

ЗМІСТ

Передмова	5
Вступ.....	9
Перелік скорочень	13
1 Геоінформаційні технології у сучасному світі.....	14
1.1 Розвиток геоінформаційних технологій в Україні.....	17
1.2 Відмінність ГІС від інших інформаційних систем	18
1.3 Функції та галузь застосування ГІС у світі сучасних інформаційних технологій	21
2 Огляд сучасних систем автоматизованого проектування.....	24
2.1 Характеристика найпоширеніших систем автоматизованого проектування	24
3 Геоінформаційні технології в економіці.....	61
3.1 Основні пакети програм для статистичної обробки даних.....	61
3.2 Програмні засоби для оцінки екологічних параметрів економічної діяльності	68
3.3 Програмні продукти для аналізу безпеки технічних систем.....	71
3.4 Програмні пакети для оцінки фінансових параметрів підприємств	73
4 Апаратне забезпечення геоінформаційних систем.....	78
4.1 Загальна характеристика апаратного забезпечення ГІС	78
4.2 Пристрої збору і введення інформації	79
4.3 Пристрої візуалізації і подання даних.....	83
4.4 Тенденції розвитку апаратного забезпечення	85
5 Моделі даних.....	87
5.1. Функціонування баз даних	91
5.2 Керування даними в ГІС.....	94
5.3 Розподілені бази даних	96
6 Методи формалізації просторово–розподіленої інформації.....	100
6.1 Використання карт	100
6.2 Картографічні проєкції	101
6.3 Просторова інформація в ГІС	106
6.4 Вибір способу формалізації перетворення структур даних.....	110
7 Загальна характеристика і аналіз об’єкта управління	115
7.1 Загальне уявлення про систему	115
7.2 Властивості системи	121
7.3 Роль ІС на транспорті.....	121
7.4 Завдання ІС на транспорті	122

7.5 Призначення інформаційної системи.....	122
7.6 Функції інформаційної системи.....	124
8 Застосування геоінформаційних систем.....	126
8.1 Довідкові ГІС.....	126
8.2 Навігаційні ГІС.....	130
8.3 Диспетчерські ГІС.....	134
8.4 ГІС у бізнесі.....	137
8.5 ГІС у органах влади.....	141
8.6 ГІС у містобудівному кадастрі.....	142
8.7 ГІС у плануванні розвитку міст та регіонів.....	146
8.8 Використання ГІС у інженерних мережах (лінійні та просторові).....	149
8.9 ГІС на залізничному транспорті.....	152
8.10 ГІС у сільському господарстві.....	154
8.11 ГІС у лісовому господарстві.....	155
8.12 ГІС у надровикористанні.....	156
8.13 ГІС та екологія.....	158
8.14 ГІС у обороні держави.....	159
8.15 ГІС у освітньому процесі.....	161
9 Застосування ГІС у транспортному господарстві (автомобільні дороги та залізниці).....	162
9.1 Інформаційні технології в дорожньому господарстві.....	162
9.2 Програми розвитку й обґрунтування інвестицій у лінійні об'єкти інфраструктури.....	164
9.3 Проектування шляхів сполучення та реалізація поточного утримання об'єктів інфраструктури.....	165
9.4 Транспортні потоки й облік руху пасажирів та вантажів.....	166
9.5 Паспортизація, інвентаризація та кадастр у ГІС просторі.....	171
9.6 Експлуатація та поточне утримання лінійних об'єктів.....	175
Список літератури.....	177
Предметний покажчик.....	185
Словник термінів.....	287
Для нотаток.....	195

1. Геоінформаційні технології у сучасному світі

Першою реально працюючою геоінформаційною системою (ГІС) у світі вважається ГІС Канади (Canada Geographic Information System, CGIS), розроблена в середині 60-х років ХХ ст на базі перших ЕОМ і пакетної системи обробки даних. Основне призначення ГІС Канади полягало в обробці і аналізі даних, накопичених Канадською службою земельного обліку (Canada Land Inventory), для використання при розробленні планів землеустрою величезних площ переважно сільськогосподарського призначення [43].

