344
344	543	San Aveniu St. 34	YYT	344

Таблиця 2

**Дані про власників та дата укладання договору  
про купівлю**

PIN	Owner	Retail Date	Tax
1341	James Broun 5	2011-10-10	3444,4000
4325	James Broun 1	2011-10-10	344,5300
243	James Broun 2	2011-10-10	543555,650
4344	James Broun 3	2011-10-10	435435,330

Просторові відношення, такі як топології та мережі, є дуже важливими частинами бази даних геоінформаційної системи.

Топологія застосовується для контролю над спільними кордонами між просторовими об'єктами, для визначення і виконання правил цілісності даних, а також для підтримки топологічних запитів та навігації (наприклад, щоб визначити суміжність і зв'язність об'єктів). Топологія також використовується для розширеного редагування та побудови просторових об'єктів на основі неструктурованих геометричних даних (наприклад, для побудови полігонів з ліній).

Мережі утворюють граф пов'язаних між собою ГІС-об'єктів, за яким можна переміщатися. Це важливо для моделювання маршрутів і навігації в таких сферах діяльності, як транспортна, трубопровідна, інженерних комунікацій, гідрології і в багатьох інших прикладних задачах, пов'язаних з мережами.

ГІС організовує просторові дані всередині тематичних шарів, оскільки набори даних у ГІС пов'язані географічно, їм приписані реальні місця розташування і вони накладаються один на одного.

У ГІС однорідні набори географічних об'єктів зібрано в категорії. Це земельні ділянки, свердловини, будівлі та споруди, ортофотоснімки і растрові цифрові моделі рельєфу (ЦМР, DEM) [5]. Чітко визначені набори геоданих критично важливі для геоінформаційної системи, а поняття тематичного набору інформації важливе для концепції набору даних ГІС.

Набори даних можуть представляти:

- первинні "сирі" виміри (наприклад: зображення та дані із супутників), скомпільовані й інтерпретовані в інформацію;
- дані, отримані в ході виконання операцій геообробки з метою їх аналізу або моделювання нових даних.

Багатопросторові відносини між шарами легко визначають на основі їх загального географічного положення.

ГІС керує простими шарами даних як класами дочірніх ГІС-об'єктів і використовує багатий набір інструментів під час роботи з шарами даних для виявлення багатьох ключових відносин. Ці відносини регулюють надходження та обмін інформацією між шарами та визначення основних положень з їх моделювання.

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

- простими у використанні та легкими для розуміння;
- сумісними з іншими наборами географічних даних;
- ефективно скомпільованими й оцінюваними;
- забезпечені зрозумілою документацією з наповненням, описом, порядком використання та конкретним призначенням.

У будь-якій базі даних ГІС або файловій базі будуть жорстко дотримані ці загальні принципи і концепції. Для будь-якої ГІС необхідний механізм опису географічних даних в цьому контексті, а також широкий набір інструментів для використання і управління цією інформацією.

Одним із основних інструментів та призначенням ГІС є візуалізація даних. Геовізуалізація – це спосіб відображення оброблених або синтезованих геоданих, що виконує роботу з картами та іншими видами географічної інформації, зокрема з інтерактивними картами, 3D-сценами, підсумковими діаграмами, таблицями, видами даних з показниками з прив'язкою до часу, схематичними видами мережевих відносин.

ГІС містить інтерактивні та інші види карт, що оперують наборами географічних даних. Карти – це потужний модельний образ для визначення та стандартизації того, як люди використовують географічну інформацію і взаємодіють з нею. Інтерактивні карти надають основний користувацький інтерфейс для більшості ГІС-додатків. Вони доступні на багатьох рівнях: від карт для бездротових мобільних клієнтів до Web-карт у браузерях і карт у потужних настільних ГІС-додатках.

Карты у ГІС багато в чому схожі на статичні паперові карти, але вони інтерактивні, тобто з ними можна взаємодіяти. Інтерактивну карту можна зменшувати і збільшувати, причому за певних масштабів деякі шари на карті можуть з'являтися або зникати. Сучасні геоінформаційні системи під час масштабування карт виконують деталізацію залежно від масштабу перегляду. Зазвичай такий метод використовується для растрових карт, коли не потрібно одразу відображати великі масиви інформації, а лише стиснену діляку, що буде майже ідентичною за зовнішнім виглядом із оригіналом та не міститиме непомітних мілких деталей, що є дуже помітними під час оцінки навантаження на апаратну частину ГІС. При відтворенні максимального масштабу таких сегментів карти завантажуватиметься точніша інформація із бази даних, що дасть можливість заощадити час та ресурси при візуалізації. Також завдяки деталізації можливо уточнювати інформацію на певних тематичних шарах, тим самим отримавши точнішу інформацію. За великої кількості об'єктів можна застосовувати умовні знаки для відображення шарів карти на основі будь-якого вибраного набору

