

ЛЕКЦІЯ 9. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ТУРИЗМІ

1. Поняття ГІС

ГІС - це сучасна комп'ютерна технологія для картування і аналізу об'єктів реального світу, також подій, які відбуваються на нашій планеті. Ця технологія об'єднує традиційні операції роботи з базами даних, такими як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації та географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі задач, пов'язаних з аналізом та прогнозом явищ і подій довкілля, з осмисленням і виділенням головних факторів и причин, а також їх можливих наслідків.



ГІС об'єднує традиційні операції при роботі з базами даних – запит і статистичний аналіз – з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ця особливість дає унікальні можливості для застосування ГІС в розв'язуванні широкого спектру задач, пов'язаних з аналізом явищ і подій, прогнозуванням їх імовірних наслідків, плануванням стратегічних рішень. Ще в 70-80 роки ХХ століття радянські географи – І.П. Герасимов, Ю.Г. Саушкін, С.Б. Лаврів, В.С. Преображенський звернули увагу на зростання суспільної і наукової значимості географії і географічного підходу при вирішенні різних господарських завдань територіального планування, раціонального використання природних ресурсів, природоохоронної діяльності.

Географія, географічна інформація, просторовий аналіз виявилися необхідними для вирішення багатьох прикладних завдань і проблем сучасного постіндустріального світового співтовариства.

Нові завдання сприяли виникненню і залученню нових методів і технічних засобів, що відповідають виклику часу. І такі методи й засоби знайшлися. Наприкінці ХХ століття математика, астрономія, фізика і хімія, через інформатику, вищу геодезію, електроніку, прикладну космонавтику, озброїли географів новими технічними і методичними засобами швидкого одержання, збереження, переробки, аналізу і передачі величезного обсягу територіально розподіленої інформації.

Саме на цій базі дуже швидко розвивається останнім часом нова галузь нашої древньої науки - геоінформатика. **Суть геоінформатики та ГІС**

Геоінформатика – наука, що поєднує теорію, методи і традиції класичної картографії і географії з можливостями й апаратом прикладної математики, інформатики і комп'ютерної техніки. Вона з'єднала в собі вирішення необхідних прикладних завдань з можливостями людини, обчислювальної машини і програмних засобів, що обробляють просторову інформацію і передають її споживачам на екран монітора, друкувальний пристрій чи на канали зв'язку.

Так спочатку зародилися цифрова картографія й автоматизоване картографування, доповнені згодом іншими численними функціями і можливостями, що в комплексі стало основою ГІС.

Сьогодні ГІС поширені в усьому світі і швидко розростаються і вдосконалюються. Обсяги продажів ГІС-продуктів, ГІС-технологій, та ГІС-послуг щорічно збільшуються на 20-30% і досягають декількох мільярдів доларів США на рік.

Географічна інформаційна система (ГІС) – сучасна комп'ютерна технологія для картографування і аналізу об'єктів реального світу, явищ та подій, які відбуваються або прогнозуються. Геоінформаційні системи найприродніше відображують просторові дані.

Дані в геоінформаційних системах зберігаються у вигляді набору тематичних шарів, які об'єднані на основі їх географічного положення. Цей гнучкий підхід та можливість геоінформаційних систем працювати як з векторними, так і з растровими моделями даних, є ефективним при розв'язуванні задач, які стосуються просторової інформації.

Геоінформаційні системи тісно зв'язані з іншими інформаційними системами і використовують їх дані для аналізу об'єктів.

ГІС характеризують:

- розвинуті аналітичні функції;
- можливість керувати великими обсягами даних;
- інструменти для введення, обробки та відображення просторових даних.

Ключові переваги геоінформаційних систем

✓ *Зручне для користувача відображення просторових даних*

Картографування просторових даних, в тому числі в трьохвимірному вимірі, є найзручнішим для сприйняття, що спрощує побудову запитів та їх наступний аналіз.

✓ *Інтеграція даних всередині організації*

Геоінформаційні системи об'єднують дані, накопичені в різних підрозділах компанії чи навіть в різних галузях діяльності організацій цілого регіону. Колективне використання накопичених даних та їх інтеграція в єдиний інформаційний масив надає істотні конкурентні переваги і збільшує ефективність експлуатації геоінформаційних систем.

✓ *Прийняття обґрунтованих рішень*



Фотограмметрична станція «Дельта»

Автоматизація процесу аналізу і побудови звітів про будь-які явища, зв'язані з просторовими даними, допомагає прискорити і підвищити ефективність процедури прийняття рішень.

✓ *Зручний засіб для створення карт*

Геоінформаційні системи оптимізують процес розшифровки даних космічних та аерозйомок і використовують вже створені плани місцевості, схеми, креслення. ГІС істотно економлять часові ресурси, автоматизуючи процес роботи з картами, і створюють трьохвимірні моделі місцевості.

Складові геоінформаційних систем

- *апаратні засоби*
- *програмне забезпечення*

Програмно забезпечення ГІС містить функції і інструменти, необхідні для збереження, аналізу і візуалізації географічної (просторової) інформації.

- *дані*

Дані можуть бути представлені у вигляді готових карт з необхідними тематичними шарами, або у вигляді знімків космічної і аерофотозйомки тощо.

Операції, які здійснюються ГІС

• введення даних

В геоінформаційних системах автоматизовано процес створення цифрових карт, що кардинально скорочує терміни технологічного циклу.

• управління даними

Геоінформаційні системи зберігають просторові і атрибутивні дані для їх подальшого аналізу та обробки.

• запити і аналіз даних

Геоінформаційні системи виконують запити про властивості об'єктів, розташованих на карті, і автоматизують процес складного аналізу, порівнюючи значну кількість параметрів для отримання відомостей чи прогнозування явищ.

• візуалізація даних

Зручне представлення даних безпосередньо впливає на якість і швидкість їх аналізу. Просторові дані в геоінформаційних системах представляються у вигляді інтерактивних карт. Звіти про стан об'єктів можуть бути побудовані у вигляді графіків, діаграм, трьохвимірних зображень.

Галузеве використання ГІС

На сьогоднішній день у світі розроблені і використовуються сотні різноманітних ГІС-пакетів, а на їхній базі створені десятки тисяч ГІС-систем. ГІС була створена в першу чергу для географії і під географію, однак зараз на Заході ГІС використовується у величезному числі управлінських структур, у різних фірмах, на підприємствах, у військових відомствах, у наукових і освітніх закладах.

ГІС-системи і ГІС-технології знайшли дуже широке застосування в різноманітних сферах і напрямках територіальної діяльності:

Можливості геоінформаційних систем можуть бути задіяні в різноманітних галузях діяльності. Наведемо деякі приклади використання ГІС:

адміністративно-територіальне управління

- міське планування і проектування об'єктів;
- ведення кадастрів інженерних комунікацій, земельного, містобудівного, зелених насаджень;
- прогноз надзвичайних ситуацій техногенно-екологічного характеру;
- управління транспортними потоками і маршрутами міського транспорту;
- побудова мереж екологічного моніторингу;
- інженерно-геологічне районування міста.

телекомунікації

- транковий і стільниковий зв'язок, традиційні мережі;
- стратегічне планування телекомунікаційних мереж;
- вибір оптимального розташування антен, ретрансляторів тощо;
- визначення маршрутів прокладки кабелю;
- моніторинг стану мереж;
- оперативне диспетчерське управління. *інженерні комунікації*
- оцінка потреб в мережах водопостачання і каналізації;
- моделювання наслідків стихійних лих для систем інженерних комунікацій;
- проектування інженерних мереж;
- моніторинг стану інженерних мереж і запобігання аварійним ситуаціям.

транспорт

- автомобільний, залізничний, водний, трубопровідний, авіатранспорт;
- управління транспортною інфраструктурою і її розвитком;
- управління парком рухомих засобів і логістика;
- управління рухом, оптимізація маршрутів і аналіз вантажопотоків.

нафтогазовий комплекс

- геологорозвідка і польові пошукові роботи;
- моніторинг технологічних режимів роботи нафто- і газопроводів;
- проектування магістральних трубопроводів;
- моделювання і аналіз наслідків аварійних ситуацій.

силові відомства

- служби швидкого реагування, збройні сили, міліція, пожежні служби;
- планування рятувальних операцій і охоронних заходів;
- моделювання надзвичайних ситуацій;
- стратегічне і тактичне планування військових операцій;
- навігація служб швидкого реагування і інших силових відомств.

екологія

- оцінка і моніторинг стану природного середовища;
- моделювання екологічних катастроф і аналіз їх наслідків;
- планування природоохоронних заходів. *лісове господарство*
- стратегічне управління лісовим господарством;
- управління лісозаготівлями, планування підходів до лісу і проектування доріг; □ ведення лісних кадастрів. *сільське господарство*
- планування обробки сільськогосподарських угідь; □ облік землевласників і орних земель;
- оптимізація транспортування сільськогосподарських продуктів і мінеральних добрив.

Цим переліком не вичерпується все коло напрямків діяльності, що відчують стійкий інтерес до ГІС і геоінформаційних технологій. ГІС потрібна практично скрізь, де використовується територіально розподілена інформація і є необхідність територіального аналізу, територіальної оцінки і територіального прогнозу.

Джерела даних та їх типи

Серед джерел даних, які широко використовують в геоінформації, найчастіше це картографічні, статистичні та аерокосмічні матеріали. Рідше використовують дані спеціальних польових досліджень та зйомок, а також текстові джерела. Використання географічних карт як джерел вхідних даних для формування тематичних структур баз даних є зручним та ефективним з ряду причин. Дані, отримані з карт, мають такі переваги:

- ✓ мають чітку територіальну прив'язку,
- ✓ в них немає пропусків, “білих плям” в межах зображуваної території,
- ✓ вони влюбій своїй формі придатні для запису на машинні носії інформації.

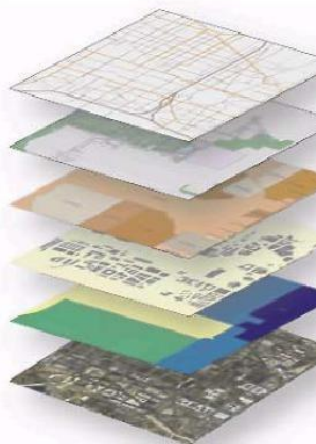
ГІС та картографія

Карта – одне із найважливіших джерел масових даних для формування позиційної і змістової частини баз даних ГІС у вигляді цифрових карт-основ, які створюють єдину основу для позиціонування об'єктів, і набору тематичних шарів даних, сукупність яких створює загальну інформаційну основу ГІС. Пошарове представлення просторових об'єктів має прямі аналогії з поелементним розподілом тематичного та загальногеографічного змісту карт.

Шар (Map Layer) – покриття, яке розглядається в контексті його змістовної визначеності (рослинність, рельєф, адміністративний поділ тощо) чи його статусу в середовищі редактора (активний шар, пасивний шар).

Шар, як правило, є однорідним не тільки за тематикою, але і за типами об'єктів (точкові, лінійні, полігональні, растрові).