Перший етап (кінець 50-х — кінець 70-х років ХХ ст.). Разом зі створенням перших географічних інформаційних систем, перш за все в Канаді і США, етап характеризується розробленням перших комп'ютерних систем просторового аналізу растрових зображень й автоматизованого картографування з використанням лінійних і пір'яних плотерів. Першим і найвідомішим програмним пакетом, що реалізовував функції побудови картограм, карт ізоліній і трендових поверхонь, був пакет SYMAP (Synagraphic Mapping System), розроблений у 1967 р. у Гарвардській лабораторії комп'ютерної графіки і просторового аналізу (Harvard Laboratory for Computer Graphics & Spatial Analysis) Массачусетського технологічного інституту (керівник — Говард Фішер, США).

Другий етап (80-ті роки ХХ ст.). У другій половині 70-х — на початку 80-х років ХХ ст. на заході, особливо в Північній Америці, як державні, так і приватні організації зробили значні інвестиції у розробку та застосування ГІС-технологій. У цей період були створені сотні комп'ютерних програм та систем. Розробка (1973 — 1978 роки) і широке використання недорогих комп'ютерів з графічними дисплеями (так званими «персональними») дозволили відмовитись від «масового» режиму обробки даних і перейти до режиму зв'язку з комп'ютером за допомогою команд англійською мовою. Це допомогло централізувати дослідження у галузі ГІС-технологій. Тісна інтеграція міждисциплінарних досліджень, їх спрямованість на вирішення складних проблем, пов'язаних з просторовим проектуванням, плануванням та управлінням, призвела до створення інтегрованої ГІС, яка характеризується більш-менш багатогранністю.

За однією з оцінок (Coppock, Anderson, 1987) у Північній Америці в 1983 році було понад тисячу ГІС і автоматичних картографічних систем. У Європі розроблення ГІС проходило в меншому масштабі,

але основні кроки в галузі розроблення і використання ГІС-технології були зроблені і тут. Особливо слід відзначити Швецію, Норвегію, Данію, Францію, Нідерланди, Великобританію і Західну Німеччину (Burrough, 1986).

Для 80-х років ХХ ст. у цілому характерне зростання наукового, політичного і комерційного інтересу до ГІС. Це було обумовлено усвідомленням необхідності створення державних інтегрованих ГІС, особливо у зв'язку з управлінням природними ресурсами і моніторингом навколишнього середовища. Показовими для цього періоду фактами є офіційне визнання у Великобританії в 1984 р. методів обробки просторових даних науково-дослідними пріоритетами (Jackson et al., 1990) і створення в США Національного центру географічної інформації і аналізу (NCGIA) Національної академії наук (1987), призначеного для проведення базових досліджень в галузі географічного аналізу з використанням географічних інформаційних систем.

Важливу стимулюючу роль у зростанні інтересу до ГІС відіграло бажання навчитися вирішувати як наукові, так і практичні проблеми, включаючи комерційну основу, яку потім аналізували між наборами даних дистанційного зондування. Розробка геоінформаційних систем, особливо тих, які можуть інтегрувати дані дистанційного зондування («інтегрована ГІС»), є необхідною умовою ефективного використання матеріалів дистанційного зондування.

У 80-ті роки ХХ ст. розробляються програмні ГІС-пакети (інструментальні ГІС), майбутні лідери світового програмного ГІС-забезпечення — пакет ARC/INFO, розроблений Інститутом досліджень систем навколишнього середовища (Environmental System Research Institute, ESRI Inc.) (1982), пакет MapInfo фірми Mapping Information Systems Corp. (1987), пакет IDRISI, розроблений в Університеті Кларка (1987), пакет Modular GIS Environment (MGE) фірми Intergraph (1988) — усі в США.

Реалізацією могутнього інтеграційного потенціалу ГІС-технології стала починаючи з середини 80-х років ХХ ст. низка міжнаціональних і глобальних проєктів з моніторингу природного середовища, таких, як CORINE — Геоінформаційна система країн Європейського співтовариства (з 1985 р.) і GRID — Глобальний ресурсний інформаційний банк даних (з 1987 р.).

Третій етап (90-ті роки ХХ століття — початок ХХІ століття). Досягнення технологій ГІС у 1990-х роках були в основному пов'язані з розробкою апаратного забезпечення та появою обох комп'ютерів — 32-розрядних, потім 64-розрядних міні-та мікрокомп'ютерів, а також

введення та виведення інформації. Просторові дані — оцифровщики, сканери, графічні екрани. Цей же період характеризується широким використанням комерційних пакетів CBS («інструментальна ГІС»), що з'явилися у 80-х роках ХХ століття.

