

В. М. ВОЛОВИК

ГЕОГРАФІЯ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

Навчальний посібник

для студентів спеціальності 103 Науки про Землю*
ступеня вищої освіти «магістр»

Вінниця – 2020

Затверджено на засіданні кафедри географії
Вінницького державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського
(протокол № 5 від 25.11.2020)

Рецензенти:

Воровка В. П., д.г.н., доцент, завідувач кафедри екологічної безпеки та раціонального природокористування (Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького)

Яцентюк Ю.В., доктор географічних наук, професор кафедри географії (Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського)

Воловик В. М.

**Географія в інформаційному суспільстві (курс лекцій):
навчальний посібник для студентів спеціальності 103 Науки
про Землю*, ступеня вищої освіти «магістр». – Вінниця, 2020.
– 123 с.**

**Розкриті основні аспекти дослідження сучасних
інформаційних технологій та їх вплив на формування нових
напрямів у географії та застосування геоінформаційних
систем. Враховані найновіші наукові досягнення і методичні
розробки у географії і суміжних науках.**

© Воловик В.М., 2020

ПЕРЕДМОВА

Метою викладання вибіркової навчальної дисципліни «Географія в інформаційному суспільстві» є дослідження сучасних інформаційних технологій та їх вплив на формування нових напрямів у географії.

У нових умовах перед географією виникають нові завдання та виклики, бо змінюється суспільство, структура його життєдіяльності, форми геопросторової організації. Деякі дослідники, правильно спостерігаючи сучасні явища прискореної геопросторової комунікації людей, роблять хибний висновок про те, що в інформаційному суспільстві може зникати геопростір та географія. На нашу думку, в інформаційному суспільстві геопростір не зникає, однак суттєво змінюється суспільно-географічне бачення людини. Це потрібно пояснити детальніше.

В інформаційному суспільстві, за рахунок розвинутих транспортних та інформаційних комунікацій, людина перетворюється з точково-локалізованого об'єкта в геопросторово-поширений об'єкт, який не має чіткої точкової просторової локалізації. В індустріальному, а особливо в доіндустріальному суспільстві, життєдіяльність майже кожної людини на протязі тривалого часу локалізувалась у дуже обмеженому просторовому ареалі, який з позицій географії можна було розглядати як точку. У нових умовах активність людини на протязі певного проміжку часу означає, що вона просторово «розпливається». Для прикладу можна подивитися на кожного з нас, бо кожен з нас на протязі року особисто буває в десятках міст, здійснює особистий інформаційний телефонний контакт ще з десятками інших поселень, а через мережу Інтернет особисто взаємодіє з сотнями інших населених місць.

Цікавим є питання територіального характеру поширення інформаційних технологічних інновацій. Незважаючи на позагеографічний характер кіберпростору, у розвитку та поширенні елементів та ознак інформаційного суспільства спостерігаються, традиційні та відомі суспільно-географічні закономірності.

ЛЕКЦІЯ 1

ІНФОРМАЦІЙНЕ СУСПІЛЬСТВО

У середині ХХ століття слово інформація була прийнята як технічний термін (зокрема, як теорія інформації) в розрахунках інженерів про надійність телефонії та подібних сигнальних систем. Це використання пов'язувало інформацію про слово з низкою розробок у логіці, ймовірності та обчисленнях, які виявилися дуже важливими у деяких галузях, зокрема криптоаналізу, електротехніки та термодинаміки [Buckland, 2017].

Важко не помітити, що вже досить багато людей стверджують, нібито ми вступили у нову еру, керовану «новою парадигмою», згідно з якою основою економічних і суспільних відносин вже не є матеріальні цінності. Ці люди стверджують, що вже сьогодні, або принаймні у недалекому майбутньому, їхньою основою стане інформація та знання. Такі перетворення, які ще часто називають народженням (глобального) інформаційного суспільства, світу «позбавленого ваги», світу мережевих технологій, визначалися раніше як прихід постіндустріального суспільства або суспільства сфери послуг. У цій книзі я розглядаю найсуттєвіші моменти такого бачення та стверджую, що справжніх змін не так багато, як казок про цю трансформацію. Власне кажучи, хоча в наш час, можливо, і змінюються форми та практики нашого життя, фундаментальні основи нашої соціо-економічної системи залишаються великою мірою тими ж.

Будь-яке твердження про те, що наше «інформаційне суспільство» є особливим або чудовим, передбачає контраст із деяким іншим «неінформаційним суспільством», яке відрізняється певним чином. Але оскільки всі групи розвивають свій колективний характер шляхом спільної діяльності, шляхом співпраці та спілкування, «неінформаційне суспільство» було б суперечливістю.

Термін «інформаційне суспільство» є радше політичною програмою, ніж теоретичним поняттям. При цьому неявно передбачається, що шлях в інформаційне суспільство має привести як окремі національні держави, так і всю світову спільноту до створення конкурентоспроможної в глобальному масштабі економіки, нових робочих місць і вирішення екологічних проблем. Причому вважається: оскільки інформаційне суспільство вимагає і нових форм активної участі населення в політичних рішеннях, воно автоматично створить основи

для демократичного розвитку і призведе до революції не тільки в професійній діяльності, а й у повсякденному житті [Бехманн, 2010].

У джерелах інформаційне суспільство часто характеризується через відношення до тих сучасних технологій, які знаходять в ньому застосування, проголошується в якості новітньої технологічної революції, тобто його виникнення визначається технологічно наступними чотирма основними взаємопов'язаними інноваційними чинниками:

- переходом від окремих механічних, електричних і електромеханічних елементів до електронних систем;
- мікромініатюризацією всіх електронних елементів;
- діджиталізацією комунікації та інформації;
- вибуховим розвитком в області програмного забезпечення.

1.1 Ідея інформаційного суспільства

Ідея інформаційного суспільства як характеристики сучасності виникла на початку 60-х років XX століття і до 80-х окремі аспекти інформаційної революції стали предметом жвавих дискусій. Проте в пізніших дослідженнях неминучості приходу глобального інформаційного суспільства помітно більше поміркованості. Найперші спроби аналізу були зроблені в Сполучених Штатах. Це роботи Фріца Мечлапа (Fritz Machlup) *“Створення та розповсюдження знання у США”* (1962) та Марка Пората (Marc Porat) *“Інформаційна економіка”* (середини 70-х), що були написані на основі місцевих реалій. І тільки після 1976 року почали з'являтися роботи, в яких вивчалися інші країни світу (Poirier, 1990: 247 - 249). В той час як на початку 90-х інтерес до цієї тематики, здавалося, почав зникати, поява Інтернету як засобу масової комунікації призвела до значного зростання зацікавленості теоріями інформаційного суспільства. Отже, ми можемо визначити три періоди дослідження цієї проблеми:

- з 1962 року до середини 70-х дослідження стосувалися тільки Америки;
 - з кінця 70-х до початку 90-х, коли ІКТ активно впроваджувалися у багатих та розвинених країнах, дослідження поширилися й на них;
 - сьогодні, коли дослідження зосереджені на потенціалі та перспективах Інтернету, це веде до масової зацікавленості ідеями глобального інформаційного суспільства [Мей, 2004].
- Серйозні дослідження ідеї інформаційного суспільства розпочалися

лише у 60-х роках ХХ століття, проте саме визнання економічної цінності знань та інформації зовсім не є новим. Так Френк Найт (Frank Knight), у своїй роботі *"Ризик, невизначеність та прибуток"*, опублікованій 1921 року, гучно наголошував на важливості діяльності у сфері знань та наводив приклади робітників, які застосовували це практично (Poirier 1990: 246). А 1959 року Едіт Пенроуз (Edith Penrose) в своїй *"Теорії розвитку фірми"*, розглядала керування науковим знанням та його поширення як головний предмет дискусій (Penrose, 1995). Але розуміння того, що володіння інформацією може бути корисним, було, звісно, досягнуто значно раніше. Сторіччями наукові патенти закріплювалися за видатними ідеями, було започатковане авторське право та розпочата практика захисту товарної марки (Sell May, 2001). Але до останньої третини двадцятого століття інформація розглядалася лише як один чинник або ресурс серед багатьох, а знання часто вважалося таким, що не може належати одній особі. Але настали інші часи. Інформація сьогодні стає інвестицією, на яку направлена увага підприємців, тоді як важливість контролю та доступу до знання все частіше вказує на те, що воно має бути відокремлене, що стане на заваді його вільного поширення [Мей, 2004].

1.2 Застосування ідеї інформаційного суспільства

Приблизно в той же час, коли Порат складав свій звіт, Деніел Бел зробив подібні висновки у *"Настанні постіндустріального суспільства"* (1974). Але він додав ще три припущення: теоретичне знання стане надзвичайно важливим (зміна в "центральному принципі" суспільства); очікування майбутнього виведуть на передній план розвиток новітніх технологій, механізми їхнього контролю та можливості щодо перетворення дійсності; виникнуть нові технології прийняття рішень (1974: 14). Він стверджував, що методи організації соціальної діяльності (спосіб прийняття рішень), по суті, є "інтелектуальними технологіями," що поширюються як приклади: вдалі методи організації соціальної діяльності копіюються іншими соціальними акторами та групами. Мало того, "найбільшим джерелом структурних перетворень у суспільстві... є зміна в характері знань" – коли замінюється "природний устрій на устрій технологічний" (1974: 44-45). Цей субстанцією новий устрій знання все більше впливатиме на характер проблем, визначаючи прийнятне і неприйнятне через спрощення всіх проблем до рівня простих технічних аспектів.

В інформаційну еру зростуть ролі експерта та технократа. Бел визнав, що знання завжди було необхідне для діяльності суспільства. Але, “для постіндустріального суспільства буде характерна зміна у визначенні знання як такого. Пріоритет теорії над емпіризмом і узагальнення знань у вигляді абстрактних систем символів, що... можуть бути використаними для освоєння нових сфер діяльності – стало визначальним для прийняття рішень і обумовило характер змін у теоретичному знанні” (Bell, 1974: 21).

У постіндустріальному суспільстві “центральною особою є професіонал.” Він надає соціальні послуги – медичне обслуговування, освіту, відпочинок, а також забезпечує мистецько-культурні послуги – які сьогодні вважаються необхідними та є доступними для кожного (Bell, 1974: 127). Бел визначив таке суспільство як новий набір “ігор між людьми,” царство індивідуалізованого соціального існування.

В іншому дослідженні наслідків цієї нової ери, Елвін Тофлер (Alvin Toffler) робить припущення, що соціальне відчуження і соціальні труднощі, які багато хто відчував у кіпці 60-х років минулого століття, були прямо пов’язані з “шоком майбутнього” – нездатністю встигати за нестримними змінами, що були викликані приходом інформаційної ери (Toffler, 1970). Це трапилося, доводив він пізніше, бо постіндустріальне інформаційне суспільство не було послідовним продовженням суспільства індустріального. Воно було «радикальною зміною... комплексним перетворенням, таким ж революційним за своїм характером, як сама індустріальна революція» (Toffler, 1980: 336).

Всередині інформаційного суспільства (завдяки Інтернету) відбувається активна децентралізація комунікацій; індивіди мають змогу реформувати своє суспільство завдяки перебудові своїх комунікаційних мереж. Однак ця децентралізація також призводить до фрагментації дійсних соціальних явищ (роботи, фізичної присутності на роботі), що може ускладнити формування соціальної ідентичності.

1.3 Від суспільства інформаційного до суспільства мережевого

Поєднуючи ці два напрями, Мануель Кастелз (Manuel Castells) запропонував розглядати ІКТ як такі, що привели до появи нового виду суспільства – мережевого (1996, 1997а, 1998), Треба зазначити, що Кастелз навряд чи був першим, хто наголосив на важливості потенціалу мережевих якостей широко розповсюджених ІКТ.

Кастелз стверджує, що запровадження ІКХ приводить до появи мережевого суспільства, такого, де не лише компанії, а й індивіди, можуть отримувати користь від нових комунікаційних можливостей. Електронні мережі дозволяють продукувати та розповсюджувати знання та інформацію, збільшуючи можливості пристосування людей до соціального середовища та можливості робити нові наукові винаходи. Це приводить до виникнення інформаційного капіталізму та появи мережевого суспільства.

Широке поширення ІК.Т привело до якісно нових зв'язків між часом і простором. Подібно до багатьох ідей стосовно глобалізації, Кастелз пропонує новий “позачасовий час” (“timeless time”) і “плавучий простір” (“space of flows”): час вже не є таким послідовним і може бути накопичений завдяки примноженню інформації, і так само може бути швидко розтрачений через активну комунікацію. Кастелз також говорить про те, що просторова побудова нашого світу вже набагато більше залежить від функціонування електронних мереж (простір, що з'являється через подолання простору шляхом комунікації), ніж від суто фізичних параметрів. Все це говорить про прихід нової ери – інформаційної.

1.4 Основні положення інформаційного суспільства

Є кілька підходів до визначення основних положень інформаційного суспільства. Наприклад, Френк Вебстер (Frank Webster) у своєму комплексному дослідженні вирізняє п'ять підходів: *технологічний, економічний, професійний, просторовий та культурний*, з їхніми унікальними особливостями (2004).