Багато процедур обробки і аналізу даних в ГІС базуються на методичному апараті, раніше розробленому в надрах окремих



Принцип нашарування тематичної інформації у ГІС

галузей картографії. До них належать операції трансформації картографічних проєкцій та інші операції на еліпсоїді, які спираються на теорію і практику математичної картографії і теорії картографічних проєкцій, операції обчислювальної математики, які дають можливість здійснювати розрахунок площ, периметрів, показників форм геометричних об'єктів, що не мають аналогів в карто- і морфометрії.

Структура і класифікація

Обов'язковими елементами більш менш повного визначення ГІС слід вважати вказівку на «просторовість», операційно-функціональні можливості та прикладну орієнтацію систем.

Вважається, маючи на увазі ГІС професійно-географічної направленості, що просторовість є необхідною умовою для кваліфікації певної інформаційної системи як географічної (наприклад, автоматизовані радіонавігаційні системи, хоч і оперують просторово визначеними даними, до географічних інформаційних систем не належать). Основою для відокремлення «географічних» від «негеографічних» інформаційних систем не може служити і зміст даних, які збирають: ідентичні за своїм змістом бази даних можуть обслуговувати зовсім відмінні (в тому числі чисто географічні і явно негеографічні) додатки. Навпаки, системи різного цільового призначення вимушені акумулювати однакові дані. Наприклад, база даних з цифровим представленням рельєфу використовується для автоматизованого викреслювання ізогіпсів на топографічній карті (топографічна картографія), розрахунку та картографування морфометричних показників (геоморфологія і тематична картографія), пошуку оптимальних трас шосейних доріг чи інших комунікацій (інженерні пошуки та проектування).

ГІС зберігає інформацію про реальний світ у вигляді набору тематичних шарів, які об'єднані на основі географічного положення. Цей простий, але дуже гнучкий підхід довів свою цінність при розв'язуванні різноманітних реальних задач: для слідкування за пересуванням транспортних засобів і матеріалів, детального відображення реальної обстановки та запланованих заходів, моделювання глобальної циркуляції атмосфери.

Будь яка географічна інформація містить дані про просторове положення, чи то прив'язка до географічних чи інших координат, чи посилання на адресу, поштовий індекс, виборчий округ чи округ перепису населення, ідентифікатор земельної чи лісової ділянки, назва дороги і т.п. При використанні подібних посилань для автоматичного визначення місцезнаходження об'єкта (об'єктів) застосовується процедура, яка називається геокодуванням. За її допомогою можна швидко визначити і подивитись на карті, де знаходиться об'єкт чи явище, яке нас цікавить, таке як будинок, в котрому проживає ваш знайомий чи знаходиться потрібна вам організація, де відбувся землетрус чи повінь, за яким маршрутом простіше і швидше можна дістатися до потрібного вам пункту чи будинку.

Проте, завдання ГІС виходять далеко за межі картографії, роблячи їх основою для інтеграції приватних географічних та інших (геологічних, ґрунтових, економічних тощо) наук при комплексних системних геонаукових дослідженнях.

Набір функціональних компонентів інформаційних систем кадастрового призначення повинен містити ефективний та швидкодіючий інтерфейс, засоби автоматизованого введення даних, адаптовану для розв'язування відповідних задач систему управління базами даних, широкий набір засобів аналізу, а також засобів генерації зображень, візуалізації та виведення картографічних документів.

Описова інформація організовується в базу даних, окремі таблиці зв'язуються між собою через ключові поля, для них можуть бути визначені індекси, відношення тощо. Крім того, в ГІС описова інформація зв'язується з просторовими даними. Відмінність ГІС від стандартних систем управління базами даних (dBASE, Access і т.п.) полягає як раз в тому, що ГІС дає можливість працювати з просторовими даними.

Просторові дані в ГІС представляються у двох основних формах - векторній і растровій. Векторна модель даних базується на представленні карти у вигляді точок, ліній і плоских замкнутих фігур. Растрова модель даних базується на представленні карти з допомогою регулярної сітки однакових за формою і площею елементів. Відмінності між цими моделями даних пояснюються рисунком

На цьому рисунку показано як об'єкти місцевості – озеро, річка, ліс, поле і т.п. відображаються з допомогою векторної моделі – лініями і полігонами, а також як вони ж відображаються з допомогою растрової моделі – по-різному розфарбованими квадратиками. В нижній частині рисунка показано відображення озера і річки в іншій проекції. Тут видно, що растрова модель даних це набір однакових за величиною, але по різному розфарбованих, квадратиків. В векторній моделі даних озеро зображено пофарбованим багатокутником, який в ARC/INFO називається полігоном (polygon), а річка ламаною лінією, яка називається дугою (arc). Початок і кінець цієї ламаної лінії називаються вузлами (node).

Застосування ГІС

На верхньому рівні класифікації всі інформаційні системи розподіляються на просторові і непросторові. ГІС, відповідно, відносяться до просторових, діляться на тематичні (наприклад, соціально-економічні) і земельні (кадастрові, лісові, інвентаризаційні та інші). Існує розподіл за територіальним охопленням (загальнонаціональні і регіональні ГІС); за метою (багатоцільові, спеціалізовані, в тому числі інформаційно-довідкові, інвентаризаційні, для нужд планування, управління); за тематичною орієнтацією (загальногеографічні, галузеві, в тому числі водних ресурсів, використання земель, лісокористування, туризму, рекреацій тощо).

Одним із основних джерел даних для ГІС є матеріали дистанційного зондування. Вони об'єднують всі типи даних, які отримують з носіїв космічного (пілотовані орбітальні станції, кораблі багаторазового використання типу «ШАТТЛ», автономні супутникові знімальні системи і т.п.) та авіаційного базування (літаки, гелікоптери та мікроавіаційні радіокеровані апарати) і складають значну частину дистанційних даних (remotely sensed data) як антонім контактних (перш за все наземних) видів зйомок, способів отримання даних вимірювальними системами в умовах фізичного контакту з об'єктами зйомки. До неконтактних (дистанційних) методів зйомки окрім аерокосмічних відносяться різноманітні вимірювальні системи морського (надводного) и наземного базування, включаючи, наприклад, фототеодолітну зйомку, сейсмо-, електро-, магніторозвідку та інші методи геофізичного зондування надр, гідроакустичні зйомки рельєфу морського дна з допомогою гідролокаторів бокового огляду, інші способи, засновані на реєстрації власного чи відбитого сигналу хвильової природи.

Геоінформаційні системи є важливим інструментом збору та планування географічних об'єктів. Світові ГІС можна досить чітко розбити на три основні категорії:

- Потужні повнофункціональні ГІС на основі робочих станцій на UNIX-системах та RISCпроцесорах.
- ГІС середньої потужності (чи ГІС з редукованими можливостями) класу MAPINFO на PC- платформі.
- Програми, які побудовані за принципом ГІС та мають малі потреби в ресурсах ЕОМ.

Останнім часом в середовищі ГІС широко використовуються портативні приймачі даних про координати об'єктів з глобальної системи навігації (позиціонування) GPS, які дають можливість отримувати планові і висотні координати з точністю від кількох метрів до кількох міліметрів, що у поєднанні з портативними персональними ЕОМ та спеціалізованим програмним забезпеченням обробки даних з системи GPS дозволяє використовувати їх для польових зйомок в умовах необхідності їх надоперативного виконання (наприклад, при ліквідації наслідків стихійних лих та техногенних катастроф).

Мінімальний набір критеріїв, які дозволяють ідентифікувати кожен конкретну геоінформаційну систему, створює “систему координат” трьохвимірного простору, осями якого є: територіальне охоплення і пов'язаний з ним функціональний масштаб (чи просторовий розв'язок), предметна галузь інформаційного моделювання та проблемна орієнтація. Однією із галузей застосування технології ГІС є пошук затонулих кораблів.

Перспективи розвитку ГІС на найближчі роки.

Перший напрямок розвитку ГІС. Гіс-технології об'єднані з даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу, з літаків і будь-яких інших літальних апаратів. Десятки орбітальних систем передають високоточні космічні знімки будь-якої території нашої планети. Сформовані архіви і банки даних цифрових знімків на величезну територію земної

кулі. Вони відносно доступні для споживача (оперативний пошук, замовлення й одержання по системі Інтернет), що дає можливість проведення зйомок будь-якої території за бажанням споживача, з наступною обробкою й аналізом фотографій із космосу за допомогою різних програмних засобів, інтегрованих з ГІС-пакетами і ГІСсистемами.

Другий напрямок розвитку ГІС - спільне і широке використання даних високоточного глобального розташування того чи іншого об'єкта отриманих за допомогою систем GPS (США) чи ГЛОССНАС (Росія). Ці системи, особливо GPS, уже зараз широко використовуються в морській навігації, повітроплаванні, геодезії, військовій справі й інших галузях людської діяльності.

Третій напрямок розвитку ГІС пов'язаний із розвитком системи телекомунікацій, у першу чергу міжнародної мережі Інтернет і масовим використанням глобальних міжнародних інформаційних ресурсів.

2. Структура та архітектури ГІС

З розвитком ГІС і накопиченням в них великих об'ємів картографічних та предметних даних виникає необхідність в обміні інформацією між системами, які створювались на різних ГІС-платформах. Традиційні ГІС мали гібридну архітектуру за ознакою уніфікації обробки картографічних і атрибутних даних. Для картографічних даних використовувались специфічні для кожної платформи моделі та формати, для атрибутних даних - реляційні СУБД загального призначення. Обмін картографічними даними в таких ГІС виконувався за допомогою конвертації уніфікованих (де-факто або де-юре) форматів експорту/імпорту даних і з часом архітектура традиційних ГІС вступила в протиріччя з магістральним шляхом розвитку глобальних інформаційних мереж та технологій клієнт/сервер. Специфічність картографічної компоненти була також основною причиною значної залежності від платформи програмних засобів просторового аналізу і спеціалізованих мов програмування, використовуваних для розвитку систем.

В 1996-1997 роках в арсеналі ГІС-засобів з'явилися перші інструментальні рішення для побудови відкритих геоінформаційних систем (OpenGIS), які забезпечують:

- інтеграцію з сучасними об'єктно-орієнтованими візуальними засобами розробки програмного забезпечення та інтерфейсу користувача універсального призначення (Visual Basic, C++, Delphi, PowerBuilder тощо);
- динамічну інтеграцію даних з різних джерел;
- інтеграцію з системами автоматизації офісів;
- підтримку обробки геоданих з використанням технології мережі Internet.

Сьогодні компоненти відкритих ГІС є в арсеналі всіх провідних розробників ГІС-технологій. Вони розраховані на платформу Windows з використанням її основних механізмів інтеграції застосувань: об'єктних моделей (COM, DCOM, CORBA), методів інтеграції (OLE і OLE4D&M) і розробки (OLE Automation), інтерфейсу користувача (Windows), методів доступу до баз даних (ODBC), технології візуалізації

(OpenGL, GDI), електронної пошти (MAPI) та доступ до Internet і Web (Internet Services).

Від корпорації Intergraph до відкритих ГІС відносяться компоненти технології Jupiter з її першими представниками GeoMedia та GeoMedia Web Map, від інституту ESRI - MapObjects, Spatial Database Engine (St)t та Arc View Map

Server, від Autodesk - MapGuide та Autodesk World.