Світовими лідерами серед комерційних ГІС-пакетів стають програмні продукти фірм ESRI (Arc/Info Arc View GIS), Intergraph (MGE), Mapping Information Systems (MapInfo).

У розвинених країнах ГІС-технологія набуває широкого застосування в географії, геології, екології, особливо в міждисциплінарних проєктах, містобудуванні, транспорті, кадастровій діяльності, регіональному плануванні та розробці, аналізі та поданні супутньої інформації в різних галузях, управління та багатьох інших сфер людської діяльності. За даними Берроу та Макдонелла, у 1998 році геоінформаційні системи використовувались понад 93 000 місцях у всьому світі, з них 65 % були у Північній Америці та 22 % у Європі.

У Східній Європі в центрі діяльності спостерігається зміна тенденцій щодо розвитку та застосування геоінформаційних технологій.

У колишньому Радянському Союзі дослідження у галузі геоінформаційних технологій розпочалися у вісімдесятих роках і в основному Н. Е. Тикунов (1991) займався адаптацією зарубіжного (західного) досвіду. Дослідження проводили Інститут географії та Далекосхідний науковий центр АН СРСР, Москва (відділ картографії та геоінформатики), Казанський, Тбіліський, Тартуський та Харківський університети. У цей період (середина 1980-х та друга половина ХХ століття) була розроблена перша автоматизована система картографування (наприклад АКС МГУ), проведено дослідження просторового аналізу, картографічного та математичного моделювання, тематичного картографування та їх автоматизації. Про теоретичне обґрунтування та розвиток перших геоінформаційних систем (Н. Л. Беручишвілі, І. В. Гарміз, Б. К. Давидчук), Берлянт, Н. Л. Беручишвілі, В. Т. Жуков, П. В. Петров, С. М. Сербенюк, Ю. Г. Симонов, Б. Ц. Тикунов, І. Г. Черванев, В. А. Червяков та ін.), В. П. Каракін, А. В. Кошкар'ов, В. Г. Ліннік, М. В. Панасюк, А. М. Трофімов та ін.). Першою ГІС, розробленою в колишньому Радянському Союзі, була геоінформаційна система Фізико-географічної лікарні Марткопа Тбіліського університету (Беручішвілі, 1986).

1.1. Розвиток геоінформаційних технологій в Україні

Геоінформаційні технології в Україні набули розвитку в середині 90-х років ХХ ст. Серед позитивних чинників, що характеризують сучасний стан застосування геоінформаційних технологій у країні, слід відзначити такі:

- формування в державних установах і організаціях груп фахівців, які активно працюють у напрямку застосування ГІС у різних сферах людської діяльності, зокрема: у Державному проектному інституті Діпромисто (Київ); у Науково-дослідному інституті геодезії і картографи (Київ); в Управлінні земельних ресурсів Одеської облادміністрації; в Одеському національному університеті ім. І. І. Мечникова; у Національному університеті «Львівська політехніка» (Львів); у Національній гірській академії (Дніпро); у Харківському технічному університеті радіоелектроніки; в Українському центрі менеджменту Землі і ресурсів (Київ) та в ряді інших організаціях;
- створення ГІС-асоціації (1997) і Асоціації геоінформатиків (2003) України, що сприяють активізації і консолідації геоінформаційної діяльності в країні;
- щорічне проведення ГІС-форумів (1995–2001 р.), конференцій «Гео-інформатика: теоретичні і прикладні аспекти» (з 2002 р.), конференцій користувачів продуктів фірми ESRI в Криму (з 1998 р., ЗАТ ЕСОММ), а також окремих тематичних конференцій, семінарів, нарад, присвячених використанню геоінформаційних технологій (наприклад «Геоінформаційні технології сьогодні» (Львів, 1999); «Геоінформаційні системи і муніципальне управління» (Миколаїв, 2000 р.) «Можливості ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Причорноморського регіону» (Одеса, 2003) та ін.);
- створення державних підприємств і комерційних компаній, що спеціалізуються на розробці і/або використанні геоінформаційних технологій, зокрема: державних науково-виробничого підприємства «Геосистема» (м. Вінниця) і науково-виробничого центру «Геодезкартінформатика» (м. Київ); комерційних компаній «Інтелектуальні системи, Гео», «Інститут передових технологій», «ЕСОММ», ГЕОКАД, «Аркада», «Геоніка» (м. Київ); «Високі технології» (м. Одеса) та інше;