1. *Технологічний критерій*. Нові технології – один з найпомітніших ознак настання нових часів, і їх часто приймають за ознаку появи інформаційного суспільства. Мають на увазі кабельне та супутникове телебачення, комп'ютерні мережі, персональні комп'ютери, нові офісні технології, особливо онлайнові інформаційні послуги, соціальні мережі, віртуальна реальність тощо. Ідея полягає в тому, що такий обсяг технологічних новацій повинен привести до соціального перевлаштування, бо його вплив на суспільство дуже значно. В кінці 1970-х – початку 1980-х років багато дослідників виявляли великий інтерес щодо «могутнього мікро», який був в стані революціонізувати наш спосіб життя (Evans, 1979, Martin, 1978), а найбільший захват відчував провідний футуролог Елвін Тоффлер (Toffler, 1980). Свою

думку він висловив метафорою: світ поступово формується трьома хвилями технологічних інновацій, які, як і високий приплив, не можна зупинити. Першою була сільськогосподарська революція, другий – промислова. Тепер на нас насувається третя хвиля – інформаційна революція, яка віщує новий спосіб життя (що, стверджує Тоффлер, буде просто чудово, правда, в тому випадку, якщо ми утримаємося на гребені цієї хвилі) [Уэбстер, 2004].

Пізніше футуристичний ентузіазм був підкріплений можливістю комп'ютерних технологій трансформувати телекомунікації, дійсно об'єднати дві технології (Toffler, 1990). Зараз поширення цифрових комунікаційних технологій (електронна пошта, передача даних і текстів, інформаційний обмін в режимі он-лайн) породжує міркування про становлення нового суспільства (Negroponte, 1995; Gates, 1995; Dertouzos, 1997). Інтернет, який дає можливість в реальному часі використовувати економічний успіх, сприяє навчанню, дозволяє спостерігати просторові процеси на земній поверхні у реальному часі, викликав багато коментарів.

Дуже часто висувається і інше заперечення проти технологічних критеріїв визначення. Критики не погоджуються з тими, хто стверджує, нібито в кожную історичну епоху спочатку винаходяться технології і тільки потім вони впливають на суспільство, змушуючи людей пристосовуватися до нових умов. У подібного роду твердженнях технології відводиться саме привілейоване місце, вона визначає весь світ соціального: вік пару, вік автомобіля, атомне століття (Dickson, 1974).

2. *Економічний критерій*. Цей підхід передбачає врахування зростання економічної цінності інформаційної діяльності. Якщо людина може припустити збільшення частки інформаційного бізнесу у валовому національному продукті (ВНП), то логічно – він може прийти до висновку, що економіка стала інформаційною. Якщо в економічній сфері інформаційна активність переважає над діяльністю в галузі сільського господарства і промисловості, то ми можемо говорити про інформаційне суспільство (Jonscher, 1999).

3. *Професійний критерій*. Цей підхід більше від інших подобається соціологам. Він тісно пов'язаний з працею Д. Белла (Bell, 1973), який є найбільшим теоретиком «постіндустріального суспільства» (цей термін практично синонімічний терміну «інформаційне суспільство» і саме в цьому сенсі використовується в роботах Белла). Тут розглядається структура зайнятості населення та моделі спостережуваних змін. Передбачається, що ми вступаємо в інформаційне суспільство, коли

більшість зайнятих працює в інформаційній сфері.

Акцент на змінах в сфері зайнятості інформаційного суспільства за останні роки змістився – раніше на чільне місце ставили технологію. Слід зазначити і оцінити, що ця концепція інформаційного суспільства принципово відрізняється від тієї, яка пропонувала відмінною рисою нового суспільства вважати інформаційні та комунікативні технології. Акцент на змінах в сфері зайнятості підкреслює швидше трансформаційні можливості інформації як такої, ніж вплив інформаційних технологій. Тут інформація проводиться в сфері зайнятості та реалізується в людях через навчання і досвід.

4. *Просторовий критерій.* Певні концепції інформаційного суспільства, хоча і спираються на економіку і соціологію, ґрунтуються на просторовому, географічному принципі. Головний акцент робиться на інформаційні мережі, які пов'язують різні місця, а тому мають значний вплив на організацію часу і простору. В останні роки ця концепція набула особливої популярності, так як інформаційні мережі стали відігравати значну роль в соціальній організації [Уэбстер, 2004].

Стало звичним виділяти центральне місце інформаційних мереж, які можуть зв'язати між собою різні точки всередині і поза офісом, міста, регіону, континенту і навіть всього світу. Так як електрика є по всій країні і доступна всім, хто має відповідне обладнання, ми цілком можемо уявити «провідникове суспільство», яке функціонує на національному, міжнародному і глобальному рівнях, забезпечуючи «інформаційну кільцеву магістраль» (Barron and Curnow, 1975) в кожному будинку, магазині, університеті, офісі, хто перебуває в дорозі: ноутбук, смартфон, планшет тощо.

Поширена думка, що поява електронних «супермагістралей» привернула увагу до потоку інформації (Castells, 1966), здатного викликати, можливо, переглядом відносин час-простір. В мережевому суспільстві труднощі, пов'язані з часом і простором, були багато в чому подолані, корпорації і навіть окремі люди можуть тепер ефективно вести свої справи в глобальному масштабі. Вченим вже немає необхідності робити поїздки, щоб попрацювати в бібліотеці конгресу, все необхідне вони отримують через Інтернет; менеджерам корпорацій не потрібно перелітати через континенти, щоб з'ясувати, як працюють філії на Далекому Сході, оскільки інтернет уможливорює постійне і систематичне спостереження за ходом роботи здалеку. І тому багато хто припускає, що все це знаменує серйозну трансформацію соціального устрою (Mulgan, 1991), яка може служити ознакою революційних змін.

З'являється проблема: чи ми використаємо технологічне визначення інформаційного суспільства (інакше кажучи, чи повинні мережі вважатися технологічними системами) або ж варто зосередитися на потоках інформації, які для багатьох авторів служать відмінною рисою нашого часу. Якщо ми приймаємо перше визначення, то тоді показником інформаційного суспільства має бути поширення цифрових мереж з інтегрованими послугами (ISDN), але мало хто з учених пропонує метод, яким ми могли б керуватися при цьому. Хоча можна заперечити і так: інформаційні мережі існують вже дуже давно. Принаймні з виникнення поштового зв'язку, потім телеграфу і телефону. Значна частина економічної, суспільної та політичної діяльності просто не можна уявити без цих інформаційних мереж [Уэбстер, 2004].

5. *Критерій культури*. Сучасна культура явно більш інформативна, ніж будь-яка попередня. Ми існуємо в медіа насиченому середовищі, що означає: життя істотно символізується, вона проходить в процесах обміну і отримання – чи спробах обміну і відмови від отримання – повідомлень про нас самих і про інших. Визнання вибухового зростання смислів змушує багатьох авторів говорити про те, що ми увійшли в інформаційне суспільство. Вони рідко роблять спроби оцінити цей розвиток в кількісних характеристиках, а просто починають з того, наскільки «очевидно», що ми живемо в океані знаків, яких набагато більше, ніж в попередні епохи.

Парадоксально, але цей інформаційний вибух, ймовірно, і змусив багатьох авторів оголосити про смерть знаку. Ми атаковані знаками з усіх боків, ми самі себе створюємо з знаків, ми не маємо можливості сховатися від них – і все це в результаті призводить до колапсу сенсу. Жан Бодрійяр пише: *«Інформації стає все більше, а сенсу все менше»* (Baudrillard, 1983a, с. 95). З цього погляду, знаки перш щось позначали (одяг, наприклад, позначала статус, політична заява – певну філософію). Однак в еру постмодернізму ми опинилися в такій приголомшливою павутині знаків, що вони втратили свою знаковість. Ці знаки надходять з різних сторін, вони різні, вони швидко змінюються, суперечать один одному, і в результаті їх здатність означати потьмяніла. Оскільки знання, отримане через безпосередній досвід, втрачає свої позиції, стає очевидним, що знаки більше не уявляють прямо що-небудь або когонебудь. Поняття про те, що знак представляє яку-небудь «реальність», крім власної, втрачає достовірність. Швидше знаки означають самих себе: вони, симуляції – і є всі, що є. Знову за Бодрійяром, знаки це – «гіперреальність» [Уэбстер, 2004].

Для кожного з цих підходів автор виділяє два ракурси (позитивний та негативний), що залежно від впливу інформаційної ери на суспільство можна визначити як утопію та дистопію.

В іншому випадку, *Алістар Даф* (Alistair Duff) виділяє вже три способи розуміння інформаційного суспільства: інформаційно-економічний підхід, підхід з позиції інформаційних потоків та інформаційно-технологічний (2000: 170 та інші). Однак *Кристофер Мей* підходить до цієї проблеми інакше – розглядає чотири положення інформаційного суспільства [Мей, 2004].

1. Найважливішим твердженням щодо інформаційного суспільства є те, що приходу нової ери великою мірою сприяють нові інформаційні технології. У звіті 1978 року до президента Франції, Сімон Нора та Ален Мінк (Simon Nora and Alain Minc) стверджували: “комп’ютер не є єдиним технологічним винаходом останніх років, але він — сильний чинник, який прискорює винайдення інших технологічних пристроїв. Що найважливіше, оскільки комп’ютер оперує, поширює та зберігає інформацію, *в недалекому майбутньому він реформує всю нервову систему соціальних відносин*” (1980: 3). Прихід інформаційного суспільства, прискорюваний новими ІКТ, – це глобальна соціальна революція.

Або, як пізніше сказав Біл Гейтс (Bill Gates), “глобальна інтерактивна мережа трансформує наше суспільство так само відчутно, як це зробило друкарство Гутенберга в середньовіччі” (1996: 9). Відносно всюдисущі комп’ютери (об’єднані в єдину мережу через Інтернет) матимуть такий же революційний вплив, який мало винайдення друкарства. Згідно з іншим популярним порівнянням, комп’ютерна революція “є такою ж важливою, як індустриальна революція вісімнадцятого століття” (Castells, 1996: 30). Отже, нова революція часто порівнюється з двома попередніми: винайденням друкарства та змінами в індустриальній організації суспільства. Мало того, Ніколас Негропонт (Nicholas Negroponte) стверджує, що такий стан справ є незворотнім: “подібно до сил природи, цифрову добу не можна зупинити” (1995: 229). Таке розуміння неминучості змін, породжених інформаційним суспільством, дозволяє багатьом дослідникам заявляти, що ми входимо у нову еру – інформаційну.

2. Друге найпопулярніше твердження стосується поняття “нової економіки”. У центрі явища “каліфорнійської ідеології,” що стосується інформаційної економіки, є розуміння того, що “нинішні соціальні, політичні та правові силові структури зникнуть, поступаючись місцем

стосункам між окремими, автономними індивідами” (Barbrook and Cameron, 1996: 53). Рушійною силою інформаційної економіки вже буде не відокремлена соціальна група (або клас), а розгалужена мережа індивідів. Відбувається новий розподіл праці, заснований на контрактній системі на відміну від довгострокового працевлаштування, практикованого великими компаніями, щодо кадрів, які займають виробничі посади. Зростання сектора послуг розглядається як прихід “невагомої економіки” з її інформаційними товарами, а не матеріальними як раніше. Стрімке поширення законів приватної власності в інформаційній та науковій сферах також повертає цю тенденцію до традиційності економічних відносин в умовах “нової економіки”.

3. Інформаційна політика. У недалекі часи, коли користування Інтернетом ще не набуло масового характеру, вважалося, що головна роль у перетворенні суспільства належить експертам та їхньому виробничому потенціалу (Beli, 1974). Марк Порат, наприклад, стверджував, що “менеджер-науковець-професіонал – це лицар сучасності, в якому втілилися професійні риси капіталіста, землевласника, генерала та священика” (1978: 79). Той, хто контролює знання та інформацію – технократ – може змінити закони перерозподілу благ, нерухомості, військової сили та навіть релігію нашого суспільства. В міру того як у 1990-х роках ІКТ ставали все більш розповсюдженими, можливість створення нових політично активних угруповань ставала центральною темою в роботах про інформаційне суспільство. Такі соціальні групи та їх активність не обмежені географічно, індивіди в таких групах матимуть змогу бути одночасно членами декількох віртуальних спільнот, що мають не обов’язково однакові політичні погляди, і бути різною мірою в них залученими (Dyson, 1997: 32-33). Отже, виникнуть нові соціальні групи, які змобілізують розрізнених індивідів і перетворять їх на консолідовані групи тиску, що, в свою чергу, матимуть щораз більший вплив на політику.

4. Занепад держави. В обговореннях питань інформаційного суспільства дуже часто згадується недовіра до держави, що дозволяє інституту громадянського суспільства перебувати в опозиції, проголошуючи традиційну державу застарілою та нездатною до нормальної організації спільноти. Вважається, що нові ІКТ впливають на процес ослаблення держави. Хоча остання ніколи й не претендувала на повну монополію у внутрішній політико-економічній ситуації, «інформаційна революція» все ж таки підірвала її здатність контролювати інформацію *зادля* задоволення власних потреб [Мей,

2004].

Ще один дослідник, Г. Бехман виділив кілька концепцій інформаційного суспільства, які перераховані нижче.