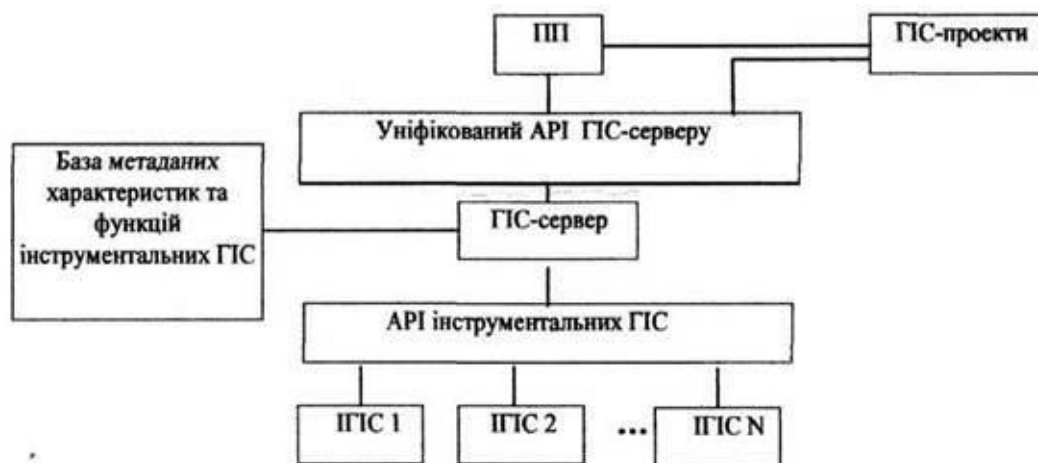
Характерними ознаками продуктів цього класу є:

- підтримка візуалізації не тільки власних графічних форматів, а й форматів конкурентів;
- можливість використання універсальних мов програмування для розробки прикладних програм;
- підтримка роботи з Oracle Spatial Data Option (SDO);
- можливість створення та редагування графічних даних (але знову ж таки в специфічних для кожної фірми форматах).

Поява цих продуктів приводить до перекривання монопольних секторів фірм-виробників ГІС технологій і в значній мірі зменшує ризик інвестицій кінцевих користувачів, але ринок важливих продуктів просторового аналізу залишається залежним від ГІС платформ виробників.

Найбільш перспективними та адекватними концепції відкритих ГІС є технології ГІС з застосуванням концепції SDO, яка дозволяє застосувати єдиний підхід до накопичення та обробки як атрибутних, так і графічних даних на основі єдиної реляційної СУБД, аж до застосування розширень SQL для формування просторових запитів. Застосування технології класу SDO дозволить звести до спільного базису найбільш науковомісткі компоненти ГІС: просторовий аналіз, аналіз мереж, обмін картографічними даними тощо.

Незважаючи на різноманіття функціональних можливостей та механізмів інтеграції відкритих ГІС, проблема забезпечення незалежності прикладних програм від конкретних ГІС-платформ і форматів геоданих залишається актуальною. Одним із шляхів її подолання є введення в архітектуру застосувань додаткового елементу - уніфікованого ГІС-серверу застосувань (далі ГІС-сервер) як логічного програмного процесу, що слугує посередником між прикладною програмою-клієнтом (ІІШ) та інструментальними ГІС конкретних виробників (ІГІС). Мова йде про використання трирівневої архітектури ГІС: застосування, ГІС-сервер застосувань, ІГІС як сервери геоданих (див. рисунок). Для взаємодії між окремими



Архітектура геоданих у ГІС

рівнями та елементами такої архітектури можуть бути використані відповідні інтерфейси прикладного програмування (API) та різноманітні механізми інтеграції застосувань. Ключовими питаннями є уніфікація (в ідеалі - стандартизація) функцій ГІС-серверу та потенційна можливість його параметризації з метою спрощення налагодження на характеристики конкретних інструментальних ГІС.

В більшості інструментальних ГІС проект (карта) є сукупністю тематично-орієнтованих шарів геоданих одного чи кількох споріднених форматів з атрибутами їх візуалізації і операційними характеристиками кожного. ГІС-проект трирівневого застосування може базуватися на значно більш широкому наборі форматів геоданих. Підтримка кожного з форматів забезпечується відповідною інструментальною ГІС, клієнтом якої є ГІС-сервер, а не безпосередньо прикладна програма.

Можна виділити два основні підходи до уніфікації функцій ГІС-серверу: еволюційна глобальна уніфікація широкого набору функцій як передумова стандартизації функціонального інтерфейсу переважної більшості ГІС застосувань та локальна уніфікація в межах конкретної сфери використання ГІС-технологій чи навіть окремих прикладних програм. В рамках першого підходу доцільна параметризація ГІС-серверу для спрощення налагодження на конкретні платформи та введення спеціальної функції ESCAPE для підтримки механізму "стандартного використання нестандартних можливостей" ГІС. Метадані в базі даних характеристик та функцій ІІС призначені для реєстрації функцій

конкретних інструментальних ГІС (включаючи нестандартні) на рівні синтаксису виклику функцій та опису їх параметрів.

Для більшості ГІС-застосувань достатнім буде такий мінімальний набір функцій ГІС-серверу:

1) Функції роботи з проектами та візуалізації шарів, в тому числі:

- створити новий чи відкрити існуючий проект, зберегти проект;

- візуалізувати при заданих властивостях шар карти в вікні проекту. Параметри: система світових координат, світові координати, вікно в світових координатах, дескриптор вікна Windows (hWnd), область виводу в екранних координатах, умови генералізації та графічні атрибути зображення;

2) Функції ідентифікації та виділення об'єктів:

- графічна селекція об'єктів за координатами точки або області (радіальної, прямокутної чи довільної полігональної);

- графічне виділення об'єктів за заданим списком їх ключових ідентифікаторів;

3) Функції вводу та редагування геоданих:

- одержати координати об'єкту;

- змінити координати існуючого об'єкту;

- додати новий об'єкт з його координатами; • видалити графічний об'єкт; 4) Функції геометричного аналізу:

- визначення відстаней, довжин ламаних ліній, центроїдів полігонів;

- розрахунок периметрів та площ; • пошук перетинів ліній; 5) Оверлейні функції:

- побудова буферних зон навколо об'єктів;

- об'єднання та перетин полігональних об'єктів; 6) Функція отримання експрес-інформації про атрибути об'єкту безпосередньо від інструментальних ГІС.

База атрибутних даних застосування може бути локальною, клієнт-серверною (в тому числі побудованою за тривірневою архітектурою) або інтегрованою (на основі використання реляційних моделей геоданих по технологіях SDO чи SDE).

3. Сучасні програмні продукти ГІС та провідні виробники геоінформаційних картографічних пакетів

Останніми десятиріччями у світі розроблено велику кількість різноманітних геоінформаційних систем. Запропоновано різні класифікації, кожна з яких певною мірою ранжирує існуюче різноманіття в певну кількість однорідних класів з використанням однієї або декількох ознак.

Звичайно геоінформаційні системи класифікують за такими ознаками:

- **за призначенням** — залежно від цільового використання; - **за проблемно-тематичною орієнтацією** — залежно від сфери застосування;

- **за територіальним охопленням** — залежно від розміру території і масштабного ряду цифрових картографічних даних, що складають базу даних ГІС.

Наведемо узагальнення наявних класифікацій за цими ознаками, спираючись на роботи (McLaughlin et al., 1987; Bracken et al., 1989; Отраслевой стандарт., 1997 та ін.).

За призначенням геоінформаційні системи поділяють на **багатоцільові** та **спеціалізовані**.

Багатоцільовими системами, як правило, є регіональні ГІС, призначені для розв'язання широкого спектра завдань, пов'язаних з регіональним керуванням. Спеціалізовані ГІС забезпечують виконання однієї або кількох близьких функцій. До них, як правило, відносять геоінформаційні системи:

- інформаційно-довідкові;
- моніторингові;
- інвентаризаційні;
- прийняття рішень; - дослідницькі;
- навчальні.

Дослідницькі ГІС створюються для забезпечення розв'язання будь-якої наукової проблеми або сукупності наукових проблем із застосуванням методів просторовочасового аналізу й моделювання. Прикладом може бути геоінформаційна система басейну річки Бутеня (Київська область, Богуславська польова експериментальна гідрометеорологічна база УкрНДГМІ), створена для розв'язання проблеми прогнозу просторового перерозподілу радіонуклідів у басейні малої річки в рамках виконання міжнародного проекту SPARTACUS (SPARTACUS, 2000).

База просторових даних геоінформаційної системи р. Бутені складається із понад тридцяти шарів даних, що характеризують рельєф (цифрова модель рельєфу і похідні від неї карти ухилів, експозицій, поздовжньої і поперечної кривизни схилів та ін.), гідрографічну мережу (карти місцевих ліній течії, водозборів, «вищерозміщених елементів», ухилів, гідравлічної жорсткості та ін.), ґрунтовий покрив (карти генетичних типів ґрунтів, ґрунтовірних порід, еродованості, а також параметрів, що характеризують водно-фізичні і протиерозійні властивості ґрунтів та їх радіоактивне забруднення), природну і культурну рослинність (карти лісів, сільськогосподарських угідь, сівозмін і параметрів, що їх характеризують) і землекористування (карти типів землекористування, дорожньої мережі та ін.).

Навчальні ГІС розробляються для забезпечення навчального процесу, як правило, у вищих навчальних закладах. Як об'єкт у таких геоінформаційних системах частіше за все розглядаються території польових стаціонарів — баз навчальних польових практик студентів. Прикладами навчальних ГІС є ГІС «Сатіно», розроблена на географічному факультеті Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова (Лур'є, 1998) і ГІС Навчального географічного стаціонару «Кринички» (північ Одеської області), яка розробляється на геологогеографічному факультеті Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова. Остання складається з банку просторової (картографічної) інформації і пов'язаних з нею атрибутивних даних для території польового стаціонару загальною площею близько 100 км кв та бібліотеки прикладних модулів, що реалізують навчальні, наукові і прикладні завдання на основі Банку даних і можливостей геоінформаційних технологій.

За проблемно-тематичною орієнтацією звичайно виділяють типи геоінформаційних систем, що відповідають «основним сферам застосування ГІС», тобто:

- земельно-кадастрові;
- екологічні і природокористувальницькі;
- інженерних комунікацій і міського господарства;
- надзвичайних ситуацій;
- навігаційні;
- соціально-економічні;
- геологічні;
- транспортні;
- торгово-маркетингові;
- археологічні; - військові; - інші.

У категорії «інші» в цій класифікації може бути поійменована ще достатньо велика, причому така, що продовжує збільшуватися, кількість типів ГІС, оскільки сфера застосування ГІС не обмежена переліком зазначених вище сфер розширюється далі.

За територіальним охопленням найбільш логічним є поділ ГІС на:

- глобальні;
- загальнонаціональні; - регіональні; - локальні.