атрибутів. Наприклад, кольорова шкала умовних позначень для земельних ділянок може ґрунтуватися на типах їх зонування, а розміри точкових значків для позначення свердловин можуть бути пов'язані з їх обсягом вироблення. Вибравши такий географічний об'єкт на інтерактивній карті, можна отримати про нього додаткову інформацію, будувати просторові запити і виконувати аналіз. Відповідно визначивши межі пошуку, можна знайти всі магазини певного типу недалеко від шкіл (наприклад, в радіусі 200 м) або усі заболочені ділянки на відстані до 500 м від вибраних доріг [6]. Крім того, багато користувачів ГІС за допомогою інтерактивних карт здійснюють редагування даних і створюють просторові уявлення об'єктів.

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

Крім карт, у базах даних ГІС використовують інші інтерактивні види, такі як тимчасові дані, глобуси та схематичні креслення. Саме через інтерактивні карти користувачі ГІС виконують більшість стандартних завдань: як простих, так і ускладнених. Ці карти – основна робоча форма в ГІС, що забезпечує доступ до географічної інформації для працівників організації.

Розробники часто вбудовують карти в користувацький інтерфейс програми і багато користувачів публікують в Інтернеті Web-карти, призначені для використання в ГІС. Зазначимо, що із прогресивним розвитком технологій Silverlight, Flash, AJAX можливо швидко отримувати доступ до геоданих та візуалізувати їх із будь-якої точки Землі через зв'язок із глобальною мережею Internet. Це величезна перевага, оскільки користувач не лише отримує інформацію, а може виконати роль компетентної особи, доповнюючи тим самим інформаційну базу даних ГІС, завдяки публікації зібраної самостійно інформації, яку надалі можна отримувати та використовувати.

Але призначення ГІС – не лише операції зі статичними даними, але і синтез власних динамічних даних. Як приклад можна розглянути віртуально відвищений рівень опадів у певному регіоні, для перевірки міцності та надійності захисних дамб на прилеглих річках, тим самим запобігаючи екозагрозам. Для таких оцінок потрібно використовувати не лише програмну частину, а й апаратну у вигляді датчиків, сенсорів тощо.

Моделюючи тематичні шари на основі показників, отриманих під час дистанційного зондування, можна проаналізувати ситуації у регіонах. Такі тематичні шари можуть відображати інформацію у різний момент часу, оскільки мають просторово-часову прив'язку даних, що дасть можливість, аналізуючи дані за певні періоди, прогнозувати ситуації.

Одним із типів візуальної інформації, що може відобразитись як окремий шар, є схематичний малюнок. Схематичні малюнки – це векторні дані, що об'єднані у сукупність посилань та містять велику кількість атрибутів та методів поведінки. Зазвичай такі тематичні шари слід використовувати для моделювання або показу трубопровідного транспорту, оцінювання втрат на окремих ділянках та моделювання можливих заходів з ліквідації загроз в аварійних ситуаціях. Схематичні малюнки використовують, наприклад, для показу газових мереж.

У таких малюнках відображають інформацію, зокрема ту, що стосується різних часових зрізів, які фіксуються як "події". У чітко змодельованих системах можливо передбачати події та вдосконалювати системи, моделюючи певні поліпшення та оцінюючи їх ефективність.

Деякі з ГІС представлені колекцією наборів географічних даних і операторів (інструментами), застосовуваних до цих наборів даних. Набори географічних даних можуть являти собою первинні виміри (наприклад, супутникові знімки), інтерактивну і скомпільовану аналітиками інформацію (наприклад, дороги, споруди або типи ґрунтів) або інформацію, отриману з інших джерел за допомогою додаткового аналізу або моделювання. Найчастіше для введення даних використовують сканери. Вони дають змогу вводити растрове зображення карти в комп'ютер. Існують різні типи сканерів, які розрізняються: за способом подання вихідного матеріалу (планшетні і протяжні (барабанного типу); за способом зчитування інформації (працюють на просвіт або на відображення); за радіометричним розрізненням або глибиною кольору; за оптичним (або геомет-

ричним) розрізненням. Остання характеристика визначається мінімальним розміром елемента зображення, який різниться сканером. Процес цифрування растрового зображення на екрані комп'ютера називають векторизацією.