1. Інформаційне суспільство як *інформаційна економіка*:

- промисловий підхід підкреслює послідовний перехід від сільськогосподарського сектора до промислового, потім до інформаційної економіки як провідної в сучасному суспільстві, причому для операційної оцінки переходу до інформаційної економіки використовуються два індикатори – інформаційна швидкість і інформаційний індекс (тобто інформаційне споживання, наприклад кількість телефонів на 100 осіб тощо);

- професійний підхід ґрунтується на аналізі професійної структури суспільства, наприклад виділяються виробники і споживачі інформації, розглядаються різні види робіт в інформаційному секторі економіки, який додається сьогодні до її традиційних секторів: сільськогосподарського, промислового і сервісного.

2. Інформаційне суспільство як *постіндустріальне суспільство* розглядається у відомій концепції американського соціолога Д. Белла. Відповідно до цієї концепції стверджується, що, якщо головні принципи промислового суспільства – виробництво товарів, перш за все за допомогою машин, і приватна власність, то постіндустріальне суспільство пов'язане переважно з виробництвом і використанням інформації за допомогою інтелектуальних технологій, що базуються на комп'ютерній обробці інформації, що призводить до зростання значення в суспільстві теоретичного знання і науки. Однак при цьому для Белла головну роль в суспільстві відіграє не соціальний контроль, наприклад, у вигляді створення інституту соціальної оцінки, а наукове інформування та підготовка рішень, покликаних забезпечити максимізацію прибутку, конкурентоспроможність. При такому розширенні інформаційне суспільство розуміється більш не як постіндустріальне, а як інформатизоване промислове суспільство, детерміноване ринковою економікою.

3. Інформаційне суспільство розглядається як *суспільство знань*, якщо акцент робиться не тільки на зростання значення теоретичного знання в соціальному пізнанні, а й на соціально детерміновані процеси розподілу і відтворення, причому не тільки науково створеного, але і загальновизнаного знання, оскільки крім науки в сучасному суспільстві існують і інші джерела знання, як, наприклад, релігійне, народна мудрість, поезія. Але особливе значення в такому суспільстві отримує не

саме знання, а його недолік. З одного боку, наукове знання, раціоналізує стосунки суспільства і природи, якщо мова йде про природничі знання, і культуру суспільства, якщо мова йде про знання соціальних наук, трансформованих в дії і рішення. З іншого – стимулює потребу у новому знанні, щоб подолати сформовані небезпеки, невизначеності і незрозумілості. У зв'язку з цим стає важливим провести розрізнення знання і інформації: знання створює здатність дії (знання – передумова дії), в той час як інформація є знанням, обробленим для цілей використання. Тому знання відображає статичний структурний аспект, а інформація – процесуальний аспект комунікації.

4. Інформаційне суспільство іноді розглядається як *кінець суспільства масового виробництва*. Оскільки масове виробництво передбачає стандартизацію виробництва товарів на гігантських промислових підприємствах, то домінантною професійною групою в такому суспільстві стають промислові робітники і переважає ручна праця. Інформаційна економіка, специфічна ланка якої – процес створення і обробки інформації, докорінно змінює організаційну структуру підприємства. З одного боку, виникають транснаціональні корпорації, вільні від будь-яких національних орієнтацій, вільно діють в міжнародному масштабі, незалежно від місця їх розташування, які, з іншого боку, під тиском споживача і міжнародної конкуренції переходять на рейки «індивідуалізованого масового виробництва». Саме інформаційні технології створюють основу для такої індивідуалізації продуктів, що складаються в той же самий час зі стандартизованих компонентів, які можуть проводитися в масовому порядку, під бажання конкретних споживачів, скорочують розрив між виробником і споживачем. У такому суспільстві збір, обробка і розподіл інформації стають найважливішим елементом процесу виробництва на всіх рівнях промислового підприємства від організації його роботи до виробництва конкретних товарів і їх розподілу [Бехманн, 2010].

Інформація про слово може трактуватися різними способами. За словами Бакленда в галузі інформації та суспільства, більшість значень поділяються на три категорії людських знань: інформація як знання, інформація як процес та інформація як річ.

Таким чином, можна стверджувати, що *інформаційне суспільство* – це суспільство, де використання, створення, розповсюдження, маніпулювання та інтеграція інформацією є важливою економічною, політичною та культурною діяльністю. Основними його рушіями є інформаційно-комунікаційні технології, які призвели до швидкого

зростання кількості інформації у різноманітності та певним чином змінюють усі аспекти соціальної організації, включаючи освіту, економіку, охорону здоров'я, державну війну та рівень демократії.

Список використаних джерел

1. Бехманн Готтхард. Современное общество: общество риска, информационное общество, общество знаний / Готтхард Бехманн; пер. с нем. А.Ю. Антоновского, Г.В. Гороховой, Д.В. Ефременко, В.В. Каганчук, С.В. Месяц. – М.: Логос, 2010. – 248 с.
2. Мей Кристофер. Інформаційне суспільство. Скептичний погляд / Пер. з англійської. – К.: “К.І.С.”, 2004. – XIV с., 220 с.
3. Уэбстер Фрэнк. Теории информационного общества / Фрэнк Уэбстер; Пер. с англ. М. В. Арапова, Н. В. Малыхиной; Под. ред. Е. Л. Вартановой. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 400 с.
4. Buckland Michael. Information and society. – London: The MIT Press, 2017. – 217 p.

ЛЕКЦІЯ 2

ІСТОРІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

Упродовж останніх двохсот років спостерігаємо не тільки нескінченну низку проривів, що виражаються у впровадженні все більш досконалих технологій, а й різке прискорення інноваційних циклів. Дослідники часто говорять про це як про технологічне проникнення, або «дифузію» інновацій. Чим ширше застосовується нововведення, тим менше опору воно зустрічає в суспільстві. По мірі того як світ стає все більш взаємозалежним, інформаційне суспільство поглибленішим, нові технології проникають на найрізноманітніші ринки і використовуються значно швидше, ніж це було можливо в минулому.

Розробка і впровадження інноваційних технологій дають довгостроковий кумулятивний ефект. Чим більше високотехнологічних новинок, тим вище винахідницький потенціал – і тим швидше з'являються просунутіші технології. Винахід друкарського верстата призвів до різкого зростання числа освічених людей і до небувалого поширення знань. Розробка концепції інтегральних мікросхем не тільки прискорила масове виробництво побутової електроніки і мікропроцесорів, а й дозволила кардинально удосконалити конструкцію і технологію виробництва комп'ютерів і електронних пристроїв наступних поколінь. Як наслідок, інтервали між великими технологічними проривами неухильно скорочуються.

На рисунку 2.1 показано прискорення темпів розвитку технологій за останні 600 років. На професійному жаргоні статистиків така крива називається «хокейною ключкою» і свідчить про експоненційне зростання частоти досліджуваного явища. У ХХ столітті подібні графіки публікувалися регулярно, особливо в якості переконливої ілюстрації прискорення технологічного прогресу. Футуролог Рей Курцвейл скористався відкритим математиком Джоном фон Нейманом принципом сингулярності для пояснення динаміки технологічного прогресу. У моделі Курцвейла точкою технологічної сингулярності названий момент прискорення відкриттів до швидкості, при якій прогрес виходить за межі людського розуміння. Теоретично це означає, що будь-яке завдання, яке стоїть перед людством в подальшому виявиться розв'язаним, але тільки чисельними методами, завдяки необмеженому нарощуванню потужності обчислювальної техніки.

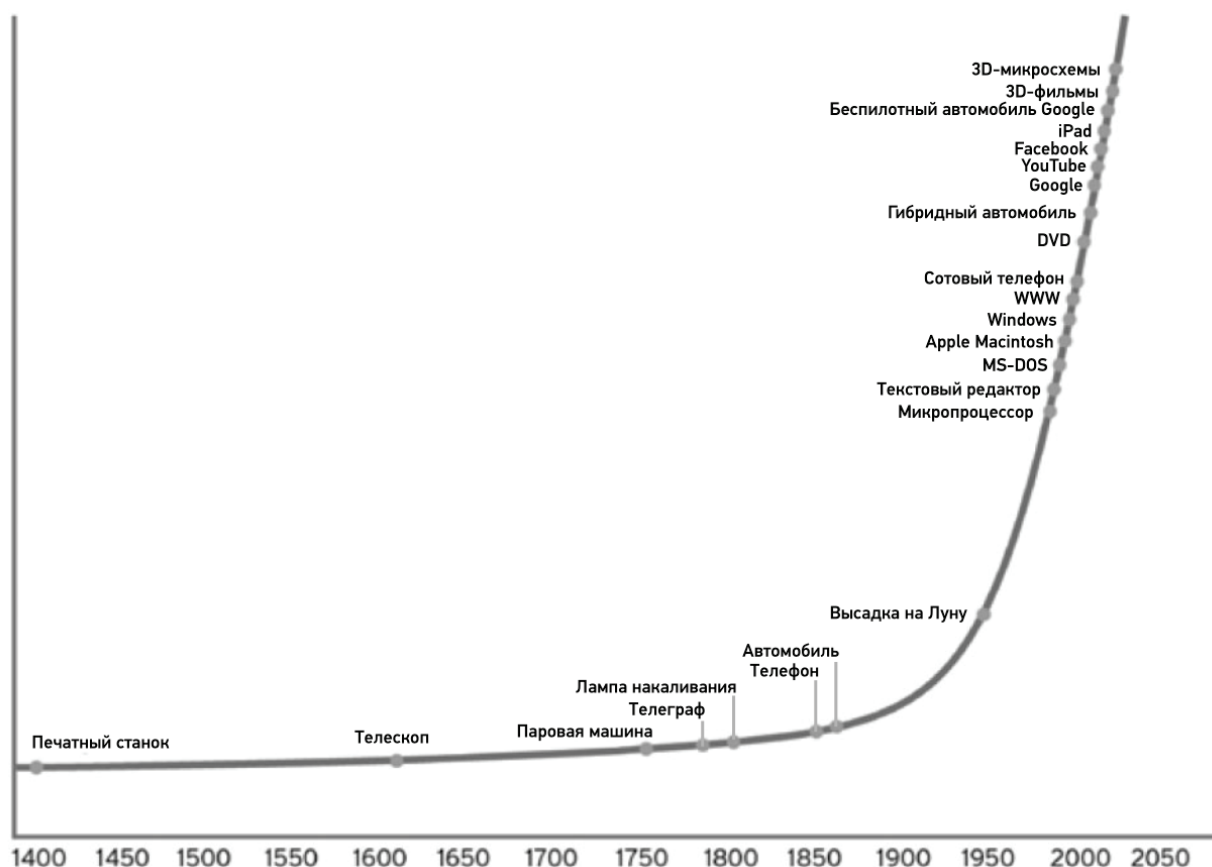


Рис. 2.1 Експотенційне прискорення темпів технологічного зростання

Єдиний фундаментальний об'єктивний показник темпів прискореного просування мікропроцесорних технологій відомий як закон Мура. Він сформульований на основі спостережень за історією розвитку напівпровідникової апаратної бази обчислювальної техніки, згідно з якою число транзисторів в інтегральній схемі подвоюється приблизно кожні два роки. Сьогодні спостерігаємо незначне відставання темпів зростання від закону Мура, зумовлене фізичними обмеженнями, але упродовж півстоліття він працював з лякаючою точністю. Закон названий на честь співзасновника Intel Corporation Гордона Мура, який вперше описав цю тенденцію в технічній статті в 1965 році.

На кожному етапі історії технологічні прориви супроводжувалися настільки потужними сплесками катаклізмів, що хвилі від них розходяться і по сей день (рис. 2.2). Якщо в наші дні когось називають «луддитом», мається на увазі, що у людини неадекватна, агресивна реакція на нові технології. Колись поширені в розмовній мові вирази, такі як «зняти на кодак», «відксерити», «як зіпсована платівка», були витіснені сучаснішими неологізмами на кшталт «гуглити», «твітнути» або зняти «селфі». Змінюється мова, а разом з ним змінюються і наші

звички – таким чином суспільство адаптується до змін.

Якщо в минулому спостерігалася циклічність чергування плавного і стрибкоподібного розвитку, то логічно припустити, що вона збережеться і з настанням епохи доповненої реальності.

Щоб уникнути непорозумінь назви і тимчасові рамки «епох» приведені у відповідність до усталеної за останні десятиліття в сучасній літературі і академічних колах термінологією і хронологією.