Глобальні геоінформаційні системи охоплюють або всю земну кулю, наприклад, як Глобальний банк природно-ресурсної інформації (GRID), або якусь її значну частину — як геоінформаційна система Європейського співтовариства CORINE, характеристика яких наведена в наступному пункті. Загальнонаціональні ГІС, як це випливає із назви, охоплюють територію всієї країни, регіональні — якусь її частину, таку, як економічний район, адміністративна область чи група суміжних областей, басейн великої річки і т.ін. До категорії «локальні ГІС» відносять геоінформаційні системи меншого територіального охоплення, але рекомендації щодо територіальних обмежень локальних ГІС відсутні. До даної категорії, як правило, належать і муніципальні геоінформаційні системи (МГІС) — специфічна категорія геоінформаційних систем, що розробляються для території міста або його частини.

Програмні продукти компанії ESRI (США), найстарішого у світі виробника програмних засобів ГІС пакетів, які об'єднані під назвою ArcGIS. Поточною версією ArcGIS є версія 9.1 (2005).

До складу ArcGIS входить багато інтегрованих програмних продуктів, призначених як для розробки і експлуатації геоінформаційних систем різного рівня складності, так і для геоінформаційного забезпечення розв'язання завдань, пов'язаних з використанням просторової інформації, включаючи польову зйомку і роботу в комп'ютерних мережах, у тому числі і в Інтернет. Слід зазначити, що останніми роками в компанії ESRI робиться акцент саме на розробці мережного програмного ГІС-забезпечення, а також на відповідному розширенні функціональних можливостей традиційних ГІС-пакетів, яке дозволяє їм працювати в комп'ютерних мережах. Основними компонентами ArcGIS є: **настільні інструментальні ГІС (ArcGIS Desktop)**, у тому числі ГІС-пакети ArcInfo, ArcEditor і Arc View з набором додаткових модулів (extentions), **серверне програмне ГІС-забезпечення (Server GIS)**, до складу якого входять пакети

ArcIMS, ArcSDE і ArcGIS Server, **мобільні інструментальні ГІС (Mobile GIS)**, представлені пакетом

ArcPad, і **ГІС-інструменти, або вбудовані інструментальні ГІС (Embedded GIS)**, представлені пакетом ArcGIS Engine, а також **програми-в'юери (viewers, Web-viewers)**, такі, як ArcReader і ArcExplorer.

Настільні інструментальні ГІС сімейства ArcGIS (**ArcGIS Desktop**) є різномасштабними програмними ГІС-пакетами, функціональні і аналітичні можливості яких можуть бути істотно збільшені за рахунок великої колекції додаткових модулів, які називаються розширеннями (extensions) і поставляються окремо.

Для перегляду і друку карт, підготовлених з використанням настільних інструментальних ГІС, використовується безплатний пакет **ArcReader**.

Серверне програмне ГІС-забезпечення (Server GIS) використовується для створення і управління серверними ГІС-додатками, які поширюють функції ГІС і простороворозподілену інформацію всередині і між організаціями по комп'ютерних мережах, у тому числі і глобальній мережі Інтернет.

Пакет **ArcGIS Server** — це сервер додатків, що містить загальну бібліотеку програмних ГІС-об'єктів, які використовуються для створення серверних додатків для функціонування як у локальних (рівня підприємства), так і в глобальній (Інтернет) комп'ютерних мережах.

Пакет ArcGIS Server є зручною платформою для створення **корпоративних ГІС**, під якими розуміють сукупність додатків з центральним управлінням, які оперують з єдиною базою картографічних даних, що мають розвинену ГІС-функціональність і одночасно підтримують велику кількість користувачів.

Пакет **ArcIMS** (Arc Internet Map Server) є картографічним Інтернет-сервером, призначеним для публікації карт, даних і метаданих у глобальній мережі з використанням стандартних відкритих Інтернет-протоколів, забезпечує створення ГІС-порталів.

Пакет **ArcSDE** (Arc Spatial Database Engine) є серверним програмним забезпеченням, що надає доступ до баз географічної інформації через комерційні реляційні системи керування базами даних (СКБД), у тому числі Oracle8i, Oracle9i, MS SQL Server, Informix і DB2.

Web-в'юери представлені безплатним пакетом **ArcExplorer**, який реалізує функції запитів, вибірки і відображення даних через Інтернет, але може бути використовуваним і для роботи з локальними наборами даних.

Програмні продукти компанії ESRI (США), найстарішого у світі виробника програмних засобів ГІС (фірма заснована в 1969 р.), у наш час представлені, насамперед, сімейством спеціалізованих програмних пакетів, які об'єднані під назвою ArcGIS. Поточною версією ArcGIS є версія 9.1 (2005 р.).

До складу ArcGIS входить багато інтегрованих програмних продуктів, призначених як для розробки і експлуатації геоінформаційних систем різного рівня складності, так і для геоінформаційного забезпечення розв'язання завдань, пов'язаних з використанням просторової інформації, включаючи польову зйомку і роботу в комп'ютерних мережах, у тому числі і в Інтернет. Слід зазначити, що останніми роками в компанії ESRI робиться акцент саме на розробці мережного програмного ГІС-забезпечення, а також на відповідному розширенні функціональних можливостей традиційних ГІС-пакетів, яке дозволяє їм працювати в комп'ютерних мережах.

Основними компонентами ArcGIS є: *настільні інструментальні ГІС (ArcGIS Desktop)*, у тому числі ГІС-пакети ArcInfo, ArcEditor і Arc View з набором додаткових модулів (extensions), *серверне програмне ГІС-забезпечення (Server GIS)*, до складу якого входять пакети

ArcIMS, ArcSDE і ArcGIS Server, *мобільні інструментальні ГІС (Mobile GIS)*, представлені пакетом

ArcPad, і *ГІС-інструменти, або вбудовані інструментальні ГІС (Embedded GIS)*, представлені пакетом ArcGIS Engine, а також *програми-в'юери (viewers, Web-viewers)*, такі, як ArcReader і ArcExplorer.

Настільні інструментальні ГІС сімейства ArcGIS (**ArcGIS Desktop**) є різномасштабними програмними ГІС-пакетами, функціональні і аналітичні можливості яких можуть бути істотно збільшені за рахунок великої колекції додаткових модулів, які називаються розширеннями (extensions) і поставляються окремо.

Для перегляду і друку карт, підготовлених з використанням настільних інструментальних ГІС, використовується безплатний пакет **ArcReader**.

Серверне програмне ГІС-забезпечення (Server GIS) використовується для створення і управління серверними ГІС-додатками, які поширюють функції ГІС і простороворозподілену інформацію всередині і між організаціями по комп'ютерних мережах, у тому числі і глобальній мережі Інтернет.

Пакет **ArcGIS Server** — це сервер додатків, що містить загальну бібліотеку програмних ГІС-об'єктів, які використовуються для створення серверних додатків для функціонування як у локальних (рівня підприємства), так і в глобальній (Інтернет) комп'ютерних мережах. Пакет

ArcGIS Server є зручною платформою для створення *корпоративних ГІС*, під якими розуміють сукупність додатків з центральним управлінням, які оперують з єдиною базою картографічних даних, що мають розвинену ГІС-функціональність і одночасно підтримують велику кількість користувачів.

Пакет **ArcIMS** (Arc Internet Map Server) є картографічним Інтернет-сервером, призначеним для публікації карт, даних і метаданих у глобальній мережі з використанням стандартних відкритих Інтернет-протоколів, забезпечує створення ГІС-порталів.

Пакет **ArcSDE** (Arc Spatial Database Engine) є серверним програмним забезпеченням, що надає доступ до баз географічної інформації через комерційні реляційні системи керування базами даних (СКБД), у тому числі Oracle8i, Oracle9i, MS SQL Server, Informix і DB2.

Web-в'юери представлені безплатним пакетом **ArcExplorer**, який реалізує функції запитів, вибірки і відображення даних через Інтернет, але може бути використовуваним і для роботи з локальними наборами даних.

Пакет є розвитком однієї з найбільш поширених у світі інструментальних ГІС настільного типу ArcView GIS 3.x. Цей пакет було створено фірмою ESRI у 1992 р. за назвою ArcView як «viewer», тобто переглядач. Він був призначений для перегляду на персональних комп'ютерах у середовищі Windows файлів просторових даних, створених за допомогою

пакета ARC/INFO (який на той час працював тільки під DOS). Однак надалі пакет, завдяки зусиллям розробників, перетворився з пакета, що забезпечує доступ до баз даних, створених в ARC/INFO, на самостійну настільну інструментальну ГІС універсального призначення і з третьої версії одержав до назви додаток «GIS» – ArcView GIS.

Крім того, пакет ArcView, який входить до складу сімейства ArcGIS Desktop, є ГІС-пакетом нового покоління, що інтегрує можливості і пакетів ArcView GIS 3.x, і низку інших пакетів компанії ESRI. Пакет належить до інструментальних ГІС настільного типу, працює під операційними системами Windows NT 4.0, Windows 2000 та Windows XP (Home Edition і Professional). Вимоги до апаратної платформи (PC-Intel): мінімальна оперативна пам'ять — 128 Мб, рекомендована — 256 Мб і більше, процесор з мінімальною тактовою частотою 450 МГц, рекомендовано — 800 МГц і більше. Для запису на диску вимагає близько 650 Мб вільного місця.

Характерними рисами пакета відносно *маніпулювання даними* є доступ до різноманітних типів даних, у тому числі:

- пряме читання картографічних даних з ArcInfo, PC ArcInfo, ArcCAD, AutoCAD, (DXF, DWG), INTERGRAPH (DGN);

- імпорт даних з MapInfo, Atlas GIS і ASCII;

- можливість відкривати растрові дані з ADRG, ВГЪ, ВІР, ВМР, ВSQ, CADRG, СІВ, EPS, ERDAS Imagine, GeoTIFF, GIF, JPEG, Landsat, NITF, PICT, RLC, TIFF, USGS DOQ, SPOT, Sun Raster;

- пряме використання таблиць баз даних з ASCII, dBASE, INFO, ACCESS, Oracle, FoxBase, SQL Server, Sybase, Paradox, DB2, Ingres і будь-яких ODBC/SQL-сумісних баз даних;

- можливість приєднання до Spatial Database Engine (SDE) як клієнта для доступу до просторових баз даних;

- потужні засоби візуалізації карт;

- адресне геокодування;

- розвинуте середовище редагування;

- інтеграція знімків, картографічних даних, даних САПР, таблиць і SQL баз даних.

Стосовно *редагування карт* пакет характеризується можливостями:

- виконання складного редагування вершин (додавання, пересування, видалення, замикання);

- виконання операцій над геометричною формою об'єктів (розбиття, об'єднання, перетинання);

- автоматичного відновлення атрибутів при редагуванні.

Аналітичні можливості пакета складаються з: - виконання просторових запитів (аналіз змісту карти) за допомогою інструментів:

- операцій вибору (інтерактивний вибір, вибір за атрибутом, вибір за місцем розміщення); - операцій аналізу (буфери, вирізання, злиття, перетинання, об'єднання, просторове з'єднання); - віртуального подання й аналізу (діаграми, звіти); - вибору об'єктів на одній карті залежно від об'єктів іншої карти;

- накладення шарів даних для створення нових даних (оверлейний аналіз).

