

УДК 528.94

В.В. Путренко

Інститут географії НАН України, м. Київ

ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ГЕОГРАФІЧНИХ БАЗ ДАНИХ

У статті розглянуто основні підходи до організації географічних баз даних. На їх основі розроблена класифікація географічних баз даних, яка є базовою при виборі способів збереження і представлення просторових даних, організації географічних інформаційних систем, інфраструктури просторових даних. Систематизовані основні системи управління географічними базами даних.

Ключові слова: ГІС, база даних, модель даних.

V. Putrenko

APPROACHES TO CLASSIFICATION OF GEOGRAPHIC DATABASES

The article considers the main approaches to geographic databases. On this basis classification of geographic databases, which is the key means of preserving the choice and presentation of spatial data, organization of geographic information systems, spatial data infrastructure have been developed. The main control systems of geographic databases have been systematized.

Key words: GIS, database, model of data.

В.В. Путренко

ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ

В статье рассмотрены основные подходы к организации географических баз данных. На их основе разработана классификация географических баз данных, которая является базовой при выборе способов сохранения и представления пространственных данных, организации географических информационных систем, инфраструктуры пространственных данных. Систематизированы основные системы управления географическими базами данных.

Ключевые слова: ГИС, база данных, модель данных.

Вступ. З розвитком геоінформаційних технологій та геоінформаційного картографування у сферу діяльності професійних географів і картографів увійшов термін «географічна база даних» (ГБД), який є основою для формування автоматизованих систем картографування, геоінформаційних систем різного рівня складності, інфраструктури просторових даних. ГБД ґрунтується на загальній технологічній основі розвитку інформаційних баз даних, але має свої особливості, які пов'язані зі збереженням і моделюванням просторових об'єктів та географічних відносин. Різноманітність функцій і способів моделювання ГБД викликає необхідність у створенні їх класифікації та упорядкуванні за особливостями передачі географічної інформації.

Вихідні передумови. Дослідженням географічних баз даних займалися О.М. Берлянт, А.Д. Іванников, В.С. Тікунов, А.В. Кошкарьов, І.К. Лур'є, О.О. Світличний, Л.Г. Руденко, Т.І. Козаченко [1 – 3; 5 – 7]; вчені далекого зарубіжжя Ш. Шаши, Ч. Санжей, М. ДеМерс та ін. [4, 8]. Але основи наукової класифікації географічних баз даних розроблені у цих роботах оглядово.

Метою статті є висвітлення методологічних основ та прикладних підходів до створення класифікації ГБД. Завданнями нашого дослідження було виокремлення основних видів ГБД, визначення методологічних підходів до створення класифікації, розробка пілотної моделі класифікації ГБД, пропозиції з прикладного застосування ГБД.

Виклад основного матеріалу. Під географічною базою даних розуміємо сукупність даних, організованих за певними правилами, що встанов-

люють загальні принципи описування, зберігання й маніпулювання просторовими даними. Зберігання даних у БД забезпечує централізоване управління, дотримання стандартів, безпеку та цілісність даних, скорочує надмірність і усуває суперечність даних. Основні види ГБД залежать від моделі даних, яка використовується при відтворенні географічних об'єктів. Існує три відображення географічних об'єктів: об'єкт у дійсності, формалізоване відображення об'єкта, об'єкт у базі даних. Залежно від формалізації уявлення об'єкта залежить його форма зберігання у ГБД. На сьогодні виділяються три основні моделі організації БД: ієрархічна, мережева, реляційна (рис.).

У *ієрархічній моделі* записи даних створюють каскадну структуру, кожний запис якої пов'язаний тільки з одним записом більш високого рівня. У цій моделі взаємозв'язок між даними описується відношенням «один до багатьох».

У *мережевих моделях* кожний запис в кожному з вузлів мережі може бути пов'язаний з декількома іншими вузлами. Мережеві моделі використовують відношення «багатьох до багатьох», за якого один об'єкт може мати множину атрибутів, а кожен з них пов'язаний із множиною об'єктів.