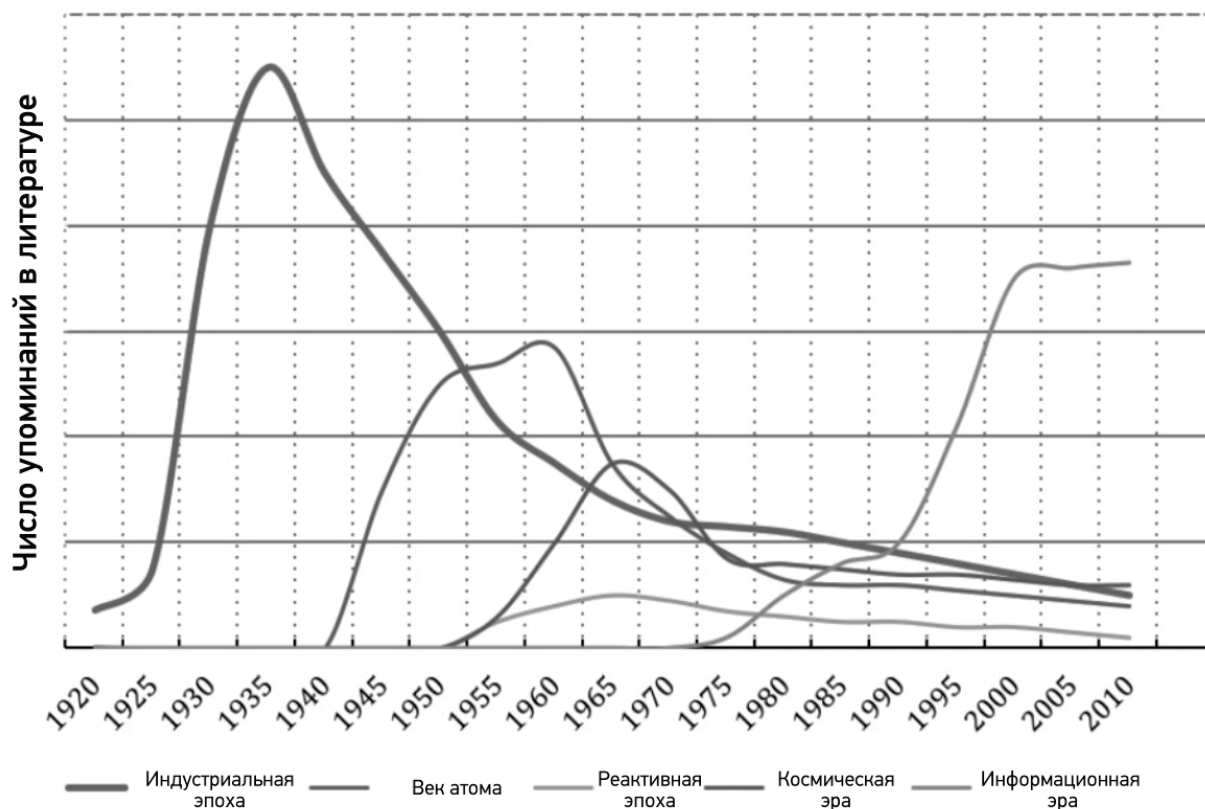


Рис. 2.2 Частота згадування «технологічних епох» у літературних джерелах

2.1 Індустріальна епоха

Індустріальна епоха – вона ж «століття машин» або «ера промислової революції» – ознаменувалася насамперед повномасштабним переходом до великого промислового виробництва з використанням передових на той час технологій, а також бурхливим розвитком хімічної та металургійної промисловості (перш за все – чорної металургії), переходом до раціонального водокористування (системи каналізації, водопроводу, зрошення), використанням парових машин і, на завершальному етапі, автоматизованих верстатів. Масштаби впливу промислової революції на суспільство були грандіозні: вона торкнулася практично кожної людини. Можна сміливо стверджувати,

що за півстоліття індустріальної епохи так чи інакше зазнали зміни практично всі аспекти повсякденного життя.

Центром промислової революції стала Великобританія, найсильніша світова держава того часу, де початок процесу індустріалізації припав на 60-і роки XVII сторіччя. З появою кожної нової виробничої технології, яка загрожує цілій галузі революцією або колапсом, піднімається хвиля протестів. Зарекомендували себе на ринку гравці роблять все можливе, аж до залучення держави на свій захист, для приборкання змін і недопущення прориву.

Соціальні наслідки індустріалізації. Промислову революцію прийнято вважати благом, оскільки вона призводить до зростання рівня життя. До 1750 року очікувана середня тривалість життя навіть у відносно благополучних Англії і Франції становила близько 35 років. В ті часи добробут суспільства значною мірою був зумовлений високим рівнем землеробства і розвитку агротехніки, забезпечував загальнодоступність свіжої сільгосппродукції і можливість її закладання на тривале зберігання. Поява парових машин і фабрик дозволила, зокрема, налагодити масове виробництво труб не тільки для зрошення, але й для водопроводу та каналізації.

У середині XVIII століття найбільшою галуззю економіки в Європі залишалося сільське господарство, в якому було зайнято понад половину населення. Промислова революція привела до зростання безробіття внаслідок скорочення потреби в ручній праці, проте бурхливий розвиток підприємств текстильної промисловості поглинув вивільнену робочу силу, і хвиля безробіття спала.

У другій половині XX століття політичні суперечності між двома системами вилилися в чотири з гаком десятиліття так званої «холодної війни», але в той же час дали поштовх динамічному технологічному змаганням – космічній гонці. Ось лише деякі результати інвестицій НАСА в розвиток технологій за останні 50 років:

- склотканина з тефлоновим покриттям (PTFE) – сучасний покривний матеріал;
- скафандри і термобілизна з рідинним охолодженням, ці технології використовуються в портативних медичних приладах для охолодження організму при лікуванні опіків кінцівок, розсіяного склерозу, пошкоджень хребта. спортивних травм;
- портативні автономні дихальні пристрої для пожежних НАСА взяті на озброєння пожежними усього світу;
- роботизовані штучні маніпулятори і м'язові приводи,

сконструйовані НАСА, використовуються в протезах кінцівок нового покоління;

- конструкція паливних насосів головного двигуна космічних шатлів покладена в основу штучного серцевого насоса, створеного доктором Майклом Дебейки з Медичного коледжу Бейлора в Х'юстоні спільно з інженером Космічного центру імені Ліндона Джонсона Девідом Сосьє.

«Атомна» епоха супроводжувалася інтенсивним економічним зростанням. Упродовж 50-60-х років XX століття ВВП США щорічно зростав на 6-10%, а потреба в електроенергії зростала у середньому на 7% за рік. Незважаючи на стрімкі темпи будівництва вугільних теплоелектростанцій, прогнози показували, що до кінця XX століття вони перестануть справлятися з неухильно зростаючими енергетичними потребами.

2.2 Епоха інформаційних і цифрових технологій (1975-2015)

В основі сучасних інноваційних технологій лежать три основних закону або принципи. Перший з них – розглянутий вище – закон Мура, два інших – мережевий закон Меткалфа Гілдера і закон Крайдера, що визначає темпи зростання ємності носіїв даних.

Йдеться про продуктивність комп'ютерів, пропускну здатність мереж, а також ємності сховищ даних і швидкості обміну інформацією з ними. В останнє десятиліття обчислювальна техніка та телекомунікації кардинально змінили світ навколо нас і нас самих.

Сьогодні одне тільки Агентство національної безпеки (АНБ) США кожні шість годин збирає стільки ж інформації, скільки зберігається в Бібліотеці Конгресу. Запасу наявної дискової пам'яті вистачить на те, щоб в поточному режимі зберігати все, що пишуть, говорять, виконують і фотографують люди.

На початку формування, інтернет був прив'язаний до кількох потужних (на той час) університетських серверів, і більшість підключених до мережі комп'ютерів знаходилося поблизу. Дата-центри існують з 70-х років XX століття, але саме поява серверів у 90-х роках XX століття зумовило створення великими корпораціями комерційних центрів, що спеціалізуються на резервному копіюванні даних та розміщенні дзеркальних копій у різних точках Землі. Сьогодні такі підключені до інтернету «серверні фабрики» або дата-центри називаються «хмарними сховищами».

Більшість інноваційних моделей ведення бізнесу, що виникли в останні десятиліття, зобов'язані своєю появою інтернету. Але ж, здавалося б, перший в історії веб-сайт був створений Тімом Бернерсом Лі відносно недавно, 6 серпня 1991 року. На сторінці пояснювався принцип проекту всесвітньої глобальної мережі (WWW), наводилися інструкції по налаштуванню веб-серверів і створення власних веб-сторінок. Комерційний інтернет виник через три роки, в 1994-му, з появою Yahoo, Lycos, сайту журналу The Economist, першого інтернет-банку First Virtual, Law Info, Pizza Hut, The Simpsons Archive (першого розважального веб-сайту). Whitehouse.gov, Web Crawler, сайту журналу Wired і інших.

Окрім інтернету, смартфон, безсумнівно, став найбільш значущим винаходом у галузі персональних засобів зв'язку та обміном інформацією, за останні півстоліття. Якщо в 2007 році здавалося, що смартфон – це модний аксесуар для заможної публіки і представників середнього класу високорозвинених країн, таких як США, то сьогодні спостерігаємо справжній бум смартфонів в країнах, що розвиваються.

Через 20-30 років, коли настане час підводити підсумки нинішньої епохи, інтернет безсумнівно буде визнаний найбільшим каталізатором технологічного прогресу. Однак в тому, що стосується міжособистісного спілкування і взаємодії, найбільш значущим винаходом, що змінив світ, буде визначено смартфон.

Цифрова епоха, відповідне формування інформаційного суспільства стала каталізатором безпрецедентного інформаційно-технологічного буму, що супроводжується масовим створенням робочих місць і підвищенням добробуту населення. Однак, як підкреслювалося вище, розподіл робочих місць і доходів в цифрову епоху вкрай нерівномірний і з географічного погляду, і з демографічного (що часто також обумовлене місцем проживання). І цим цифровий бум сильно відрізняється від усіх попередніх, зокрема від промислового буму початку XX століття в США, завдяки якому в країні сформувалася середній клас.

2.3 Епоха доповненої реальності та штучного інтелекту (2015-2020)

Технології, над якими ми працюємо сьогодні, в тому числі штучний інтелект, редагування генома, наномасштабних виробництво, безпілотний транспорт, робототехніка, портативні і вбудовані цифрові пристрої, будуть визначати наступну еру людської цивілізації. З огляду

на величезний вплив, яке вбудовуються і персональні технології надають на повсякденне життя і поведінку людей, Кінг Бретт (2018) пропонує називати цей період епохою HOMO AUGMENTUS, або епохою доповненої реальності. На цей раз зміни явно зосереджені навколо індивіда. Мова йде не тільки про трансформацію того чи іншого сектора економіки або про створення нових технологій. Прийдешні зміни торкнуться насамперед приватного життя, зробивши його зовсім не схожим на життя попередніх поколінь.

Суть цих змін – у принципово нових способах взаємозв'язку і взаємодії, які будуть керувати світом. Описати нову еру як «другу механічну» означало б звести її розуміння до суто економічних аспектів. Зазвичай, автоматизація за рахунок використання робототехніки і штучного інтелекту напевно спричинить за собою і економічні наслідки, в тому числі в галузі продуктивності праці та зайнятості, але це лише частина загальної картини.

З настанням індустріальної, або машинної, епохи суспільство опинилося під безперервним впливом нових технологій, чи то парова машина чи палиця для селфі. Сьогодні людство відміряє зміни не десятиліттями, а місяцями. Стрімкі темпи змін в більшій мірі зумовлені реакцією на них конкретних людей і суспільства загалом, ніж технологіями.

Цікаво, що епоха доповненої реальності, з її робототехнікою, метаматеріалами та штучним інтелектом, швидше за все відродить місцеве виробництво. Роботи і штучний інтелект як робоча сила виявилися дешевше трудових ресурсів Китаю і Індії. Автоматизація транспорту, ресторанів, доставки продуктів, бухгалтерського обліку, банківської справи тощо, загрожує занепадом окремим галузям. З іншого боку, ймовірно, що на базі нових технологій виростуть абсолютно нові види послуг.

Епоха синтезу змусить переглянути процеси кардинально, забезпечивши динамічне прийняття рішень, виявлення залежностей в даних і управлінського консультування, оскільки комп'ютерний інтелект оптимізує ці процеси і цикли зворотного зв'язку. Якщо інтернет переважно був пов'язаний зі змінами у доступності інформації і з переглядом процесів створення вартості, нова ера стане вибуховою безпосередньо для сфери інформації, інтелекту і їх прикладного використання. Епоха доповненої реальності принесе чотири основних прориви, і ще дві технології стануть їх довгостроковим наслідком.

Дві технології, в перспективі – революційні, які зараз, на зорі епохи

синтезу, ще тільки почали свій розвиток, це: метаматеріали, створені за допомогою нанотехнологій або принципово нових інженерних підходів. Приклади метаматеріалів:

- «шапка-невидимка» – матеріал, який відхиляє світлові промені видимого спектру або мікрохвилі, направляючи їх в обхід об'єкту, покритого таким матеріалом;
- матеріали, які самоактивуються, створені за зразком природних, електроактивні полімери, які ведуть себе як людські м'язи;
- електропровідне покриття або покриття, яке може перетворити будь-яку поверхню у дисплей;
- одяг і текстиль, які будуть генерувати електрику або мати інтегровані в тканини датчики і схеми;
- матеріал з графенових або алмазних нанониток, який можна використовувати для створення космічних ліфтів і подібних пристроїв;
- надміцні і надлегкі метали і композити, які можна буде вирощувати подібно до дерев або в резервуарах;
- вікна з вбудованими прозорими сонячними фотоелементами, здатні генерувати електрику.

Штучний інтелект змінить характер управління, оскільки системи краще, ніж люди, справляються з повсякденними завданнями: водінням машини, охороною здоров'я та основними видами обслуговування. Хоча багато хто побоюється, що надінтелектуальні роботи або штучний інтелект заволодіють світом, з набагато більшою ймовірністю в найближчі 30 років ці системи будуть спеціалізованими, створеними під конкретні завдання і зовсім не обов'язково – еквівалентними людському інтелекту.