- розроблення спеціалізованого геоінформаційного пакета Рельєф-процесор — Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, векторно-растрової інструментальної ГІС настільного типу ОКО — ВАТ «Геобіономіка» (м. Київ); програмних комплексів GEO+CAD і GeoniCS, призначених для обробки даних досліджень і геоінженерного проектування в галузі цивільного, промислового і транспортного будівництва — компанія «ГЕОКАД», АТ «Аркада» і НПП «Геоніка» (м. Київ) та інше;
- створення електронного атласу України — пілотної версії комп'ютерного Національного атласу України (2000) — Інститутом географії НАН України і компанією «Інтелектуальні системи, Гео» (Київ);
- внесення курсів з ГІС і геоінформаційних технологій до програми підготовки фахівців природознавчих і екологічних спеціальностей у багатьох вищих навчальних закладах країни;
- відкриття курсів підготовки фахівців у галузі геоінформаційних систем і технологій, зокрема, в Університеті «Львівська політехніка» (Львів) — в рамках спеціальності «Картографія», в Одеському національному університеті ім. І. І. Мечникова — в рамках спеціальності «Географія», в Одеському державному екологічному університеті — в рамках спеціальності «Інформаційні технології», у Національній гірській академії України (Дніпропетровськ) — за фахом «Геоінформаційні системи і технології».

До факторів, що стримують розвиток геоінформаційних технологій, належать низький в цілому рівень комп'ютеризації в країні і відсутність у достатній кількості відповідних фахівців.

1.2. Відмінність ГІС від інших інформаційних систем

Географічні інформаційні системи — це:

- інформаційна система, що може забезпечити введення, маніпулювання й аналіз географічно визначених даних для підтримки прийняття рішень (Vites et al., 1984);
- реалізоване за допомогою автоматизованих засобів (ЕОМ) сховище системи знань про територіальний аспект взаємодії природи і суспільства, а також програмного забезпечення, що моделює

функції пошуку, введення, моделювання та інше. (Трофимов, Панасюк, 1984 р.);

- набір засобів для збору, збереження, пошуку, трансформації і відображення даних про навколишній світ з певною метою (Burrough, 1986 р.);
- інформаційна система, призначена для роботи з просторовими, чи географічними координатами (Star, Estes, 1990 р.);
- апаратно-програмний людино-машинний комплекс, що забезпечує збір, обробку, відображення і поширення просторово-координованих даних, інтеграцію даних і знань про територію для ефективного використання при рішенні наукових і прикладних географічних завдань, пов'язаних з інвентаризацією, аналізом, моделюванням, прогнозуванням і керуванням навколишнім середовищем і територіальною організацією суспільства (Кошкарев, 1991 р.);
- сукупність апаратних, програмних засобів і процедур, призначених для забезпечення введення, керування, обробки, аналізу, моделювання і відображення просторово-координованих даних для вирішення складних проблем планування і керування (CoreCurriculum, 1991 р.);
- науково-технічні комплекси автоматизованого збору, систематизації, переробки і представлення (видачі) геоінформації в новій якості з умовою одержання знань про досліджувані просторові системи (Сербенюк, 1990 р.);
- сукупність апаратно-програмних засобів і алгоритмічних процедур, призначених для збору, введення, зберігання, математико-картографічного моделювання і образного представлення геопросторової інформації (Симонов, 1991 р.);
- сукупність технічних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, математико-картографічне моделювання й образне інтегроване представлення географічних і співвіднесених з ними атрибутивних даних для вирішення проблем територіального планування і керування (Отраслевой стандарт, 1997 р.);
- інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих (просторових) даних (Баранов и др., 1997 р.).

По-перше, ГІС — це інформаційна система, тобто «система обробки даних, що має засоби накопичення, збереження, відновлення, пошуку і видачі даних» (Словник з кібернетики, 1989, с. 242).