Реляційні моделі даних мають табличну структуру: рядки таблиці відповідають одному запису інформації про об'єкт, а стовпчики – поля містять однотипні характеристики всіх об'єктів. Атрибути об'єктів групуються у рядках у вигляді відношень, оскільки кожний рядок зв'язує їх між собою. Подальшим розвитком цієї моделі стала

геореляційна модель, де атрибутивна інформація зберігається в БД в окремих реляційних таблицях. Таким чином, геореляційна модель забезпечує однозначну відповідність графічних об'єктів атрибутивній інформації, яка дозволяє вибирати й аналізувати інформацію, що міститься в БД, як за просторовими, так і за атрибутивними критеріями.

Об'єктно-орієнтована модель є подальшим розвитком технології баз даних ГІС. У цьому випадку вся сукупність даних, що буде зберігатися й оброблятися в БД, подана не у вигляді набору окремих картографічних шарів і таблиць, а у вигляді об'єктів певного класу. Об'єктно-орієнтована модель поряд з геометричною й атрибутивною інформацією зберігає програмний код, що визначає поведінку об'єктів того чи іншого класу при введенні і редагуванні, аналізі або поданні даних [7].

До основних моделей відображення інформації у ГБД відносяться растрове та векторне подання.

Растрова модель даних базується на формалізації просторової інформації за комірками регулярної мережі, що суцільно покриває територію. У кожній комірці цієї мережі інформація відображається одним числом. Найчастіше використовуються комірки квадратної форми, хоча досить широко відомі комірки трикутної і шестикутної форм. Значення комірок можуть представляти як кількісні дані, наприклад, абсолютну висоту або рівень забруднення, так і якісні дані, наприклад, тип землекористування або тип рослинності.

Растр може мати змінну чисельність оптичних каналів. Кожна комірка характеризується декількома показниками значень каналів. Загальним прикладом таких значень є величина відбитого землею поверхнею випромінювання у визначеному

діапазоні спектру електромагнітних хвиль. У геоінформаційних пакетах растр відображається за допомогою растрового шару, який є посиланням на растр із певним методом відображення. Один растр може відображатись декількома растровими шарами з метою аналізу атрибутів або класифікації.

Растровий спосіб формалізації просторових даних має два різновиди: *регулярних мереж* і *власне растровий*.

Під методом регулярних мереж розуміють ручний спосіб оцифрування просторових даних шляхом осереднення або генералізації значень елемента, що цифрується, у кожному квадраті сітки середнього значення висоти земної поверхні, довжини гідрографічної мережі, концентрації забруднювача, переважаючого різновиду ґрунтового покриву тощо, що історично передувало появі автоматичних методів растеризації просторової інформації.

Растровий спосіб формалізації просторових даних полягає у зображенні просторових об'єктів у вигляді мозаїки, що суцільно покриває територію. У растровій моделі просторова інформація кодується у вигляді прямокутної матриці за рядками і стовпцями, розмір якої відповідає розміру вихідного растра. У зв'язку з цим, положення кожного елемента растра в просторі визначається номерами стовпця і рядка, у яких розміщений даний елемент. Растри містять інформацію трьох видів: дані дистанційного зондування Землі, тематичні та зображення.

Дані дистанційного зондування Землі отримали за останні роки широке застосування у географічних дослідженнях. До основних їх видів відносяться аеро- та космічна зйомка із супутників,