Розподілені, вбудовані у навколишнє середовище, призначені для користувача пристрої навколо нас дозволяють створювати легкі у використанні, контекстно зумовлені сервіси, продукти, довідкові програми і додану вартість, які в свою чергу можна монетизувати пропорційно до їх ефективності. У світі, що постійно розширюється за рахунок даних і інформації, додана вартість, індивідуальний підхід і контекст відіграють ключову роль. Все, всередині чого є чіп, буде синхронізуватися з «хмарою», взаємодіяти з іншими пристроями і людиною.

Розвиток розумної інфраструктури змінює способи енергопостачання, доставки людей і товарів з одного місця в інше, а разом з тим і способи економічної конкуренції та визначення ринками вартості сировинних товарів. Чи то дрони, чи сонячна енергія або

електричний транспорт, безпілотні перевезення – все буде включено в цю систему. Розумні міста (смарт сіті) будуть забезпечені розумним розподілом ресурсів і розумною інфраструктурою, помітно поліпшуючи життя громадян. В енергетичному секторі відбудеться радикальний прорив.

Генне редагування і високі технології у медицині перевернуть наші уявлення про охорону здоров'я. З такими спадковими захворюваннями, як паркінсонізм, хвороба Альцгеймера, рак грудей, м'язова дистрофія, кістозний фіброз і навіть дальтонізм, буде покінчено в найближчі 20 років.

3D-друк дозволяє завантажувати в пристрій майже будь-який проект будь-якого продукту і роздруковувати в реальному часі. Основний метод 3D-друку відомий як «адитивне виробництво» – процес, в ході якого матеріал додається або видавлюється пошарово, по міліметру за прохід, і в підсумку виникає тривимірний об'єкт або модель. 3D-принтери майбутнього зможуть роздруковувати одяг або впроваджувати в конструкцію речей електронні схеми і дисплеї.

Якщо думати про епоху доповненої реальності, штучний інтелект і нові технології як про загрозу людству, то найбільша проблема, з якою можна зіткнутися, полягає в тому, що покоління, якому з усім цим комфортно, позбавить нас вибору – брати участь в новому світі чи ні.

Список використаних джерел

1. Кинг Бретт. Эпоха дополненной реальности / Бретт Кинг, А. Лайтман, Дж. П. Рангасвами, Э. Ларк. [пер. с англ.]. – Москва: Олимп-Бизнес, 2018. – 528 с.
2. Buckland Michael. Information and society. – London: The MIT Press, 2017. – 217 p.

ЛЕКЦІЯ 3

ГЕОГРАФІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Можна стверджувати, що витoki географії як категорії знань мали технологію як наріжний камінь. За словами Джеймса (1972), географія виникла з двох фундаментальних понять:

1) щоб з'ясувати, що розташовано над наступним пагорбом. Тобто дослідити невідомі місця та повідомити про те, що ми знаходимо;

2) знати, де ми знаходимось, щоб і повернутися додому, і повернутися на те місце, до якого обернені обличчям.

У першому випадку переміщення з одного місця в інше завжди залежало від задоволення потреб у воді, притулку, вогню, зброї для полювання та самооборони і транспортування припасів, які всі пов'язані з технологією, хоч і примітивною. У другому випадку успішна навігація залежала від спостереження за зірками та запису орієнтирів, також пов'язаних з технологією, а в багатьох випадках стимулювала увагу до потреб технології. В обох випадках розвиток технології час від часу змінювався, як і географія. В обох випадках карти були інструментом, які є основою нашої дисципліни та її концепцій.

Під «технологією» розуміємо пристрої та методи, якими користується суспільство для підтримання свого існування та покращення якості життя. Найчастіше технологія стосується матеріальних, практичних об'єктів – апаратних засобів та програмного забезпечення, які задовольняють соціальні ознаки корисності.

Численні історичні свідчення показали, що технологія та суспільство розвиваються разом. Наприклад, у своєму дослідженні Мумфорд (1963) показав, як використання технологій, відповідальних за промислову революцію, забезпечувалося століттями до соціальних змін, від еволюції монастирської практики до організації масових армій. Якщо так, то важливим питанням сучасного світу є те, чи можуть швидші технологічні зміни розтягувати межі соціального прийняття (від біоінженерії до вторгнення у приватне життя) або загалом, існування (наприклад, зброї масового знищення).

Необхідно запитати, чому – якщо у минулому сторіччі спостерігається безпрецедентний і, очевидно, прискорений темп технологічних змін – так багато соціальних показників демонструють незначне покращення, навіть у такій, відносно заможній країні, як США. Якщо технологія настільки значна, то чому тоді життя багатьох

співгромадян, особливо у світовій спільноті, не досягає рівня, до якого прагнула б будь-яка людина?

Технологія є сприятливим чинником, а не рішенням, будь то наша система відліку – суспільство загалом чи дисципліна географії зокрема. Технологія – це те, що ми робимо з неї, а для географії вона пропонує нам шляхи до інтелектуального відкриття та соціальної актуальності, такі ж безпрецедентні, як і самі технології. Якби два покоління тому географи могли уявити електронні інструменти з джерелами даних, наукою про географічну інформацію та її потужними візуалізаціями для навчання та спілкування, GPS та його здатністю визначати місця польових спостережень, інтернет для доступу до інформації та комп'ютерний просторовий та статистичний аналіз, то наші попередники хотіли б, щоб вони опинилися у сьогоденні.

Виділимо два виміри взаємозв'язків між географією та технологією: 1) географія, оскільки вона допомагає зрозуміти ролі та наслідки технології в суспільстві; 2) технологія, якою географія користується для зв'язку з суспільством.

3.1. ГЕОГРАФІЧНІ МАСШТАБИ ТЕХНОЛОГІЇ В СУСПІЛЬСТВІ

Найважливіше з двох питань полягає у розумінні суспільства, на відміну від розуміння географії. У зв'язку з цим – географія як особливий вид дослідження переважно стосується щонайменше трьох наслідків технології в суспільстві:

1. Технологія впливає на значення близькості, а отже, на значення розташування та експлуатаційні визначення ефективної просторової організації, допомагаючи визначити зусилля, необхідні для подолання відстані.

2. Технологія впливає на характер місць, формуючи те, що там відбувається, і як мешканці думають про своє відчуття місця / ландшафту.

3. Технологія формує стосунки між природою та суспільством, змінюючи суспільні вимоги до ресурсів природи та шляхом зміни інструментів управління довкіллям.

Виміри взаємодіють з колом загальних соціальних питань: бідність, демократизація, глобалізація, технологічні зміни, екологічна стійкість тощо.

3.1.1. Технологія та значення місця розташування. Для географів

розташування суттєво відносно: розташування відносно: чого? як далеко від чого? яким чином впливає на взаємодію з іншими місцями? яким чином пов'язані зі структурами просторової організації? Будь-які зміни в технологіях, які змінюють сенс близькості, перетворюють наш світ, і за понад сто років з 1900 року спостерігали зміни в технологіях, які перевершують будь-яке інше століття. З погляду людини, яка вивчає енергетичні проблеми, зміни переважають внаслідок виникнення електроенергії та нафтового палива (Wilbanks, 1988) через їх вплив на системи переміщення та зв'язку.

Технологія впливає на значення місця найбільш безпосередньо, змінюючи значення місця, оскільки вона змінює те, що означає близькість / відстань. Географічні дослідження показали, що технологічні зміни можуть змінити вплив відстані на взаємодію людей, будь то безпосередня взаємодія людини чи більші просторові структури, такі як системи центральних місць. Технологія також впливає на вибір місця: зміни у вхідних ресурсах, які важливі для визначення розташування найкращого місця. Інформаційні технології впливають на розповсюдження інновацій – від не зовсім випадкової структури винаходу до моделей взаємодії, які призводять до того, що винаходи перетворюються на інновації. А небезпеки, пов'язані з технологічними інноваціями, також мають просторові зразки, пов'язані як з уразливістю, так і з реагуванням на випадок надзвичайних ситуацій.

В останні десятиліття технологія змінила географічні стосунки двома основними способами: зменшуючи нашу Землю, щоб люди, які раніше були віддалені один від одного, стали сусідами, а також ввели альтернативи взаємодії, які є звільнені від обмежень відстані та звичайного просторового шаблону, наприклад, кіберпростору.

Ключі до цих змін були, за стандартами історичного досвіду, вражаючими швидкими технологічними розробками в системах транспорту та зв'язку, в свою чергу завдяки швидким технологічним розробкам енергетичних систем (наприклад, електроенергії), матеріалів та управління / організаційного контролю систем. Географи здійснили свій внесок у розуміння впливу таких перетворень, зосереджуючи увагу на: змінах оптимального інтервалу функцій, інноваціях у просторовому структуруванні функцій (наприклад, підхід Federal Express до передачі пакетів) та нових моделях розповсюдження ідей, людей, форм контролю, економічних стосунків, а також відходів та хвороб. У той же час географи виступають за усвідомлення соціальних та екологічних наслідків перетворення світу, включаючи питання, пов'язані з нерівним

доступом до можливостей з їх появою.

3.1.2. Технології та характер місць. Технологія впливає на характер регіонів та людей, які там живуть, оскільки технологія формує не тільки регіональну перевагу, але й життя в будь-якому місці. Одним з яскравих прикладів є те, як нові інформаційні технології дають можливість людям з мобільними навичками заробляти на життя у досить віддалених місцях (Robb and Riebsame, 1997). Інший приклад – зростаюче залучення електронних альтернативних рекреаційних можливостей всередині домогосподарства на противагу звичайним рекреаційним заходам поза домогосподарством, особливо для молодих людей.

Насправді, технологія, як правило, є ключовим інгредієнтом, а часом і визначальною якістю характеру регіонів (наприклад, Кремнієва долина). Технологія є основою економічного зростання, пропонуючи можливість або загрожуючи застаріванням. Стискаючи час і простір, вона може перетворити життєвий досвід людини (D. Harvey, 1989). Це впливає на досвід роботи за рахунок підвищення продуктивності праці та зміни вимог до кваліфікації; а географічна структура доступу до досвіду роботи стимулює міграцію, включаючи «відтік» з країн, що розвиваються. Вона формує такі атрибути життя, як комфорт, зручність, мобільність та доступ до багатьох видів дозвілля; розташована в основі багатьох структур для здійснення влади та контролю, від розширення сфери глобалізації до нових можливостей розширення взаємодії місцевих органів з населенням. Це сприяє культурній конвергенції або дивергенції, отже, і відчуттю місця та спільноти. Вона може представляти загрози через зброю масового знищення, небезпеку від використання матеріалів та вивезення відходів.

Одним із відомих прикладів впливу технологій та місць є трансформація землекористування транспортними засобами, а прикладом впливу на життя людей, – роль автомобілів як особистого простору. Понад те, автомобільна епоха розвинула масове виробництво та вертикальну інтеграцію як промислові підходи.

Менш знайомими, але не менш важливими є потенційний вплив сучасних інформаційно-комунікаційних технологій на демократичні інститути, від нових можливостей безпосереднього залучення до політичної діяльності до нових способів доступу та моніторингу державних послуг. Питання, які заслуговують на увагу дослідницької діяльності, включають справедливість та відкритість у доступі до цих можливостей, незалежно від того, чи можуть вони приймати

демократичні рішення більш-менш консенсуальними та інтегрованими та ступінь, в якому впливи будуть відрізнятися залежно від політичного та культурного контексту.

3.1.3. Технології та стосунки природи і суспільства. Технологія перетворює стосунки природи та суспільства. Розглянемо, наприклад, вплив нових технологій транспортування, нових інформаційних технологій, нових медичних технологій. Чи можемо ми уявити, як ввечері дивитись на місто з будь-якої точки і не бачити електричних вогнів? Чи можемо уявити, що не маємо особистих автомобілів для власного використання? Чи можемо ми уявити, що у нас немає пластику для упаковки? Чи можемо ми уявити, щоб наші улюблені свіжі овочі були доступні лише кілька тижнів у році? Чи можемо ми уявити, що немає інформації про погоду на телебаченні чи в Інтернеті? Однак кожна з цих розробок у споживчих уподобаннях має наслідки для глобального середовища.

Ще у XX сторіччі Кеннет Боулдінг припускав, що в зв'язках природи і суспільства технологія є і винуватцем, і рятувальником (Дарлінг і Мілтон, 1966). З одного боку, вона стимулює потреби в ресурсах, прискорюючи споживання; з іншого, він може розробити заміни та забезпечити більшу ефективність використання ресурсів. З одного боку, технології можуть сприяти деградації навколишнього середовища; з іншого, це може сприяти захисту довкілля (наприклад, технологій моніторингу).

Географія відіграла ключову роль у появі науки про сталий розвиток як нову наскрізну галузь інтегративної науки (Кейтс, 2001), сприяючи глобальним науково-дослідним зусиллям, зосередженим особливо на землекористуванні та зміні ґрунтового покриття (наприклад, вирубки тропічних лісів). Серед важливих перспектив були відкриття того, що інтеграція природи та суспільства, швидше за все, можлива у місцевому контексті порівняно невеликого регіону, пов'язана з цим важливість розуміння динаміки у відносно дрібному просторовому масштабі та важливість розгляду взаємозв'язків між процесами, що відбуваються в різних географічних масштабах.