Є 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 не зустріне невизначених ситуацій, наприклад, розриву лінії. Можливості інтерактивної векторизації прямо пов'язані з якістю початкового матеріалу і складністю карти. Автоматична векторизація передбачає безпосередній переклад 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, розпізнавши символ як групу точок. Геообробка даних пов'язана із застосуванням інструментів і процедур, які використовують для генерування вироблених наборів даних.

ГІС пропонує багатий вибір інструментів для обробки просторової інформації. Ці інструменти призначені для роботи з інформаційними об'єктами ГІС: наборами даних, полями атрибутів та картографічними елементами для виведення карт на друк. У сукупності складні команди та об'єкти даних формують основу розвинутого середовища обробки географічних даних. Зазвичай дані є основою формування нових даних, які отримують через додаткові функції (1)

$$\text{Data} + F(x) = \text{Data}_n, \quad (1)$$

де Data – існуючі дані; F(x) – функція обробки даних; Data<sub>n</sub> – нові дані.

Інструменти ГІС є будівельними блоками для виконання багатокрокових операцій. Інструменти перетворення застосовують операції до вже наявної інформації з метою отримання нових даних. Середовище геообробки використовують у ГІС для послідовного виконання серії таких операцій. Операції, з'єднані в єдиний ланцюжок, формують модель процесу обробки даних. Така єдина послідовність виконання операцій потрібна в ГІС для автоматизації виконання багатократних завдань геообробки. Створення і застосування подібних процедур і називається геообробкою даних.

Геообробка використовується для моделювання процесів передачі даних з однієї структури в іншу з метою виконання багатьох стандартних задач ГІС – наприклад, для імпорту даних з різних форматів, інтегрування цих даних в ГІС, для стандартних процедур перевірки якості імпортованих даних. Можливість автоматизації та повторного виконання таких робочих процесів є перевагою ГІС. Вона широко застосовується у численних ГІС-додатках і сценаріях роботи з даними.

Механізм, який використано для побудови робочих потоків при геообробці, повинен виконувати ряд команд в певній послідовності. Користувачі геоінформаційних систем мають мати змогу створювати графічні процеси за допомогою інтерфейсів, що відповідають за візуалізацію.

Однією із достатньо складних вимог до таких інтерфейсів у геоінформаційній системі є можливість інтеграції скриптів, що побудовані на певній, специфічній у межах однієї ГІС мові. Також користувачі повинні мати можливість писати власні скрипти за допомогою таких інструментів програмування, як Python, VBScript і JavaScript.

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

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

Геообробка – це ключове середовище для моделювання та аналізу геоданих. За допомогою цього середовища можна синтезувати дані, які неможливо отримати із тих чи інших джерел.

До звичайних програм для моделювання належать:

- моделі стійкості та придатності, прогнозування та оцінки альтернативних сценаріїв;
- інтеграція зовнішніх моделей;
- поширення і спільне використання моделей.

Із використанням глобальної мережі уможлиблюється інтеграція великої кількості зовнішніх моделей, які доступні на багатьох відкритих ресурсах і можуть зекономити час при розробленні власних.

Управління потоками географічних даних критично важливе для всіх ГІС-додатків. Користувачі ГІС застосовують функції геообробки для переміщення даних із бази даних, для публікації даних у різних форматах, наприклад, профайлах GML (Geographic Markup Language) [7], для об'єднання подібних наборів даних, модернізації схем баз даних ГІС, а також для виконання пакетної обробки вмісту баз даних.

Під час управління ГІС-інформацією використовується багато концепцій та характеристик стандартної архітектури інформаційних технологій, які добре працюють у централізованій корпоративній комп'ютерній мережі. Наприклад, набори даних ГІС можуть управлятися в реляційних базах даних, як і інша корпоративна інформація. Для оперування даними, що зберігаються у системі управління базами даних (СКБД), використовується сучасна логіка взаємодії додатків, зокрема і для WEB. Подібно до інших корпоративних інформаційних систем, робота яких основана на транзакціях, ГІС широко використовуються для постійної зміни та оновлення баз географічних даних. Але технологія ГІС має важливі особливості. Розвинені інструменти геообробки використовують для отримання різномасштабних картографічних представлень об'єктів, виконання генералізації даних, автоматизації більшості робочих процесів забезпечення та контролю якості (QA / QC) друку під час створення картографічної продукції.

ГІС-дані, як правило, мають значний обсяг і містять багато великих елементів. Наприклад, простий запит до бази даних для заповнення звичайного комерційного бланка виведе кілька рядів даних, а для створення карти потрібно запросити з бази даних сотні або навіть тисячі записів. Крім того, обсяг відображуваної векторної або растрової графічної інформації може досягати багатьох мегабайтів. Крім цього, ГІС-даним властиві складні відношення і структури, такі як: транспортні мережі, топографія території і топологія.