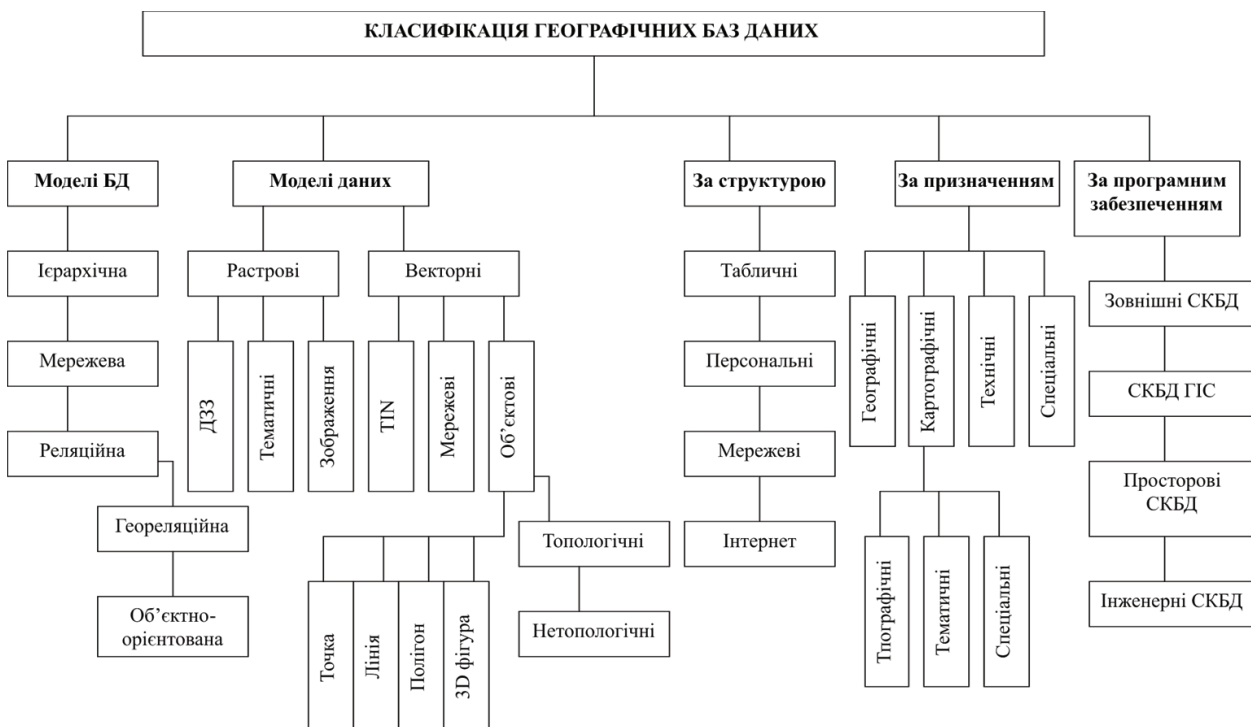


Рис. Підходи до класифікації географічних баз даних

яка характеризується певним набором ознак, серед яких: роздільна здатність, смуга знімання, кількість і спектр каналів знімку, періодичність знімання, можливість стереозйомки, час знімання. Тематичні растри містять значення показника або категорію території. Зазвичай вони зберігаються у вигляді одноканальних растрів з асоційованими атрибутивними даними. Найбільш розповсюдженими тематичними растрами є моделі рельєфу. Растрові зображення відображують додаткову географічну інформацію у вигляді графічних матеріалів: фотографій, креслень, відсканованих картографічних матеріалів.

Векторною моделлю називають спосіб формалізації просторових даних, що ґрунтується на використанні набору елементарних графічних об'єктів, або «графічних примітивів». В основу векторної моделі покладено *точку* – первинний графічний елемент із координатами (x, y) , місце розташування якого відоме з довільно заданою точністю. Дві точки з координатами (x_1, y_1) і (x_2, y_2) формують другий графічний примітив, *лінію* – відрізок прямої, що з'єднує ці точки. Замкнута послідовність ліній, що відокремлює частину поверхні – *полігон*, який є третім із елементарних графічних об'єктів, або графічних примітивів, на яких базується векторна модель просторових даних. Тривимірне моделювання векторних структур формує четверту форму відображення векторних даних у просторі, *тіло* – об'єкт, який описується триплетом координат разом із аплікатою Z та обмежений поверхнями.

Спосіб векторного подання метричних даних із використанням трьох зазначених вище елементарних графічних об'єктів має назву *точкової полігональної структури* векторних даних. Він належить до категорії *нетопологічних* векторних структур даних, які часто називають «спагеті». Цей різновид векторних структур просторових даних відповідає початковому періоду розвитку ГІС-технології, хоча деякі сучасні ГІС-пакети використовують цей формат і далі.