3.2. ТЕХНОЛОГІЧНІ МАСШТАБИ ГЕОГРАФІЇ В СУСПІЛЬСТВІ

Захоплені історичним синдромом тенденції шукати внутрішнє, а не зовнішнє, географи часто приділяли більше уваги тому, що для нас

означає техніка, ніж те, що вона означає для суспільства. Хоча наслідки цієї трансформації є більшими для суспільства, ніж для самої географії, і їх наслідки для географії як предмету більша, ніж для географії як дисципліни, факт полягає в тому, що наші внески в знання, навчання та суспільство взагалі перетворюються на інформаційну та обчислювальну технологічну революцію.

Зрозуміло, що технологія робить революцію в тому, як географічна інформація збирається, аналізується та передається від спільноти до спільноти, що підтримується фінансуванням уряду не лише для географічних досліджень, але для формування таких потужних інструментів, як Інтернет, електронна пошта, ГІС. Сорок років тому географи навчалися робити карти вручну, використовувати друковані карти як джерела дослідження та аналізувати дані, використовуючи механічні калькулятори та введення перфокарт для дуже повільних комп'ютерів. Наші студенти у XXI сторіччі, мабуть, не можуть уявити собі такий примітивний контекст для географічних досліджень.

3.2.1. Технології, запис та передача географічної інформації. Через важливість карт для географів, першою проблемою, що впливає на технологію, збір даних не є першочерговим. Хоча це відбувається спочатку в емпіричних дослідженнях, а вплив технологій на те, як ми записуємо та передаємо географічну інформацію не тільки загальній аудиторії, але й поміж себе. Географічна інформаційна наука, наступний крок за межами географічних інформаційних систем (ГІС), швидко стала найпомітнішим практичним внеском географії в суспільство та найактивнішою дисципліною для застосування студентами. У поєднанні з глобальними системами позиціонування (GPS), комп'ютерами для інтеграції та аналізу географічних даних, електронними носіями зв'язку для переміщення інформації до інших, цей напрям зробив географію новітньою технологією та актуальною від застосування міжнародним бізнесом для місцевого планування.

Тут не потрібно згадувати про важливість технологій для забезпечення ГІС та GPS, а в свою чергу, – їх вплив на географію. Уолдо Тоблер зауважив, що комп'ютер змінив картографію з напряму, орієнтованого на виготовлення карт загального призначення, на напрям, що підкреслює виробництво інструментів для спеціальних децентралізованих карт. Комп'ютерний прогрес концепцій та реалізацій просторової візуалізації (MacEachren, 1992) став особливо потужним як каталізатор дослідження і не тільки магнітом для зацікавлення

користувачів географічної інформації, але і способом сприяти усвідомленню ролі географічного простору в явищах та процесах.

Але технології також вплинули на географічну комунікацію іншими способами. Новини телебачення сприяли зацікавленню громадськості до географічної інформації. Інтернет поширив карти, доступні громадськості для відстеження погоди та визначення можливостей подорожей.

Технологія також змінює географію в аудиторії, тим більше, що вони оснащуються комп'ютерами для студентського використання. Вже зараз презентації матеріалів PowerPoint на веб-сайтах доступні для загального доступу, змінюючи характер подання інформації. Лабораторні завдання в багатьох випадках проводяться на комп'ютерах. Набагато більше інтерактивних потенціалів нових технологій викладання є переконливими, якщо ми можемо вирішити проблеми підготовки вчителів, придбання і обслуговування обладнання.

3.2.2. Технологія та збір географічної інформації. Крім того, що ми змінюємо те, що робимо з географічною інформацією після того, як її отримали, – сама технологія зробила потужний вплив на те, як дослідники збирають інформацію. Такі традиційні підходи, як польові роботи та картографування на місцях, залишаються актуальними, коли системи GPS допомагають фіксувати місця, а портативні комп'ютери допомагають в записі спостережень. Такі технологічні інновації як фотографія та цифрові дані з літальних апаратів, фільми також є важливими. Але знімки із супутників Землі разом із технологіями спостереження та фіксації явищ на земній поверхні або поблизу занурили нас у «потоп» даних. Цей масив потенціалів, однак, викликає фундаментальні питання щодо вибіркової подачі та використання даних, протоколів «конденсації» даних, зберігання та доступу до них, а головне, як ми застосовуємо теорії пов'язані з базами даних. Наявність даних про фізичні явища та процеси дозволяють дослідникам легко зосередитись на цих темах, тоді як у будь-якій предметній області багато найважливіших взаємозв'язків включають змінні, які важко спостерігати за допомогою супутника або електронного інструменту. Існує небезпека, що в цьому сенсі технології можуть сформувати наші програми досліджень, спотворюючи рівновагу спостережень до питань географічних досліджень.

3.2.3. Технологія та аналіз географічної інформації. Нарешті,

технологія «перетворила географію», давши нам радикально нові можливості аналізу як кількісної, так і якісної інформації. Дослідники припускають, що кількісна революція в географії не могла відбутися без появи комп'ютерів, що дозволило проаналізувати великі набори даних та нові підходи до просторової візуалізації та відображення.

Дослідження географів щодо землекористування та зміни ґрунтового покриву – це, мабуть, найкращий приклад поєднання нових можливостей для збору інформації з новими можливостями для її аналізу. Наприклад, збір даних, пов'язаних з GPS, які поєднують динаміку з місцем розташування, поряд із даними із супутників та літальних апаратів, подаються в просторові та статистичні моделі, які починають представляти складні та складні аспекти зв'язку людських та екологічних систем у різних масштабах

Але ми зустрічаємося з майбутнім, де вперше в людському існуванні обчислювальні можливості не будуть обмежувати питання, які ми можемо задати кількісними методами. Ми можемо почати уявляти нові підходи до вирішення нелінійностей та розривів, нові можливості дослідження якісних понять та інформації, нові можливості досліджувати «оптимуми» з урахуванням кількох критеріїв. Якщо застосуємо нові технології продумано і, що ще важливіше, активно візьмемо участь у дискурсах, які аналізують програми розвитку нових технологій та інформаційної системи у географії, то можемо сподіватися на появу якісно нових можливостей.

Упродовж останніх поколінь географія активно використовувала технологію і приділяла значну (хоча і нерівномірну) увагу наслідкам її застосування для суспільства. Є кілька узагальнень до теми:

1. Технологія не повинна стати визначальною для тих питань, які задаємо, та повідомлень, які розробляємо у результаті досліджень.
2. Нові технології, як правило, зосереджують увагу на спостережуваному та обчислюваному, коли цих аспектів навчання недостатньо для розуміння найважливіших питань.
3. Застосування нових технологій не завжди є соціально сприятливим.

У майбутньому географія буде значно насиченішою даними та обчислення будуть досконалішими; вона використовуватиме нові візуалізації як джерела дослідницьких ідей та способів відповіді на їх питання, з децентралізованими користувачами, які зможуть вибрати з широкого спектру варіантів; буде розвиватися переважно через машини та штучний інтелект, публікуватися в електронному вигляді та визначати

групи однодумців та дисциплінарні спільноти через кіберпросторові мережі. Географія стане міжнародною, оскільки стає легше взаємодіяти на відстані.

Список використаних джерел

1. Cutter, S., Richardson, D., and Wilbanks, T. (2003). *The Geographical Dimensions of Terrorism*, with Cutter, S. and Richardson, D. (Eds.) New York: Routledge.
2. Darling, E, and Milton, J. (Eds.) (1966). *Future Environments of North America*. Garden City, NY: Natural History Press.
3. Harvey, D. (1989). *The Growth of Postmodernity*. Baltimore: Johns Hopkins University. Harvey, F. (2000). *The Social Construction of Geographical Information Systems*, *International Journal of Information Science* 14: 711-13.
4. James, P.E. (1972). *All Possible Worlds: A History of Geographical Ideas*. Indianapolis: Odyssey Press.
5. Kates, R., et al. (2001). *Sustainability Science*, *Science* 292: 641-42.
6. MacEachren, A., et al. (1992). *Visualization*. In Abler, R., Marcus, M., and Olson, J. (Eds.) *Geography's Inner Worlds*, 99-137. New Brunswick: Rutgers University.
7. Mumford, L. (1963). *Technics and Civilization*. New York: Harcourt.
8. National Academy of Sciences/National Research Council (AS/NRC) (1997). *Rediscovering Geography: New Relevance for Science and Society*, Washington, DC: National Academy Press.
9. National Academy of Sciences/National Research Council (AS/NRC) (2002). *Down to Earth: Geographical Information for Sustainable Development in Africa*, Washington, DC: National Academy Press.
10. Parkes, D., and Thrift, N. (1980). *Times, Spaces, and Places*. New York: Wiley.
11. Robb, J.J., and Riebsame, W. (1997). *Atlas of the New west: Portrait of a Changing Region*. New York: Norton.
12. Tenner, E. (1997). *Technology and the Revenge of Unintended Consequences*. New York: Random House.
13. Wilbanks, T. (1988). *Impacts of Energy Development and Use, 1888-2088*. In *Earth '88: Changing Geographic Perspectives*, 96-114. Washington: National Geographic Society.

ЛЕКЦІЯ 4

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВ'ЯЗКУ ТА ФОРМУВАННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ ЗНАНЬ

Дисципліни включають спільноти науковців, які працюють над пов'язаними проблемами. Рідко всі члени наукового напрямку погоджуються з усіма аспектами її діяльності – з гносеологією, онтологією та методологією; швидше виникають розбіжності, іноді з приводу деталей того, які питання потрібно аналізувати та як їх вирішувати. Члени цих груп можуть з різних причин, як інтелектуальних, так і «політичних» (Johnston 2000a) прагнуть перевести інших на свій спосіб мислення. Таким чином, історія географічного напрямку є значною мірою історією її дискусій та суперечок, питань, які вирішуються у спробах краще зрозуміти ті компоненти природи, на яких вона зосереджена.

Таким чином, прогрес наукового напрямку оцінюється за двома шкалами. Перший включає доповнення до розуміння того, як нові результати досліджень додаються до складу прийнятих знань – хоча загально визнано, що всі знання є попередніми, що всі наші розуміння відкриті для подальшого організованого скептицизму та потенційної переоцінки.

Друга шкала стосується ширших питань від простого внесення доповнень до банку інформації. Натомість він включає дискусії про те, що таке знання та як ці знання можна створити. У них дискусії в рамках напрямку стосуються не лише нових результатів досліджень та того, як вони вписуються в наші існуючі рамки розуміння, а швидше про створення нових рамок, нових поглядів на світ та вивчення його. Зміна балансу поглядів може статися через процеси заміни когорти дослідників, однак нові кандидати в географії відрізняються від тих, які їх замінюють. Мало напрямів тривалий час перебувають у стані інтелектуальної рівноваги, і суперечки про їх природу здаються практично безперервними. Це, безумовно, трапляється в багатьох дисциплінах суспільствознавства, про що свідчать нариси з їхньої історії. Безумовно, географи не самотні, регулярно обговорюючи характер своєї дисципліни та періодично генеруючи серйозні зміни у своїй практиці.

Кілька особливостей виділяються з історії географії як навчальної дисципліни та наукового напрямку за останні 100-150

років. Перший – зростаючий обсяг опублікованих праць. Це – є функцією зростаючої кількості академічних географів, але – лише частково так: географи публікують більше на людину на десятиліття, ніж раніше. Друга – це зростаючий діапазон цих праць, який частково є відображенням більшої кількості географів, кожен із яких шукає певної ніші в рамках академічного розподілу праці з метою розширення своєї кар’єри дослідника. По-третє, з цим питанням зростає спеціалізація в географії, і більшість людей беруть участь лише в невеликій її складовій і дуже мало в межах усієї дисципліни. Нарешті, зростає швидкість змін, збільшується швидкість, з якою оскаржується «звичайна мудрість», і просуваються альтернативні бачення для географії або її підрозділів [Brunn and O’Lear 1999].

Певний період було популярно представляти процес змін як такий, що передбачає низку революцій, внаслідок яких одна парадигма була замінена іншою. Але, незважаючи на певні цінні дані, які вона надала, така модель парадигми була відмінена. Як виникла ця атмосфера змін? Чи пов’язано це якимось чином з паралельними технологічними змінами? Це дослідження встановлено в орієнтовній моделі мереж взаємодії та ролі видань у мобілізації змін.

4.1. МЕРЕЖІ ВЗАЄМОДІЇ І МОБІЛІЗАЦІЯ ЗМІНИ

Дебати та дискусії про генезис географії як дисципліни передбачають міжособистісну взаємодію в різних масштабах і за допомогою засобів масової інформації. Окремі викладачі-дослідники є частинами кількох мереж, що перетинаються, включаючи наступне:

1. Їхні колеги та студенти на кафедрі чи іншому підрозділі, де вони працюють, та з якими вони постійно перебувають у постійному контакті;
2. Колеги в інших підрозділах цього ж закладу, з якими також може бути частий контакт;
3. Колеги в інших установах тієї ж країни, з якими вони зустрічаються нечасто, найчастіше на офіційних заходах, таких як конференції;
4. Колеги в інших установах по всьому світу, яких вони зустрічають ще рідше.