Спеціалізований програмний ГІС-пакет з назвою ARC/INFO версії 1.0 був випущений фірмою ESRI в 1982 році. Протягом 80-х — 90-х років минулого століття пакет завоював лідируючі позиції у світі як повнофункціональна професійна інструментальна ГІС, призначена для розв'язання широкого спектра завдань, але в першу чергу пов'язаних з використанням природних ресурсів і охороною навколишнього середовища. Останньою версією пакета ARC/INFO була версія 7.2, випущена в 1998 р. У 1999 р. був випущений пакет ArcInfo 8, що започаткував нове покоління продуктів програмного ГІС-забезпечення. Ідеї, закладені в ArcInfo 8, були реалізовані в сімействі програмних пакетів ArcGIS, представлених компанією ESRI в 2001 р. У цьому році була випущена перша версія ArcGIS — ArcGIS 8.1. Версія ArcGIS 8.2 була випущена у 2002 р., ArcGIS 8.3 — у 2003 р., ArcGIS 9.0 — у 2004 р. і ArcGIS 9.1 — у 2005 р.

Структура системи ArcGIS ArcInfo складається з двох незалежно встановлюваних програмних пакетів

ArcInfo Desktop («настільна» версія) і ArcInfo Workstation

(версія для робочих станцій), що належать до професійних інструментальних ГІС з розвиненими аналітичними можливостями.

Пакет **ArcInfo Desktop** — це наймогутніший клієнтський додаток ArcGIS Desktop. Так само, як і ArcView, пакет ArcInfo Desktop складається з базового модуля і системи розширень, проте має значно більші функціональні і аналітичні можливості. По-перше, в ArcInfo існує можливість виконання всіх функцій пакетів ArcView і ArcEditor. По-друге, він містить повну версію додатка ArcToolbox, що підтримує розширені функції геообробки. ArcToolbox містить близько двох сотень операторів, які забезпечують конвертацію у формат ArcInfo даних із понад 30 векторних форматів (ADS,

DFAD, DIME, DLG, VPF, Etak, Grid, IGDS, SDTS, TIGER, SIF, DEM, DTM, DFAD, AMS, SLF, DTED та ін.), читання і конвертацію кількох растрових (ADRG, MOSS, NTIF, ERDAS, BSQ та ін.) і САПР-форматів (DXF, DGN, DWG та ін.), побудову геометричних мереж, проектування даних, побудову топології, трансформації даних, побудову буферних зон і накладення карт, роботу з аркушами карт, управління таблицями INFO.

У пакеті є можливість модифікації призначеного для користувача інтерфейсу з використанням засобів налаштування трьох рівнів: через меню, що не потребує додаткового програмування; написання додатків усередині додатків ArcInfo Desktop; професійної розробки додатків.

Внутрішні мови програмування (макриси) — ARC Macro Language (AML) і Visual Basic for Applications (VBA).

Мови високого рівня через COM і OLE — стандартні мови програмування (C++, Delphi, Visual Basic та ін.). ArcInfo Desktop працює під керуванням операційних систем Windows 2000 (Advanced Server і Professional), Windows NT 4.0, Windows XP (Home Edition і Professional), Windows Server 2003 Standard. Деякі компоненти пакета вимагають наявності встановленого в комп'ютері Microsoft Internet Explorer версії 5.0 або старше. Як апаратна платформа використовуються персональні комп'ютери, які задовольняють ті самі вимоги, що й ArcView: мінімальна оперативна пам'ять — 128 Мб, рекомендована — 256 Мб і більше, процесор з мінімальною тактовою частотою 450 МГц, рекомендованою — 800 МГц і більше. Для розміщення пакета на диску потрібно близько 650 Мб вільного місця. Для ефективної роботи пакета необхідний кольоровий 32-бітовий монітор з як мінімум 16мегабайтною відеокартою.

Пакет **ArcInfo Workstation** є класичною професійною інструментальною ГІС з повною підтримкою всіх функцій системи ARC/ INFO. Запускається на персональних комп'ютерах (платформа PC-Intel) під керуванням Windows 2000 (Advanced Server і Professional),

(платформа Workstation) під керуванням кількох версій Unix (Solaris, Digital Unix, AIX та ін.). Вимоги до апаратної платформи PC-Intel ті самі, що в пакета ArcInfo Desktop.

Займає на диску близько 750 Мб дискового простору. Пакет має блокову структуру, проте і базовий модуль, і модулі розширення *відрізняються* від настільного варіанта пакета — ArcInfo Desktop. Вони зберегли і в архітектурі, і в інтерфейсі відповідність добре відомим численним користувачам у всьому світі пакетам ARC/INFO останніх версій.

Базовий модуль, що є повнофункціональною інструментальною ГІС, містить компоненти:

STARTER KIT — інтерфейсний модуль, який забезпечує керування роботою системи і виклик інших підсистем;

ARCTOOLS — графічний інтерфейс, призначений для користувача;

ARC PLOT — підсистему візуалізації і графічного виведення на зовнішні пристрої;

ARCEDIT — підсистему введення і редагування просторових даних;

DATA CONVERSION — підсистему перетворення систем координат і картографічних проекцій.

Додатковими модулями пакета ArcInfo Workstation є: ArcCOGO — здійснює підтримку координатної геометрії (набір засобів і функцій для роботи з геодезичними даними), її інтеграцію в ArcInfo; ArcNetwork — забезпечує підтримку моделювання і аналізу просторових (географічних) мереж.

Використовується для моделювання і аналізу топологічно пов'язаних об'єктів у вигляді просторових мереж, оцінки і управління ресурсами, розподіленими по мережах, і процесами в таких мережах при аналізі і плануванні транспортних потоків, міському плануванні, геомаркетингу, оптимізації перевезень, адміністративному і політичному дистрикуванні;

ArcGRID — надає можливості растрового моделювання і перетворює ArcInfo в інтегровану векторно-растрову інструментальну ГІС. Має могутній набір засобів аналізу і керування безперервно розподіленими числовими і якісними ознаками, що подаються у вигляді регулярних моделей, а також моделювання складних процесів. Використовується при вирішенні проблем землекористування, у маркетингових дослідженнях, при оцінці придатності території для того чи іншого виду використання, у гідрологічному і гідрогеологічному моделюванні та ін.;

ArcTIN — забезпечує подання поверхонь у тривимірному просторі у вигляді триангуляційної мережі або нерегулярної матриці точок. Використовується для тривимірного відображення поверхонь, у першу чергу рельєфу, розрахунку об'ємів виїмок і насипів, ухилів і експозицій, оцінки зон видимості і невидимості, побудови ізоліній, аналізу поверхонь ґрунтових вод та ін.; ArcStorm — менеджер просторових даних, що забезпечує цілісність баз даних в розрахованому на багато користувачів режимі роботи;

ArcExpress — підвищує швидкість візуалізації зображень на дисплеї і оперативність роботи з наборами даних на робочих станціях в середовищі X-Windows;

ArcScan — забезпечує введення картографічних даних зі сканерів;

ArcPress — забезпечує швидке високоякісне роздрукування карт і зображень на растрових пристроях виведення, таких, як струминні і електростатичні плотери.

Є програмним растеризатором — системою, що перетворює векторну, растрову або змішану векторнорастрову графіку у формат растрового пристрою виведення, растр заданого дозволу і розміру.

Фірма Intergraph Corp. (Huntsville, Alabama, США) є одним із найбільш відомих виробників програмного забезпечення ГІС. До основних розробок цієї фірми належать сімейства програмних продуктів MGE і GeoMedia.

Програмний пакет MGE (Modular GIS Environment) є багатогалузевим модульним середовищем ГІС, розробленим фірмою Intergraph. На сьогодні розроблено більше 60 програмних модулів, що надають засоби створення і супроводу ГІС-проектів, аналізу просторової інформації, виведення і відображення електронного картографічного матеріалу. На основі модулів MGE розробляються прикладні ГІС будь-якого ступеня складності, розраховані на одне чи кілька взаємозалежних робочих місць. Дата випуску першої версії — 1988 р.

Серед усієї сукупності компонентів MGE три модулі є базовими, оскільки містять основні функції створення і супроводу ГІС-проекту. Це — MGE Basic Nucleus (програмне ядро системи), MGE Basic Administrator (базовий адміністратор) і MGE Base Mapper (базовий картограф). Наявність цих продуктів у системі необхідна практично при будь-якій конфігурації робочих місць. Набір додаткових модулів MGE у системі залежить від конкретної розв'язуваного завдання. Взаємодія системи з базою даних забезпечує модуль RIS — Relational Interface System, що входить у стандартне постачання базових продуктів MGE. MGE може працювати з такими відомими промисловими СУБД, як SYBASE, ORACLE, INFORMIX, INGRES, MS SQL, DB2 і т.п.

Програмною основою системи MGE є модуль MGE Basic Nucleus (MGNUC), що забезпечує взаємодію модулів системи між собою і з базою даних. На рівні адміністрування проекту MGNUC відповідає за створення нового проекту і його зв'язок з базою даних, здійснює налаштування проекту на необхідні додатки MGE, створення архівних копій проекту, контроль за виконанням функцій. Дозволяє настроїти єдину систему координат для карт проекту.

Для інших програмних модулів MGNUC надає широкий набір функцій для формування запитів до бази даних, виведення результатів запитів, редагування атрибутуки, перегляду і відображення семантичних і графічних даних. Функція формування запитів дозволяє здійснювати пошук записів бази даних за значенням одного декількох атрибутів об'єкта, а

також безпосередньою вказівкою графічного зображення об'єкта на карті. При формуванні запитів можуть використовуватися створені раніше SQL-запити, виділені області і групи об'єктів, а також просторові критерії запитів.

Як базовий графічний пакет у системі MGE використовується графічний редактор корпорації Bentley Systems – MicroStation різних версій. Усі графічні додатки MGE є програмними надбудовами над MicroStation, що являє собою могутній графічний редактор і має розвинуті засоби створення власних програмних додатків

Організаційною одиницею збереження даних є проект. **Проект** MGE містить:

- файли карт проекту — файли формату MicroStation, що містять векторні зображення об'єктів, кожне з яких являє собою графічний примітив MicroStation, що має одне чи кілька прив'язувань до таблиць бази даних проекту. Крім того, кожна карта проекту містить налаштування координатної системи й одиниць вимірювання;

- базу даних, що має набір обов'язкових системних таблиць MGE і визначені користувачем таблиці атрибутів; - географічні індексні файли — файли формату MicroStation, які відбивають просторові відношення між картами в проекті;

- набір службових файлів.

Для роботи цього ГІС-пакета необхідний комп'ютер з оперативною пам'яттю від 32 Мб і 300 Мб дискової пам'яті. Програмні платформи: DOS, Windows

3.1x/95/NT(x86 & Alpha), OS/ 2, 68K & Power Mac, Linux

2.0.

Основним форматом даних є векторні графічні файли формату DGN. До складу графічних об'єктів входять точкові, лінійні і полігональні об'єкти, а також їх різні комбінації. Використовуються різні графічні блоки, мультілінії, сплайнові лінії і поверхні, прив'язування, рендеровані поверхні.