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

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

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

Часто істотне оновлення бази даних проводиться поетапно. Наприклад, у додатку до інженерних комунікацій ця робота зазвичай містить такі стадії, як "розробка", "пропозиція", "прийняття", "реконструкція" і "здавання". Цей процес значною мірою циклічний. Ось приклади робочих процесів керування даними в ГІС:

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



- Розподілені географічні бази даних [7]: регіональна база даних може бути частковою копією відповідної частини основної бази даних корпоративної ГІС. Ці бази даних повинні періодично синхронізуватися для обміну внесеними в кожну з них змінами.

Технічне завдання спочатку складають і передають інженеру, потім поступово модифікують у міру реалізації окремих етапів, і нарешті, всі внесені зміни повертаються назад в корпоративну базу даних.

Робочий процес оновлення та передавання даних може тривати дні та місяці. Однак база даних ГІС все одно має залишатися доступною для підтримки щоденної роботи і поточних оновлень, а користувачі повинні мати можливість звертатися до своїх версій та до версії загальної бази даних ГІС.

Розподілена сутність ГІС передбачає широкі можливості для взаємодії між багатьма ГІС-організаціями і системами. Співпраця та спільна робота користувачів дуже важливі для ГІС. ГІС-користувачі давно спираються на взаємовигідну діяльність з обміну даними та їх спільного використання. Реальним відображенням цієї фундаментальної потреби є безперервні зусилля щодо створення ГІС-стандартів. Дотримання галузевих стандартів і загальних принципів побудови ГІС критично важливе для успішного розвитку і широкого впровадження цієї технології. ГІС повинна підтримувати найважливіші стандарти і мати можливість адаптації при появі нових стандартів.

Багато географічних наборів даних можуть компілюватися і керуватися як загальний інформаційний ресурс і спільно використовуватися спільнотою користувачів. До того ж користувачі ГІС мають власне бачення того, як можна здійснювати обмін популярними наборами даних через Web.

Ключові web-сайти, що є порталами каталогів ГІС, надають можливість користувачам як викладати власну інформацію, так і шукати доступну для використання географічну інформацію. У результаті ГІС-системи все більше приєднуються до “Всесвітньої павутини” і отримують нові можливості обміну і використання інформації.

Це бачення вкоренилось у свідомість людей за останнє десятиліття і знайшло відображення в таких поняттях, як Національна інфраструктура просторових даних (NSDI) і Глобальна інфраструктура просторових даних (GSDI) [4]. Ці концепції постійно розвиваються і поступово впроваджуються, причому не тільки на національному та глобальному рівнях, але також на рівні округів і муніципальних утворень. В узагальненому вигляді ці концепції інтегровані в поняття інфраструктури просторових даних (SDI, Spatial Data Infrastructure) [8].

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

Географічне знання від початку є розподіленим і слабкоінтегрованим. Вся необхідна інформація рідко міститься в окремому примірнику бази даних з власною схемою даних. Користувачі ГІС взаємодіють, щоб отримати ті частини ГІС-даних, яких їм бракує. За допомогою ГІС-мереж користувачам простіше налагодити контакти та обмін накопиченими географічними знаннями, а також використати ці дані в інших прикладних проектах.

Нині у більшості географічних інформаційних систем дані шарів і таблиць надходять з різних організацій. Кожна організація розрізняє більш-менш вагомую частину, а не все інформаційне наповнення своєї ГІС. Зазвичай хоча б деякі шари даних надходять із зовнішніх джерел.

## **Висновки**

Використання геоінформаційних систем охоплює галузі, предметна область яких потребує отримання інформації про взаємне розташування та форму об'єктів у просторі. Виокремимо 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. У межах ГІС провадяться дослідження не тільки над отриманою географічною інформацією, а і над усіма процесами та явищами на земній поверхні, економіці та у суспільстві [3]. 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. Потреба в даних є стимулом для користувачів отримувати нові дані найефективнішими і швидкими способами, зокрема будуючи частини баз даних для своїх ГІС на основі даних інших ГІС-користувачів. Отже, управління даними ГІС здійснює декілька користувачів, що породжує мережі геоданих із публічним доступом, який є одним із основних факторів вдосконалення та розвитку ГІС.

1. Інформатизація космічного землезнавства / Під ред. О.І. Калашикова, Л.В. Сивай. – К.: Наукова думка, 2001 – 606 с. 2. Красовский Г.Я. Петросов В.А. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання 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 эолово-делювиальных лессовидных отложений // Екологія довкілля і безпека життєдіяльності. – К.: Знання, 2007. – № 1. – С.10. 6. Яковлев С. 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. Шевченко, 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.