Якби потік інформації відбувався лише за допомогою міжособистісних розмов у цих групах, значна частина цього була б локалізована. Контакти між працівниками в різних місцях були б

рідкісними, а стимули, які він створює, рідкісні. Нові висновки розповсюджуватимуться лише повільно через відповідну спільноту; дебати про більш широкі питання були б рідкісними та, ймовірно, обширними в часі, перш ніж було досягнуто будь-якого рішення.

Надруковане слово гарантує, що академічний прогрес не залежить лише від таких міжособистісних моделей контактів. Первісне створення письмових записів, що зберігаються у кількох бібліотеках, забезпечило доступність матеріалів як у часі, так і в просторі, оскільки копії рукописів були зроблені та передані вченим в інше місце. Винахід друку зробив значно ширшим та швидшим поширення ідей: інформацію та аргументи можна було передавати як у просторі, так і в часі, забезпечуючи постійні записи того, що люди думали та знали в будь-який конкретний момент. Ці записи стали частинами мереж, через які науковці взаємодіяли. Вони забезпечували взаємодію на відстані (як просторової, так і часової), без індивідуального переміщення чи зустрічей віч-на-віч. Друковані засоби масової інформації надають основні канали, за допомогою яких люди можуть контактувати з іншими географами, яких вони можуть не знати, але на яких може впливати їх робота під час доступу до неї за допомогою безособових засобів. Однак упродовж багатьох століть користувачі бібліотек обмежувались наповненням колекцій, до яких мали доступ. Небагато бібліотек, наприклад, п'ять «авторських бібліотек» у Великобританії, яким передавалися копії всіх виданих там матеріалів, мали повні колекції, а більшість охоплювала лише обмежену кількість. У другій половині XX століття стало можливим поширення книг, які зберігалися в інших бібліотеках, через міжбібліотечні абонементи. Сьогодні – це обмеження ще слабше, оскільки матеріали, особливо ті, що публікуються в журналах – доступні в Інтернеті. Деякі бібліотеки більше не підписуються на паперові тиражі журналів, до яких можна отримати доступ в електронному вигляді, тим самим заощаджуючи витрати на оренду приміщень та збереження колекцій друкованих матеріалів.

На цих ранніх стадіях становлення академічної особи індивід бере участь у поєднанні мереж наукового взаємовпливу. Перша локалізується в певному місці – аспірантурі – де відбувається інтенсивна взаємодія між незначною кількістю людей, серед яких один чи два можуть сприйматися як «лідери» через їх стаж, досвід, ентузіазм та / або стимулюючу наукову основу. Друга,

нелокалізована, що включає міжнародні (глобальні в деяких випадках) мережі безособової взаємодії, які підтримуються за рахунок розповсюдження друкованих ЗМІ.

Наступні етапи кар'єри передбачають розширення «контактних» мереж, оскільки окремі вчені приєднуються до груп, які зустрічаються з різною регулярністю та частотою на конференціях та інших формуваннях. Встановлюються нові міжособистісні контакти, а соціальні компоненти академічних мереж як розширюються, так і поглиблюються. Поряд з цим, людина починає робити свій внесок в інші компоненти мережі, пишучи статті та монографії, які надходять до широкого загалу. Вони приводять його в безособовий контакт з ширшим колом осіб.

4.2. ПУБЛІКАЦІЯ В АКАДЕМІЧНІЙ ГЕОГРАФІЇ

Публікації займають центральне місце в інтерактивних процесах, які беруть участь у виробництві та обігу знань. З часом легкість і швидкість розповсюдження публікацій різко змінилися, чітко вплинувши на процес виробництва знань і, тим більше, застарілість певних знань. Як це впливає на весь процес? Про це свідчать два конкретні епізоди з новітньої історії географії.

Мімеограф, машина «Ксерокс» та «Кількісні та теоретичні революції». До кінця 50-х років ХХ сторіччя між виробництвом знань та його широким тиражом пройшов тривалий час. Особа, яка завершила дослідницьку роботу, обговорила її з колегами в її кафедрі або університеті, написала та представила широкій аудиторії – на семінарах в різних університетах, академічних конференціях тощо. Тим, хто почув усні презентації, стало відомо результатів до їх формального розповсюдження, отже, і через формальні та неофіційні дискусії можуть вплинути на форму пізніших версій до публікації. Потім один з них надісланий та після звичайного експертного огляду (який може зайняти кілька місяців) прийнятий до публікації – можливо, у доопрацьованій формі. Потім попадає до випуску журналу майже через рік після першого огляду або рецензування. Після, розповсюджується через бібліотеки та особисті підписки і отримує постійне місце в мережі.

Такі процеси все ще діють, але вони вже не є основним засобом поширення знань. Відносно легкий темп, з яким розповсюджувались нові знання та ставали доступними для інших, означали, що зміни не

були швидкими. Нові «факти» повільно замінювали «старі»; спростування та контррегулювання інтерпретацій вимагало часу, а фундаментальні дискусії щодо природи наукового напрямку могли тривати упродовж кількох років. Це було продемонстровано у 50-х роках ХХ сторіччя у дискусіях про «винятковість» та «позитивізм» як основи географічної науки. Перші коментарі до критики Шефера (1953 р.) з'явилися в *Анналах* приблизно через дев'ять місяців після оригіналу (Hartshome 1954), наприклад, з більш тривалими відгуками у 1955 та 1958 роках (Hartshome 1955, 1958).

З кінця 50-х років ХХ сторіччя стали доступними поліграфічні та репрографічні технології, що дозволили швидше поширювати нові результати та ідеї, тим самим не тільки прискорюючи, але й доповнюючи способи їх просування. Матеріали можуть бути додані до мереж за короткий термін, і дослідники могли дізнатися набагато швидше про нові ідеї. Швидкість, з якою можна ділитися новими ідеями, принаймні неофіційно, з тими, що знаходяться у списках розсилки, таким чином зменшувалася до швидкості поштової служби.

Було багато дебатів з приводу того, чи поширювати свої ідеї через неофіційні засоби масової інформації. Це було усунуто рішенням про реєстрацію серій дискусійних статей з номерами ISSN. Але вона ніколи не була повністю вирішена. Врешті-решт, проблема згасла, оскільки нові технології та засоби масової інформації, зокрема, Інтернет пропонували альтернативні способи розповсюдження матеріалів. Але з цим виникли нові проблеми, такі як «прийнятність» публікацій в он-лайн-журналах для оцінки та просування по службі.

Серія «Дискусійний документ», яка була розпочата у Вашингтоні, отримала користь від подальших технологічних досягнень у відтворенні друкованої сторінки, зокрема, машин Херо та їх конкурентів, що зняло обмеження щодо кількості копій, які можна було зробити. Через їхню інституціоналізацію, серія «Дискусійний документ» стала частиною формальної дисциплінарної літератури, хоча частково була прийнятою. Вони могли бути використані для швидкого розповсюдження ідей у попередній формі, але не для більш формальних процедур встановлення професійного статусу та достовірності, і деякі редактори журналів відмовилися допускати цитати до такої літератури.

Зміни в «домашніх» виданнях вийшли ще далі наприкінці 1960-х років із створенням «домашніх журналів». Найважливішим з них на

сьогодні був Антипод, витоки якого полягали в «радикальній революції» кінця 1960-х і далі, яка кинула виклик не тільки статусу кво в англо-американській географії, який передував «теоретичним і кількісним революціям» пізнього 1950-ті та початку 1960-х, але й ці революції. Базуючись у Вищій школі географії Університету Кларка, Антипод вироблявся «внутрішнім» до 1986 року, коли він став «респектабельним», переймаючись комерційним видавцем та отримуючи довіру, пов'язану зі стандартними, рецензованими журналами.

4.3. ІНТЕРНЕТ, ВСЕСВІТНЯ ПАВУТИНА ТА ФРАГМЕНТАЦІЯ ДИСЦИПЛІН

Другим технологічним розвитком циркуляції інформації, що розглядається є створення та швидке розширення Інтернету. До кінця 80-х років ХХ сторіччя більшість університетів мали посилення на них. За допомогою вкладень до електронних повідомлень академіки могли надсилати рукописи (чорнові та інші) будь-кому в будь-якій країні, з яким було пов'язано подібним чином.

Нові знахідки та ідеї можуть бути розповсюджені миттєво, а ті, що пов'язані з такими мережами, не потребують жодних затримок у виявленні того, що люди в інших місцях робили, думали та повідомляли. Коли ця технологія розвивалася, не тільки були написані «рукописи», які можна було передати через Інтернет, але оригінальні дані, діаграми, фотографії, відеокліпи, музику та інші засоби масової інформації. Зважаючи на важливість візуального спілкування в географії, це було особливо цінним для дисципліни.

Розробки тривають. Більша швидкість і об'єм для зберігання комп'ютерів; швидкість, з якою в мережах можна було шукати матеріал, і здатність широкосмугових з'єднань передавати велику кількість інформації швидко призвели до масового розширення використання Інтернету для «публікації» та доступу до матеріалів на відстані, причому віртуальні бібліотеки матеріалів у всіх формах носія можуть бути доступні з персональних комп'ютерів на робочих столах людей, а потім з портативних комп'ютерів. Велике коло осіб, груп та установ створили власні веб-сайти, щоб зробити інформацію, таку як оголошення про зустрічі та дискусійні документи у вільному доступі (хоча деякі обмежили доступ), а можливість прямого зв'язку з одного веб-сайту на інший через гіперпосилання дозволяє швидко

пошук відповідних матеріалів. Наукові товариства, такі як Асоціація американських географів та Королівське географічне товариство, також широко використовують свої веб-сайти для просування інтересів членів. Вчені також можуть розміщувати свої навчальні матеріали на веб-сайтах, щоб дати можливість студентам навіть в інших установах отримати доступ до них у будь-який час. У «відділі віртуальної географії» Кен Фота навіть можна поїхати у «віртуальні польові поїздки». «Винахід» електронної науки на початку ХХІ століття сприймає це ще більше, завдяки чому аналітики можуть отримати доступ і працювати над наборами даних, розміщеними на віддалених комп'ютерах, без необхідності передавати матеріали на свої «домашні сайти» [Foster 2003].

Знову-таки, хоча деякі з ранньої розробки були неофіційними, коли люди надсилали копії своїх останніх рукописів відомим колегам (можливо, у ще менш закінченому вигляді, ніж це було в їхніх дискусійних роботах десятиліття або більше раніше), невдовзі це було офіційно оформлено коли Всесвітня павутина стала доступною для академічного спілкування. Це дало можливість розміщувати рукописи на веб-сайтах, як особистих, так і інституційних, з яких їх можна було завантажити без будь-якого контакту з автором. Стало відомо, що деякі автори розміщували всі свої постійні рукописи на таких сайтах, і періодичні візити на сайти допомагали дослідити їхню останню працю. Інституції, наприклад, товариства, що займаються наукою, створили сайти, де члени могли подавати свої останні пропозиції, включаючи документи, які вони давали на своїх майбутніх конференціях. А потужні «пошукові системи», такі як Google, Yahoo та Altavista, дозволили дослідникам дуже легко відкривати такі матеріали.

Інтернет також значно полегшив доступ до офіційних видань і заохотив їх зростання, наприклад, створення он-лайн-журналів, які ще мають набути значного поширення та популярності серед географів, але більш поширені в інших дисциплінах. За останні десятиліття кількість нових журналів з географії та суміжних галузей збільшується, що частково відображає збільшення кількості практикуючих географів. Баланс роботи комерційних фірм, що публікують майже все, значно змінився. Академічні рішення (про те, які документи приймати до публікації) залишаються за редакціями, науковцями, які працюють у комерційних питаннях. Але видавцям більше не доводиться докладати значних зусиль, щоб підготувати

наданий авторами та редакторами примірник у форматі, готовому до друку. Десятиліття тому багато хто просив авторів надати готову копію у форматах, яку можна було б підготувати до фотовідтворення. Витрати на механічні процеси виготовлення журналів (і книжок) значно скоротилися, що дозволило видавцям брати участь у журналах із відносно невеликими продажами, які з часом стали прибутковими. Зараз більшість журналів просять готові статті надсилати в електронних форматах, які вони редагують перед тим, як створити видання журналу, готового до друку. А їх наклад зменшується. Замість продажу підписок на журнали та розповсюдження «друкованих копій» вони зараз продають доступ до журналів на захищених паролем веб-сайтах. Багато бібліотек більше не отримують копії таких журналів, але підписуються на електронні версії, і їх «підписники» (викладачі та студенти) можуть завантажувати копії відповідних статей, що покривають самі витрати на друк. Однак велика кількість бібліотек підписується на спеціалізовані служби цитування, які дозволяють здійснювати пошук відповідної літератури з певної тематики, а також широко використовувані бази даних ISI, які збирають дані цитування з приблизно 9 тис. журналів по всьому світу.