Залежно від розв'язуваних завдань користувачу може бути наданий різний набір базових і прикладних модулів. Для забезпечення основних типів завдань (створення і підтримка картографічних баз даних, аналізу і подання даних) розроблений стандартний пакет модулів **GIS Office**. Для роботи цього пакета необхідний комп'ютер з оперативною пам'яттю від 32 Мб і 300 Мб дискової пам'яті.

Програмна платформа, на якій функціонує остання версія GIS Office 7.1 — Windows 95, 98, NT, 2000.

У комплекті з базовими модулями MGE Basic Nucleus, MGE Basic Administrator і MGE Base Mapper у складі GIS Office поставляються:

MGE Analyst — модуль просторового аналізу, що забезпечує побудову і виконання складних запитів, генерацію й аналіз топологічних відношень, побудову буферних зон, агрегування просторових контурів, побудову тематичних карт, відображення топологічно структурованих геоданих і генерацію текстових звітів;

I/RAS C — модуль обробки напівтонових, кольорових і кольорових індексованих аерокосмічних зображень і растрових карт, який дозволяє проводити геометричну корекцію зображень, геоприв'язування, спектральну обробку й аналіз; зшивати/вирізувати растри; поліпшувати якість зображень; виконувати монтаж фотопланів; проводити екранне векторизування; маніпулювати гібридними растрово-векторними зображеннями і друкувати їх;

MGE Map Finisher — модуль для створення картографічної продукції найвищої якості на основі інформації, що міститься в базі даних ГІС. У ньому автоматизовані процеси символізації і створення зарамкового оформлення, розміщення урізань і легенд, виведення на друкування в режимі WYSIWYG;

MGE Grid Generation — інструмент для генерації картографічних сіток і зарамкового оформлення у вигляді векторного зображення;

MRF Clean Tool Kit — комплект із трьох додатків для перевірки й автоматичного коригування топології векторних карт та ін.

Компанія Autodesk Inc. (США) є основним постачальником програмного забезпечення для систем автоматизованого проектування (САПР/CAD) і засобів мультимедіа на персональних комп'ютерах, що налічує більше 3 мільйонів клієнтів у більш ніж 150 країнах.

Autodesk зробила значний внесок у створення ринку програмного забезпечення САПР для персональних комп'ютерів, коли в 1982 році вперше представила на ринку пакет AutoCAD — універсальний графічний редактор, що відразу ж одержав величезну популярність у світі.

Сьогодні сімейство продуктів Autodesk застосовується практично на всіх стадіях і в різних видах проектування, включаючи архітектуру і цивільне будівництво, машинобудівне проектування, ГІС і картографію, кіно- і відеовиробництво, а також розроблення Web-сторінок.

AutoCAD — головний програмний продукт Autodesk, на основі якого побудовані десятки додатків. У процесі удосконалювання пакета створена велика кількість основних і проміжних версій для DOS і Windows. До цього часу застосовуються версії 10, 11, 12, досить поширені версії 13 і 14, AutoCAD 2000, 2002, 2004, 2005. Програмні платформи: Windows NT, 2000, XP. Вимоги до апаратної платформи (Pentium, AMD Athlon): мінімальна оперативна пам'ять — 256 Мб і більше, процесор з мінімальною тактовою частотою 800 МГц і більше, мінімум 1024x768 монітор, Microsoft Internet Explorer 6.0, CD-ROM, графічний маніпулятор. Для запису на диску вимагає близько 300 Мб вільного місця.

Основні формати даних — векторний DWG і обмінний DXF — визнані одними з основних обмінних стандартів векторної графіки, конвертори цих форматів входять до складу багатьох пакетів ГІС, САПР, пакетів ілюстративної графіки. Файл DXF містить, крім векторних примітивів, усю інформацію про векторні шари, типи ліній, блоки і стилі тексту, дозволяє прив'язувати атрибутивну інформацію.

Пакет **AutoCAD 2005** є могутнім графічним редактором, що поєднує функції роботи з векторними і растровими даними, підтримує сумісність DWG-формату з іншими додатками Autodesk, забезпечує можливість використання сторонніх додатків для виконання операцій, обумовлених специфікою проекту. AutoCAD 2005 поєднує в собі інструменти збільшення продуктивності, представлення графіки, дотримання стандартів оформлення, створення даних і обміну ними.

Нова версія містить великий набір інструментів для роботи з різними типами векторних об'єктів, у тому числі:

- універсальний графічний інтерфейс;
- панелі інструментів, що надбудовуються;
- середовище розробки, що надбудовується; - центр керування AutoCAD DesignCenter для обміну бібліотечними компонентами всередині команди розробників;
- диспетчер стандартів оформлення для забезпечення однаковості документації, створеної різними проектувальниками;
- багатий вибір готових бібліотек символів, змінюваних і розширюваних користувачем на свій розсуд;
- альбоми кольорів і графіки для створення високоякісних презентаційних малюнків без експорту файлів; - інструменти Express, включаючи функції керування шарами і нанесення розмірів;
- цифрові підписи для засвідчення походження або дійсності незмінного стану малюнків;
- допоміжні координатні системи для зручного відображення просторових даних;
- відображення векторної і растрової інформації за допомогою посилань на файли;
- підтримку ODBC, DDE, OLE і використання DLL бібліотек у середовищі Microsoft Windows.

У AutoCAD 2005 використовується удосконалений формат DWG-файлів для більш швидкого відкриття, збереження й обміну по локальній мережі. Це удосконалений багатосторінковий формат файлів DWF (Design Web Format) для безпечної передачі даних по Інтернету тим учасникам колективу, яким необхідно переглядати і виводити на друкування, але не редагувати малюнки. Файли формату DWF займають менше місця порівняно з DWG-файлами і водночас дозволяють візуально точно передавати інформацію. Для геоінформаційних додатків на базі AutoCAD розроблена спеціальна група програмних продуктів —

Autodesk Map 2004 і *Autodesk GIS Design Server*, а також інтегровані пакети кінцевого користувача *Autodesk Envision 8*, *Autodesk Land Desktop 2005*, *Autodesk Civil Design 2005*, *Autodesk Survey 2004*.

Autodesk Map 2004 є інструментальною ГІС, призначеною для створення геоінформаційних проєктів, просторового і статистичного аналізу і подання геоданих.

Autodesk Map розширює можливості AutoCAD як універсального базового графічного середовища за рахунок зручного інтерфейсу до баз даних і додаткових можливостей топологічного аналізу просторової інформації. Збереження й обробку атрибутивних даних забезпечує СКБД Oracle Spatial. Autodesk Map цілком інтегрований у AutoCAD і забезпечує введення, керування, аналіз і візуалізацію географічної інформації. Autodesk Map сконструйований як платформа для розроблення додатків, але в той самий час є закінченою програмною системою для кінцевого користувача.

Autodesk GIS Design Server дозволяє розробляти нові класи просторових і атрибутивних об'єктів, створювати на їхній основі тематичні бази даних для різних прикладних галузей (кадастр, інженерні комунікації й ін.). Розроблення нових об'єктних моделей даних здійснюється з використанням спеціальної мови програмування Rational Rose.

Autodesk Envision 8 є інструментальною ГІС кінцевого користувача. Містить велику кількість різноманітних функцій:

- аналізу даних, у тому числі функцій просторового аналізу, геостатистики, побудови буферів, побудови складних запитів;

- візуалізації карт із використанням великої кількості бібліотек умовних знаків для точок, ліній і полігонів, побудови картодіаграм, оформлення картографічних звітів;

- побудови об'ємних моделей місцевості, використання різних методів перегляду тривимірних блок-діаграм, використання рендеринга для відображення поверхонь, використання текстур і растрових зображень;

- розв'язання будівельних завдань, у тому числі розрахунків об'ємів гребель, обсягів різних будівельних конструкцій;

- роботи з додатками і даними в польових умовах завдяки спеціальним інструментам і інтерфейсу, що підтримує можливість використання портативних пристроїв.

Поряд з геоінформаційними пакетами широкого поширення також набули програмні продукти Autodesk, призначені для роботи з геодезичними вимірами, такі, як *Autodesk Land Desktop 2005*, *Autodesk Civil Design 2005*, *Autodesk Survey 2005*.

Autodesk Land Desktop 2005 виконує 3Dпроекування, топографічний аналіз, роботу з геодезичними системами координат та ін.

Характеризується наявністю спеціалізованих функцій роботи з даними польових вимірів: збереження координат та ідентифікаторів точки, координатна геометрія для порівнювання даних польових вимірів, створення моделі місцевості, анування всіх етапів обробки даних, робота з земельними ділянками, керування проєктами і т.ін.

Порівняно з попередніми версіями удосконалені функції редактора вертикального укладання трас для обґрунтування проєктів трубопроводів різного призначення, автомобільних доріг і залізниць різного класу.

До складу пакета входить додаткова підтримка імпорту/експорту проєктних і геодезичних даних у форматі LandXML, що спрощує обмін даними з іншими додатками. Функції складання звітів забезпечують користувачам можливість генерувати користувальницькі звіти на основі даних LandXML у програмі Autodesk Civil Design.

Autodesk Civil Design 2005 призначений для створення проєктів у сфері цивільного будівництва (транспорт, забудова території, гідрологія, гідравліка). Autodesk Civil Design значно розширює можливості Autodesk Land Desktop і пропонує спеціалізовані функції, що спрощують процес проєкування доріг, будівельних майданчиків, земельних ділянок, водозаборів і ділянок стічних вод.

Autodesk Survey 2005 призначений для обробки даних топографічної зйомки. Autodesk Survey є ефективним продуктом для одержання професійних даних при різного роду

дослідженнях з повним комплектом можливостей для передачі інформації в польових умовах. Обновлено версія TDS Link (Survey Link) 7.5.5 і модернізована підтримка Trimble Link забезпечують можливість використання Autodesk Survey 2005 разом з великим набором геодезичних інструментів.

Продукти GeoMedia розроблені фірмою Intergraph в рамках проекту створення графічних технологій нового покоління «Jupiter» і містять пакети **GeoMedia**, **GeomediaPro** і **GeoMediaWebMap**. Наявні в них засоби створення й експлуатації геоінформаційних систем достатні для реалізації функцій будь-яких геоінформаційних додатків; вони можуть бути досить швидко освоєні користувачами і при цьому допускають подальший розвиток створених систем, у тому числі використовуючи більш спеціалізовані засоби Intergraph — технології

MGE і FRAMME. Сімейство продуктів GeoMedia забезпечує високу технологічність усього циклу створення засобів AM/FM/GIS (Автоматизованого картографування / Керування устаткуванням / Географічних інформаційних систем), дозволяє в короткий термін створити систему кінцевого користувача і забезпечити її швидко впровадження.

Однією із принципів властивостей продуктів сімейства GeoMedia є можливість використовуватися як універсальний ГІС-клієнт. З кожною версією цих продуктів розробники збільшують продуктивність серверів даних – проміжного програмного забезпечення, необхідного для роботи з тим чи іншим сховищем геоінформації.