Значного поширення у наш час набули *топологічні векторні структури*, у яких, крім ідентифікаторів об'єктів і координат, кодується також інформація про взаємне розміщення об'єктів [7]. Можна виділити три форми відображення векторних даних: TIN-модель, мережеву модель даних, векторні шари.

Нерегулярна триангуляційна мережа (TIN) використовується для моделювання поверхонь. Перевагою TIN-моделі є зміна щільності даних залежно від характеристик рельєфу. TIN складається із точок з визначеними значеннями. За точками будується мережа трикутників – граней, яка складає безперервну поверхню у тривимірному просторі. Оскільки TIN описує поверхню за допомогою векторних об'єктів (точок, ліній, граней), вона може точно моделювати особливості поверхні за допомогою ліній перегинів, прикладами яких є водотоки, хребти, дороги, де різко змінюється ухил рельєфу.

Мережеві векторні об'єкти застосовуються при моделюванні мереж. Розповсюдженими при-

кладами мереж є річкова, дорожня, водопровідна мережі тощо. Мережі складаються з ребер із вузлами на кінцях. Вузол може бути зв'язаний з одним чи багатьма ребрами. Така система граней і вузлів називається геометричною мережею. Подібна структура відображення даних дуже зручна для аналізу, управління й розрахунків руху в мережі. Це використовується при вирішенні навігаційних завдань на транспорті, коли маршрут розраховується системою за ребрами від одного вузла до іншого. У випадку, коли на кожному ребрі мережі встановлюється значення пропускної здатності, можливо аналізувати потоки речовини та контролювати їх оптимальний розподіл.

Будь-яка група подібних явищ, інформація про які зберігається у БД та які мають однакову форму зберігання і представлення, визначаються як тип об'єктів зі спільними атрибутами. Типи об'єктів групуються у шари (покриття). Векторні об'єкти розбиваються за типами на шари, що складаються із сукупності елементарних графічних об'єктів. При виборі моделі просторових даних слід урахувати ті особливості відображення реальної ситуації, які мають векторні та растрові моделі. ГБД відрізняються за структурою збереження інформації та метою створення. Найбільш простим прикладом ГБД є один шар просторової інформації, який зберігається у вигляді окремої таблиці або растру. Такі шари можуть бути поєднані у проєкті для вирішення обмеженої кількості завдань.

Наступною формою є персональна ГБД. Основна її властивість – логічна закінченість поєднання інформації. Такими моделями є цифрові карти міст або адміністративних областей. Просторові шари в них різносторонньо описують територію з обмеженим екстендом і пов'язані між собою за допомогою унікальних ідентифікаторів. Персональна ГБД може бути реалізована у вигляді сховища географічних даних зі збереженням топологічної цілісності.

Мережеві ГБД дозволяють організувати управління просторовими даними у мережі користувачів. Це дозволяє одночасно працювати багатьом фахівцям над одним набором даних, запобігає зайвому дублюванню даних та помилковому внесенню інформації. Усі учасники мережі можуть скористатись просторовою інформацією та засобами роботи з нею. Мережеві ГБД організуються на основі програмного забезпечення *SpatialWare*, *ArcSDE*.

За останній час широке розповсюдження отримали технології для передачі просторової інформації через Інтернет, які організовані у вигляді геопорталів. ГБД у таких системах зберігаються на інтернет-серверах та використовуються серверним програмним забезпеченням для потреб клієнтів. Останнім етапом розвитку цих систем стала повна інтерактивність взаємодії з користувачем, який може вносити свою просторову інформацію до загальної бази за допомогою інструментів векторизації, що надаються через браузер. Найбільш відомим проєктом у цьому напрямі є карта *OpenStreetMap*.