GeoMedia — перший ГІС-продукт для Windows NT на основі технології Jupiter. Він в універсальним ГІС-пакетом, що дозволяє інтегрувати дані з багатьох джерел для їх спільного аналізу. Архітектура GeoMedia є прототипом концепції відкритої ГІС, розробленої Консорціумом відкритих ГІС (Open GIS Consortium).

Програмна платформа, на якій функціонує остання версія Windows 95, 98, NT, 2000, XP може функціонувати на комп'ютерах, призначених для роботи з цими операційними системами.

У той час як MGE в першу чергу призначалася для конструкторів ГІС, що формують бази геоданих і керують інформацією, GeoMedia розрахована на ГІС-аналітиків і ГІС-глядачів, які синтезують нові дані, знання і рішення на основі вже наявних даних. Ці дані зможуть бути використані для комплексного географічного аналізу і прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Використовуючи сервери даних,

GeoMedia дозволяє підключатися до джерел, розташованих у різних географічних точках, і одночасно аналізувати дані різних типів і форматів.

Поточний список форматів, з якими працює продукт, містить ГІС-формати корпорації Intergraph, формати ArcGIS компанії ESRI, Oracle SDO, Microsoft Access і деяких інших.

Продукт має різні функціональні можливості і дозволяє:

- здійснювати запити до баз даних;
- проводити просторовий аналіз; - створювати тематичні карти; - створювати і компонувати легенди.

Можливе створення власних додатків на основі GeoMedia, використовуючи стандартні засоби програмування для Windows, у тому числі: Visual Basic і Visual C++; PowerBuilder; Delphi; Excel; FoxPro; Microsoft Access.

Аналітичні можливості. GeoMedia містить повний набір інструментів для комплексного просторового аналізу даних. При цьому передбачені дев'ять типів просторових функцій, таких, як «цілком містяться в» або «стосуються», повний набір арифметичних операцій і весь інструментарій, необхідний для створення запитів «що, якщо». У межах обраної області можуть бути створені буферні зони і запитані просторові дані. Засоби динамічної сегментації GeoMedia дозволяють запитувати і сегментувати лінійні і точкові дані з декількох баз даних MGE, а засоби тематичного картографування — створювати карти з різними схемами кольорів і заповнень. GeoMedia дозволяє створювати динамічні карти, інтегруючи засоби мультимедіа з ГІС з використанням гіперпосилань до файлів, які містять звуки, картини і/або текст. Супутникові зображення можуть бути також інтегровані з іншою географічною інформацією, набори даних можуть бути розширені додаванням нових об'єктів.

GeoMedia пропонує користувачу можливість створювати динамічні запити, тобто такі запити, які завжди переглядають дані на предмет їхньої зміни. Ця здатність робить GeoMedia

продуктом, найбільш добре пристосованим для аналізу типу «що, якщо». Іншими словами, якщо вихідна інформація, використана як параметр у запиті, змінилася, то результат запиту моментально й автоматично зміниться відповідно до змін вихідних даних.

GeoMedia підтримує динамічний розрахунок значень атрибутивних даних за допомогою нової команди Functional Attributes. Ця операція дозволяє користувачу визначати прості і складні функціональні залежності у вигляді формул, використовуючи багату бібліотеку функцій, що містить стандартні математичні, тригонометричні, логічні, статистичні, геометричні оператори й оператори обробки текстових рядків.

Важливе удосконалення технології побудови буферних зон у GeoMedia полягає в підтримці змінного розміру буферної зони. Буферні зони є динамічними (автоматично оновлюються при зміні вихідних даних) — так само, як і інші види запитів.

Спосіб об'єднання (злиття) об'єктів ґрунтується на спільних атрибутах і просторово-топологічному сусідстві об'єктів. Для розрахунку статистики за поєднуваними об'єктами використовуються атрибути, які динамічно обчислюються. Так само, як і інші види аналізу в GeoMedia, цей динамічний оператор дозволяє оновляти результати аналізу і підтримувати в актуальному стані результат усього ланцюжка операторів запитів.

Області застосування пакета — введення, супровід і адміністрування геоінформаційних баз даних, ГІС-аналіз, тематичне картографування, інші функції будь-якого рівня для різних областей застосування: державна адміністрація всіх рівнів; кадастр і керування територіями; екологія; інженерні комунікації; телекомунікації; транспорт; видобувна і переробна промисловість; військові додатки; планування і маркетингові дослідження в комерції, політичні дослідження та ін.

GeoMedia Pro продовжує лінію Jupiter, будучи програмним продуктом для конструкторів AM/FM/GIS. GeoMedia Pro надає всі необхідні засоби для швидкого створення ГІС-проектів і ефективної роботи з геоданими, розширюючи можливості GeoMedia шляхом додавання функцій щодо введення і редагування даних. GeoMedia Pro підтримує широкий спектр реляційних баз даних промислових стандартів, включаючи Microsoft Access і Oracle Universal Data Server, а також Spatial Cartidge для Oracle.

Оскільки GeoMedia Pro був розроблений у розрахунок саме на ГІС-технології, то, на відміну від систем на основі САПР-технології, він дозволяє створювати географічні об'єкти, а не «малювати» графічні примітиви, забезпечуючи інтеграцію графічних елементів і атрибутивних даних. При цьому графіка й атрибутика спільно зберігаються як ГІС-об'єкти в СКБД промислових стандартів.

У GeoMedia Pro передбачені засоби автоматичного виявлення помилок у джерелі даних у процесі оцифрування засобами введення і редагування. Знайдені похибки розміщуються в послідовність завдяки механізму Dynamic queued editing і можуть бути виправлені засобами введення і редагування. Якщо в процесі редагування вносяться нові похибки, вони автоматично додаються в послідовність. GeoMedia Pro дозволяє одночасно працювати з растровими і векторними зображеннями й інтегрувати їх у єдину базу даних. GeoMedia Pro підтримує всі основні промислові стандарти растрових форматів: CI, COT, CRL, RGB, RLE, TG4, BMP, GIF, TIF, PCX, CAL,

HRF, IGS і JPG, а також формати корпорації Intergraph, що дає можливість використовувати сучасні технології сканування. GeoMedia Pro поєднано зі стандартними засобами розробки Windows, включаючи Powersoft

PowerBuilder, Microsoft Excel (з VBA), Visual Basic, Visual C++. Цей інструментарій дозволяє швидко створювати прототипи ГІС-додатків, використовуючи OLE automation.

Набір основних функцій забезпечує користувачу можливість:

- повного доступу до даних ГІС-проектів MGE, FRAMME (Intergraph), ESRI (ARC/Info), ESRI (ArcView), Mapinfo, файлам Bentley/MicroStation і AutoCAD і їх інтеграції «у польоті» без попередньої конвертації;

- повного набору функцій для введення, редагування даних, інтеграції векторних і растрових даних, швидкого виявлення і виправлення помилок у графічних даних; - об'єктно-орієнтованого підходу до керування даними, використання стандартних реляційних баз даних для збереження атрибутивної і графічної інформації; - робити інформаційні запити,

просторовий аналіз, побудову тематичних карт, побудову буферних зон, автоматичне перетворення проекцій;

-використовувати розширені засоби для векторизування і редагування карт, картографічні шаблони, різні формати вихідних даних, включаючи CGM, PostScript і HPGL; - повного настроювання інтерфейсу.

Ще один програмний продукт цього сімейства ГІС **GeoMedia Web Map** призначений для динамічної публікації даних у мережах Internet і Intranet. Дані перетворюються в інтелектуальний векторний формат ActiveCGM, що дозволяє комбінувати векторні і растрові карти в єдиному вікні. Векторним об'єктам присвоюються гіперзв'язки, що активізуються при зазначенні об'єкта.

Перегляд може виконуватися за допомогою загальнозживаних браузерів Microsoft Internet Explorer або Netscape Navigator.

GeoMedia Web Map запитує географічну базу даних і в динаміці повертає карту і звіт з реляційної бази даних. Завдяки технології, реалізованій в GeoMedia Web Map, можна запитати найновішу інформацію й одержати її в три-чотири рази швидше, ніж растрові зображення з еквівалентним просторовим дозволом.

Фірма Bentley Systems, Inc. (BSI) (Exton, Pennsylvania, США) є розробником пакета автоматизованого проектування MicroStation з 1985 р. У 1987 році, через якийсь час після появи на ринку системи MicroStation, фірми Bentley Systems і Intergraph Corporation підписали угоду, відповідно до якої Bentley одержала виняткове право на розробку й удосконалювання своїх продуктів, а корпорація Intergraph — виняткове право на його продаж і маркетинг. При цьому Intergraph здійснювала всю первинну підтримку і супровід MicroStation, а Bentley брала на себе лише підтримку другого рівня. У 1994 році ці дві організації підписали нову угоду. Відповідно до неї Bentley повертала собі можливість продажів MicroStation з початку 1995 року. У той самий час компанія Intergraph одержала статус одного з основних партнерів у всій програмі MicroStation.

Сімейство MicroStation складається з багатьох програмних продуктів, об'єднаних єдиним концептуальним підходом і інтегрованих з базовим програмним продуктом — MicroStation.

Частину цих продуктів випускає сама Bentley Systems: MicroStation GeoGraphics, Bentley PowerDraft, Bentley Redline, Bentley View, MicroStation Modeler, MicroStation Masterpiece, MicroStation TeamMate й ін. Інші додатки розробляються в тісному контакті з третіми фірмами. Так, пакет MicroStation Descartes розроблений канадською фірмою HMR, що спеціалізується на розробці програмного забезпечення обробки растрових зображень. Ці та інші програми для MicroStation зведені в єдиний каталог, що випускається один раз на рік.

MicroStation є багатофункціональним, високопродуктивним пакетом автоматизованого проектування (CAD, САПР), який забезпечує функції креслення, візуалізації, аналізу, моделювання і керування базами даних. У цього пакета могутній інтерфейс, що однаково функціонує на всіх підтримуваних платформах (PC, комп'ютери фірми Apple, UNIX-робочі станції). Пакет особливо корисний для груп розробників і користувачів, що працюють у мережному режимі. Застосовуваний у MicroStation багатокористувальницький підхід забезпечує ефективну спільну роботу групи проектувальників незалежно від типу комп'ютерних платформ. Внутрішня архітектура пакета дозволяє використовувати макроси і створювати нові додатки. Остання версія — Microstation V8 2004 Edition.

Програмні платформи — Windows NT, 2000, XP. Вимоги до апаратної платформи (Pentium, AMD Athlon): мінімальна оперативна пам'ять — 128 Мб, рекомендована — 256 Мб і більше, процесор з мінімальною тактовою частотою 800 МГц і більше. Для запису на диску потрібно близько 200 Мб вільного місця.

Основним форматом даних є векторний графічний формат DGN. До складу графічних об'єктів входять точкові, лінійні і полігональні об'єкти, а також їх різні комбінації. Використовуються різні графічні блоки, мультілінії, сплайнові лінії і поверхні, прив'язування, рендовані поверхні. У структурі файлу DGN жорстко задані 64 рівні, які ідентифіковані номерами. До кожного рівня прив'язаний набір графічних змінних - стиль, колір, заповнення, товщина.

За набором графічних об'єктів і методів їхньої обробки цей графічний редактор є визнаним лідером серед пакетів САД.