За призначенням у класифікації можна виділити географічні, картографічні, технічні та спеціальні ГБД. Географічні ГБД мають на меті опис геосистем і географічного середовища та їх елементів. Цим визначається структура ГБД, логічні зв'язки та набір шарів. Картографічні ГБД виконують функцію створення електронних і паперових карт. Основними вимогами до них є відповідність стандартам створення топографічних і загальногеографічних карт, передача всіх властивостей відображення об'єктів на картах. Технічні ГБД використовуються для зберігання інформації про технічні об'єкти і мережі. У більшості випадків об'єктами зберігання у базах стають дорожні шляхи, комунальні мережі або плани окремих підприємств. Спеціальні ГБД створюються з метою моделювання специфічних об'єктів: кристалічні структури, окремі будівлі, технічні пристрої тощо.

За ознакою програмного забезпечення виділяються сховища даних під управлінням зовнішніх систем керування базою даних (СКБД), СКБД геоінформаційного програмного забезпечення, просторові СКБД та інженерні СКБД. До зовнішніх СКБД відносяться переважна більшість існуючих професійних систем, які можуть зберігати атрибутивну інформацію. Кожна повноцінна ГІС має у своєму складі власну СКБД, яка дозволяє оперувати як графічними об'єктами, так і їх атрибутивними даними. Останнім часом розвивається новий клас

програмного забезпечення – просторові СКБД, які дозволяють зберігати геометричну і атрибутивну інформацію у єдиному сховищі даних. Найбільш відомою із просторових СКБД є *Oracle Spatial*.

ГБД стали основою для створення інфраструктури просторових даних. Мережеві та Інтернет ГБД дозволяють налагодити розподілений доступ до базових наборів просторових даних.

Висновки. Географічні бази даних створили основу для накопичення і моделювання просторової інформації. Залежно від потреб можна класифікувати ГБД за такими ознаками: моделі БД, моделі даних у БД, структура, призначення, програмне забезпечення БД. Найбільше розповсюдження отримали геореляційні моделі ГБД. За моделями даних виділяється клас растрових і векторних даних. Модель відображення даних залежить від особливостей об'єкта, потреб моделювання і відображення. Наявність сформованих ГБД як основи для сучасного геоінформаційного картографування та розвитку інфраструктури просторових даних визначає загальний рівень розвитку інформаційного, управлінського та картографічного забезпечення в державі. **Перспективи** подальших пошуків полягають у дослідженнях ГБД, які пов'язані з визначенням загальних моделей та закономірностей їх створення для потреб геосистемного аналізу в географії та картографії.

**Рецензент — доктор географічних наук
Г.О. Пархоменко**

Література:

1. Берлянт А.М. Картографія / А.М. Берлянт. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
2. Геоінформатика / А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 349 с.
3. Геоінформатика: Учеб. для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарєв, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 480 с.
4. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы: Пер. с англ. – М.: Дата+, 1999. – 491 с.
5. Козаченко Т.І. Картографічне моделювання: Навч. посіб. / Т.І. Козаченко, Г.О. Пархоменко, А.М. Молочко. – Вінниця: Антекс-У ЛТД, 1999. – 320 с.
6. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование / И.К. Лурье. – М.: КДУ, 2010. – 424 с.
7. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основы геоинформатики: Навч. посіб. / За заг. ред. О.О. Світличного. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.
8. Шаши Ш., Санжей Ч. Основы пространственных баз данных / Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 336 с.

УДК 349.41.072.2

В.І. Ремінний

Головне управління Держкомзему у Харківській області

Ю.В. Роганін

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

НОВІТНЕ В ДЕРЖАВНОМУ КОНТРОЛІ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ І ОХОРОНОЮ ЗЕМЕЛЬ

Проведено аналіз змін і доповнень у Земельному кодексі України та інших нормативних законодавчих актах, а також розглянуті проблеми застосування до порушників земельного законодавства заходів впливу відповідно до Кодексу України про адміністративні правопорушення та Кримінального кодексу України.

Ключові слова: Державна інспекція сільського господарства України, порушення земельного законодавства, проект землеустрою.