Microstation імпортує й експортує різні векторні формати (DWG, DXF, IGES і CGM), растрові формати (TIF, JPG, CI, COT, RGB, RLE, PCX, PCT, EPS, RS, TGA, BMP, WPG).

Передбачено можливість використання растрових зображень як підкладки (референс-файлів), а також робити їхні геометричні перетворення, що дозволяють, наприклад, спільно обробляти аерокосмічні зображення і векторну графіку. MicroStation підтримує більшість комерційних СКБД (включаючи Microsoft Access, Oracle, dBASE IV, Microsoft SQL Server).

Характерними рисами *функціональних можливостей* MicroStation є:

- універсальний графічний інтерфейс, близький до Microsoft Office;
- реалізація практично на всіх основних платформах з повною сумісністю за форматами;
- наявність функції *assocdraw* — симбіозу клавіатури і миші, що забезпечує точність позиціонування курсора;
- наявність функції *smartline* — пристосування для ефективного введення просторових даних;
- середовище розробки, яке надбудовується, включаючи середовище AutoCAD;
- багатий вибір готових бібліотек символів, змінюваних і розширюваних користувачем на свій розсуд; - складне масштабування з матрицями масштабів, що надбудовуються, для основних масштабних стандартів ANSI, ISO, DI і ЕСКД;
- різні координатні системи для зручного відображення просторових даних;
- відображення векторної і растрової інформації за допомогою посилань на файли;
- можливість завантаження AutoCAD шрифтів (у тому числі кирилиці); - підтримка OpenGL;
- макромова програмування MicroStation Basic;
- стовідсоткова сумісна з ANSI C мова програмування MDL;
- моделювання поверхонь за допомогою раціональних Всіткових поверхонь (функція NURBS); - динамічний фотореалістичний рендеринг із застосуванням Gouraud-півтонів, Phong-півтонів, кольорного коливання і растрового фону; - анімація по ключових кадрах;
- утиліта архівування;
- інтегрована підтримка принтерів і графобудівників, що передбачає попередній перегляд, настроювання таблиці друкарських вузлів і виклик зовнішніх функцій MicroStation Basic;
- підтримка колективної роботи.

Програма Digitals призначена для створення, редагування і проглядання топографічних і спеціальних карт, друку топографічних карт відповідно до вимог вітчизняних нормативних документів до умовних знаків, забезпечення робіт по землеустрою, веденню міського і земельного кадастрів. Програма розроблена в державному науково-виробничому підприємстві (НВП) «Геосистема» (м. Вінниця), що належить до Департаменту геодезії, картографії і кадастру Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. Працює на IBM-сумісних персональних комп'ютерах під операційними системами Windows 95/98/Me/2000/XP. Остання версія пакету (літо 2005) Digitals/Delta for Windows версії 5 займає близько 15 Мб дискового простору.

Створення цифрових карт здійснюється шляхом векторизації по растру відсканованих карт або з використанням АФС «Стереонааграфа» чи ЦФС «Дельта», аерокосмічних знімків у форматах TIF і BMP. Працює з чорно-білими і кольоровими растрами розміром до 4 Гб. При векторизації використовуються шаблони типових об'єктів, що забезпечують автоматичне створення полігонів. При цифруванні підтримується функція автозахоплення з індикацією об'єктів. Надає можливості створення довільних рамок і варіантів зарамкового оформлення з автоматичною вставкою їх у карту, використання шаблонів карт, можливість символізування цифрових карт, створених в інших системах.

Програма підтримує:

- необмежений список шарів, що визначають атрибути відображення об'єктів: колір і товщину лінії, заливку, умовні знаки та ін.;
- необмежену кількість параметрів об'єктів (полів бази даних) з можливістю довільного розміщення на карті у вигляді підписів;
- нередаговану бібліотеку умовних знаків, що містить одиночні, лінійні, лінійно-орієнтовані, лінійномасштабовані і площинні умовні знаки;
- управління черговістю відображення шарів і окремих об'єктів;
- режим WYSIWYG: зображення на екрані точно відповідає тому, що буде видане на принтер, плотер, у BMP-файл.

До складу основних функцій роботи з рельєфом входить створення регулярної ЦМР-сітки з пікетів і/або горизонталей, моделювання і інтерполяція горизонталей, побудова розрізів і перетинів, підрахунок об'ємів.

Забезпечення робіт із землеустрою, ведення міського і земельного кадастрів включає:

- автоматизацію технології розпаювання земельних ділянок і підготовки супутньої документації;
- створення кадастрових карт і планів;
- заповнення записів бази даних по кожному об'єкту з можливістю пошуку;
- створення звітів, експлікацій і графічних та текстових документів, що настроюються;
- автоматичний підрахунок площ, настроювання одиниць вимірювання і форматів подання даних.

Пакет підтримує формати DXF+DBF, MSH/MIF, Shape, TXF і ASCII. Програма Digitals є основою

(картографічним ядром) програмного забезпечення цифрової фотограмметричної станції «Дельта», яка організує весь процес обробки аерофотознімків від триангуляції/урівнювання до видачі оформлених карт, ортофотопланів і ортофотокарт.

В останніх версіях пакету, який тепер має назву Digitals/Delta, додані нові функції редагування, з'явилися можливості працювати як в стерео-, так і в монорежимах, передавати зібрані дані в інші системи і використовувати програму як навігаційний інструмент разом з GPS-приймачами.

Розглянемо основні сучасні тенденції розвитку інструментальних ГІС і геоінформаційних технологій в цілому, оскільки, як було показано в першому розділі, саме в інструментальних ГІС, або програмних ГІС-пакетах, сьогодні в якнайповнішому вигляді реалізуються геоінформаційні технології.

Більше того, останніми роками простежується чітка **тенденція інтеграції інструментальних ГІС з тими технологіями роботи з просторовокоординованою інформацією, які ще донедавна були реалізовані тільки в рамках самостійних програмних продуктів**. Відзначимо тут введення в останні версії комерційних ГІС-пакетів (IDRISI Kilimanjaro, ArcGIS й ін.) модулів, що забезпечують виконання геостатистичного аналізу просторових даних і моделювання безперервних поверхонь, які раніше проводилися з використанням незалежного програмного забезпечення — Gstat, GST, MICROMINE, Surfer та ін.

З іншого боку, спостерігається **проникнення геоінформаційних технологій, що складають основу функціональних або аналітичних можливостей інструментальних ГІС, у традиційні інформаційні технології**. Так, у результаті угоди між фірмами MapInfo Corporation і Microsoft створено в рамках пакета Microsoft Office продукту Microsoft Map, а також версії СКБД Oracle, що підтримує роботу з просторово розподіленими даними — Oracle 8 і Spatial. Ця тенденція дає підставу деяким аналітикам говорити про «розчинення ГІС у загальному потоці інформаційних технологій» (Блинкова, 2000), оскільки все частіше ГІС використовується не сама по собі, а як елемент системи керування великими просторово-розподіленими проектами. Наприклад, ГІС стає частиною диспетчерської системи газопроводу, як у проекті «Блакитний потік» (газопроводу по дну Чорного моря), де застосовується для координації роботи тисяч людей, зайнятих на його будівництві і фізично

розділених великими відстанями. В останньому випадку доступ до географічної інформації і її редагування виконується через Інтернет.

Інтеграція ГІС і Інтернет є ще однією із сучасних тенденцій розвитку геоінформаційних технологій. Інтернет все більше використовується для поширення атрибутивних і картографічних даних. Зокрема, фірмою ESRI в Інтернеті створена Географічна мережа (Geographical Network) — глобальна мережа географічних інформаційних споживачів і постачальників. Вона забезпечує інфраструктуру, потрібну для підтримки сумісного використання географічної інформації серед постачальників даних, постачальників послуг і споживачів у всьому світі. Через Географічну мережу можливе здійснення доступу до багатьох видів географічної інформації, включаючи статичні карти, динамічні карти і масиви атрибутивних даних. Останніми роками розробники програмного забезпечення ГІС все більше уваги приділяють програмним засобам, що дають можливість створення Web-серверів, здатних забезпечувати доступ через Інтернет до інформаційних ресурсів видалених баз просторових даних і можливість надання деяких найпопулярніших можливостей ГІС, як, наприклад, картографування, пошук адрес, маршрутизація, аналіз близькості та ін., для інтеграції в широку різноманітність додатків розробників. Для реалізації цих функцій, зокрема, до складу сімейства ГІС-пакетів ArcGIS останніх версій введено пакети ArcIMS (Internet Map Server), який забезпечує можливість публікації карт, даних і метаданих в Інтернеті, і ArcGIS Server, що дозволяє створювати розподілені багатоярусні інформаційні системи. Програмні засоби для роботи в Інтернеті створені й іншими розробниками програмного ГІС-забезпечення. На думку фахівців, вже в найближчому майбутньому серверні ГІС стануть не тільки важливим доповненням, а й у багатьох випадках альтернативою настільним геоінформаційним системам, що дозволить значно розширити доступ до просторової інформації і зменшити її вартість.

Основними виробниками програмних засобів ГІС індивідуально і під егідою авторитетної неурядової міжнародної організації Консорціум відкритих ГІС (Open GIS Consortium, OGS) **проводиться активна політика щодо подолання проблеми форматів просторових даних.** Можна говорити про існування вираженої тенденції до «Відкритої ГІС». Це виявляється і в переліках форматів імпорту-експорту відомих інструментальних ГІС, що постійно розширюються, і в розробленні нових інструментальних ГІС, які характеризуються якісно новими можливостями в роботі з різними форматами даних. Назвемо тут реалізацію в другій половині 90-х років ХХ ст. фірмою INTERGRAPH (США) програми «Юпітер» і розробку програмного ГІС-пакета нового покоління

GeoMedia Professional, а також розробку у 2001 р. фірмою Hitachi Software Global Technology, Ltd (США) програмного пакета під символічною назвою «AnyGIS» (будь-яка ГІС), здатного працювати, за запевненнями розробників, «з будь-якими форматами, отриманими з будь-яких джерел». Нарешті, за даними Інтернету, 17 вересня 2003 р. «спонукувані запитами ринку» фірми

Laser-Scan, Autodesk, Intergraph and MapInfo (всі є членами

OpenGIS Consortium) прийняли ініціативу щодо досягнення повної сумісності ГІС-продуктів цих трьох фірм, що є провідними у світі виробниками програмного ГІС-забезпечення.

Бурхливий прогрес комп'ютерної техніки зняв обмеження на можливість використання персональних комп'ютерів як апаратної платформи для переважної більшості комерційних ГІС-пакетів. З'явився новий клас обчислювальних пристроїв — кишенькових персональних комп'ютерів (КПК) і — відповідного рівня програмного ГІС-забезпечення. Зокрема, фірмою ESRI випущений пакет ArcPad для встановлення на КПК під операційною системою Windows CE для мобільного картографування і забезпечення геоінформаційними технологіями мобільних систем. Пакет підтримує досить широкий спектр форматів просторових даних — шейпфайли (ESRI), MrSID (Lizard Tech), біт-формат (Windows), JPEG (ArcIMS Image Services) через Інтернет.