Веб-журнали не обов'язково збільшують швидкість, з якою розповсюджується навчальний матеріал, хоча існують переваги, враховуючи час, який потребують деякі поштові служби. Але вони набагато полегшують доступ особам, які хочуть прочитати статтю, не потрібно ходити до бібліотеки. Вони можуть отримати свою копію, не заходячи до бібліотеки. І видавці полегшують це, розповсюджуючи вміст останніх випусків по каналах електронної пошти та на інших ресурсах. Свого часу дослідникам довелося шукати документи, відповідні їхнім інтересам. Тепер їм потрібно лише увійти до свого сервера електронної пошти, щоб повідомити про те, що нещодавно було опубліковано або що має бути опубліковано.

Конференції – це формат для контактів віч-на-віч, де ми чуємо, а не читаємо про нові знання та аргументи щодо їх формування. Легкість і відносна дешевизна означає, що більшість географічних відділів проводять регулярні семінари та конференції. Багато кафедр або мають окремі групи семінарів з фізичної та економічної географії.

Ми розуміємо історію географії, навіть її найновішу історію, далеко не завершено, і, як наслідок, ми не впевнені, які стратегії

найкраще працюють у мобілізації інтересу до праці будь-якої людини. Є ще багато чого, що ми не розуміємо. Одним із аспектів є «вибіркове читання та цитування». Опубліковано багато праць, які мають значне значення для тієї галузі праці, яка все-таки рідко цитується, тоді як інші з цієї теми, можливо, з'являються пізніше, явно набагато більше впливають. Чи відображає це статус авторів або ступінь, до якого вони пов'язані з підмережами [Johnston 2002b], можливо, через їхні особисті поля контактів та студенти?

Список використаних джерел

1. Barnes, T.J. (2003). The Place of Locational Analysis: A Selective and Interpretive History, *Progress in Human Geography* 27: 69-96.
2. Barnett, C. (1995). Awakening the Dead: Who Needs the History of Geography? *Transactions, Institute of British Geographers* NS20: 417-9.
3. Berry, B.J.L. (1993). Geography's Quantitative Revolution: Initial Conditions, 1954-1960. A Personal Memoir, *Urban Geography* 14: 434-41.
4. Brunn, S.D., Husso, K., Kokkonen, R, and Pyythia, M. (1997). The GEOGRAPH Electronic Mailing List: The Emergence of a New Scholarly Community, *Fennia* 175: 97-123.
5. Brunn, S.D., Husso, K., and Pyyhtia, M. (1999a). Scholarly Communication in Cyberspace: Profiles of Subscribers Using the GEOGRAPH Electronic Mailing List, *Fennia* 177: 171-84.
6. Brunn, S.D., Husso, K., and Pyyhtia, M. (1999b). Writing and Communication in Cyberspace. In Buttimer, A., Brunn, S.D., and Wardenga, U. (Eds.) *Text and Image: Social Construction of Regional Knowledges*, 290-302. Leipzig: Institut fur Landeskunde.
7. Brunn, S.D. and O'Leary, S.R. (1999). Research and Communication in the Invisible College of the Human Dimensions of Global Change, *Global Environmental Change* 9: 285-301.
8. Duncan, S.S. (1974). The Isolation of Scientific Discovery: Indifference and Resistance to a New Idea, *Science Studies* 4: 109-34.
9. Editorial (1986). Editorial, *Antipode* 18: 1-4.
10. Foster, I. (2003). The Grid: Computing Without Bounds, *Scientific American* (April): 80-85.
11. Garcia-Ramon, M.D. (2003). Globalization and International Geography: The Questions of Languages and Scholarly Traditions, *Progress in Human Geography* 27: 1-5.
12. Getis, A. (1993). Scholarship, Leadership and Quantitative Methods,

Urban Geography 14: 517-25.

13. Gschwend, T., Johnston, R.J., and Pattie, C.J. (2003). Split-Ticket Patterns in Multi-Member Proportional Election Systems: Estimates and Analyses of Their Spatial Variations at the German Federal Election, 1998, *British Journal of Political Science* 33: 109-28.
14. Hartshome, R. (1954). Comment on Exceptionalism in Geography, *Annals of the Association of American Geographers* 44: 108-09.
15. Hartshome, R. (1955). Exceptionalism in Geography Re-Examined, *Annals of the Association of American Geographers* 45: 205-44.
16. Hartshome, R. (1958). The Concept of Geography as a Science of Space from Kant and Humboldt to Hettner, *Annals of the Association of American Geographers* 48: 97-108.
17. Hartshome, R. (1959). *Perspective on the Nature of Geography*. Chicago: Rand McNally.
18. Johnston, R.J. (1996). Academic Tribes, Disciplinary Containers, and the Realpolitik of Opening up the Social Sciences, *Environment and Planning A* 28: 1943-48.
19. Johnston, R.J. (2000a). On Disciplinary History and Textbooks: Or Where Has Spatial Analysis Gone, *Australian Geographical Studies* 38: 125-37.
20. Johnston, R.J. (2000b). Authors, Editors and Authority in the Postmodern Academy, *Antipode* 32: 271-91.
21. Johnston, R.J. (2002a). Reflections on Nigel Thrift's Optimism: Political Strategies to Implement His Vision, *Geoforum* 33: 421-25.
22. Johnston, R.J. (2002b). Robert E Dickinson and the Growth of Urban Geography: An Evaluation, *Urban Geography* 22: 702-36.
23. Johnston, R.J. (2003a). The Institutionalization of Geography as an Academic Discipline. In Johnston, R.J. and Williams, M. (Eds.) *A Century of British Geography*. Oxford: Oxford University Press and the British Academy.
24. Johnston, R.J. (2003b). Geography: A Different Sort of Discipline? *Transactions of the Institute of British Geographers* NS28: 133-41.
25. Johnston, R.J. (2004). Coming Apart at the Seams. In Castree, N., Rogers, A., and Sherman, D. (Eds.) *Questioning Geography: Essays on a Contested Discipline*. Oxford: Blackwell.
26. Johnston, R.J. and Sidaway, J.D. (2004). *Geography and Geographers: Anglo-American Human Geography Since 1945*. 6th ed. London: Arnold.
27. Morrill, R.L. (1984). Recollections of the Quantitative Revolutions Early Years: The University of Washington 1955-65. In Billinge, M., Gregory,

- D., and Martin, R. (Eds.) *Recollections of a Revolution: Geography as Spatial Science*, 57-72. London: Macmillan.
28. Pred, A. (1979). The Academic Past Through a Time-Geographic Looking Glass, *Annals of the Association of American Geographers* 69: 175-80.
 29. Pred, A. (1984). From Here and Now to There and Then: Some Notes of Diffusions, Defusions and Disillusions. In Billinge, M., Gregory, D., and Martin, R. (Eds.) *Recollections of a Revolution: Geography as Spatial Science*, 86-103. London: Macmillan.
 30. Schaefer, F.K. (1953). Exceptionalism in Geography: A Methodological Examination, *Annals of the Association of American Geographers* 43: 226-49.
 31. Smelser, N.J. and Baltes, P.B. (Eds.). (2001). *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Oxford: Elsevier.
 32. Taylor, P.J. (1990). Editorial Comment: GKS, *Political Geography Quarterly* 9: 211-12.
 33. Thrift, N.J. (2002). The Future of Geography? *Geoforum* 33: 291-98.
 34. Wheeler, J.O. (2001). Assessing the Role of Spatial Analysis in Urban Geography in the 1960s, *Urban Geography* 22: 549-58.
 35. Wilford, J.N. (2002). *The Mapmakers: The Story of the Great Pioneers in Cartography-From Antiquity to the Space Age*. London: Pimlico.

ЛЕКЦІЯ 5

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ: ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, СТРУКТУРА, ФУНКЦІЇ

5.1. ВИЗНАЧЕННЯ ГІС

На сьогодні існує велика кількість визначень географічних інформаційних систем, що мають багато спільного і відмінного, характеризуючись, до того ж, різним ступенем повноти. Огляд наявних визначень наведений, зокрема, у роботах [Кошкарев, 1993; Светличный, 1997]. Огляд дефініцій ГІС подані у таблиці 1.

Відзначимо насамперед те спільне, що характерне практично для всіх визначень ГІС. По-перше, ГІС – це інформаційна система, тобто «система обробки даних, що має засоби накопичення, збереження, відновлення, пошуку і видачі даних» [Словарь, 1989, с. 242]. По-друге, ця інформаційна система належить до категорії автоматизованих інформаційних систем, «що використовують ЕОМ на всіх етапах обробки інформації» [Словарь, 1989, с. 18]. Електронно-обчислювальна машина (комп'ютер) є неодмінним атрибутом і основою геоінформаційної технології. По-третє, ця інформаційна система надає можливості маніпулювання і обробки просторової (просторово-розподіленої, просторово-координованої) інформації.

Відмітною рисою географічних інформаційних систем є наявність у їхньому складі специфічних методів аналізу просторових даних, що в сукупності із засобами введення, збереження, маніпулювання і представлення просторово-координованої інформації і складають основу технології географічних інформаційних систем, чи ГІС-технології.

Слід звернути увагу на те, що визначення «географічна» у назві географічних інформаційних систем насправді є синонімом просторовості інформації. На це, зокрема, безпосередньо вказується в багатьох визначеннях ГІС (наприклад, у наведених вище визначеннях Дж. Вітека та ін. (Vitec et al., 1984), Дж. Стара і Дж. Істеса (Star, Estes, 1990).

Однак це ще з більшою очевидністю впливає з аналізу історії розвитку і сучасних галузей застосування ГІС-технології, що охоплюють крім географічних наук, кадастр, інженерні дослідження і проектування, транспорт, зв'язок, комерцію, державне управління та ін. Проте відомі спроби виділення «чисто» географічних інформаційних систем з погляду професійно-географічної спрямованості [Кошкарев, 1993; Сербенюк,

1990]. Необхідним і достатнім критерієм виділення «чисто» географічних інформаційних систем, на думку В.С. Тикунова, є проблемна орієнтація системи, тобто те, для яких цілей вона призначається і використовується і якого типу задачі розв'язує. «У географії ГІС переробляють географічні потоки, що формуються в межах географічної оболонки і являють собою інформаційне відображення системи об'єктів географічного вивчення» [Тикунов, 1991, за Світличний, 2006].

Таблиця 5.1

Визначення ГІС

<i>Автор</i>	<i>Визначення</i>
Vitec et al., 1984	Інформаційна система, що може забезпечити введення, маніпулювання й аналіз географічно визначених даних для підтримки прийняття рішень.
Трофимов, Панасюк, 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.
Burrough, 1986	Набір засобів для збору, збереження, пошуку, трансформації і відображення даних про навколишній світ з певною метою.
Star, Estes, 1990	Інформаційна система, призначена для роботи з просторовими, чи географічними, координатами.
Кошкар'юв, 1991	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.
Core Curriculum, 1991	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.
Сербенюк, 1990	Науково-технічні комплекси автоматизованого збору, систематизації, переробки і представлення (видачі) геоінформації в новій якості з умовою одержання знань про досліджувані просторові системи.
Симонов, 1991	Сукупність апаратно-програмних засобів і алгоритмічних процедур призначених для збору, введення, зберігання, математико-картографічного моделювання і образного представлення просторової інформації.

Галузевий стандарт, 1997	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 ви рішення проблем територіального планування і керування.
Баранов, 1997	Інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих (просторових) даних.

З урахуванням сучасних тенденцій розвитку геоінформаційних технологій як робочий варіант визначення геоінформаційної системи доцільно використовувати таке: ***географічна інформаційна система (ГІС)** – це інтегрована сукупність апаратних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, маніпулювання, аналіз і відображення (представлення) просторово-координованих даних.*

Таким чином, ГІС – це інформаційні системи, які від інших інформаційних систем відрізняються тим, що це, *по-перше*, автоматизовані інформаційні системи, орієнтовані на використання можливостей ЕОМ, *по-друге*, вони призначені для роботи з просторово-координованою інформацією, і, *по-третє*, ГІС здатні продукувати нове знання на основі використання досить широкого спектра аналітичних методів і процедур.

Будь-яка географічна інформаційна система складається з *апаратного комплексу, програмного комплексу і інформаційного блока*. У той самий час будь-яка геоінформаційна система забезпечує функції підтримки аналізу просторових даних. Процедури просторового аналізу і моделювання в ГІС реалізовані програм-ними засобами, тобто їх виконання є однією з функцій програмного комплексу ГІС. Однак з огляду на надзвичайно важливу роль аналітичних можливостей ГІС у виконанні ними їх функцій, а також широкий, але досить чітко обкреслений арсенал цих можливостей, уявляється доцільним виділення, принаймні при вивченні основ ГІС-технології, *блока аналізу* як четвертого обов'язкового компонента геоінформаційних систем. Цілком виправданим, на наш погляд, є включення до складу компонентів ГІС і *людей* – розробників і користувачів, без яких неможливе існування останніх компонентів як системи. У цьому випадку ГІС є вже п'ятикомпонентними системами.

5.2. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Першою реально працюючою геоінформаційною системою у світі вважається ГІС Канади (Canada Geographic Information System, CGIS), розроблена в середині 60-х років XX 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.

Розробка перших геоінформаційних систем (Канадської ГІС, Інформаційної системи природних ресурсів штату Техас (1976), Австралійської ресурсної інформаційної системи (ARIS, 1979-1982) було результатом реалізації цілком очевидного прагнення застосувати унікальні і все зростаючі можливості ЕОМ, які з'явилися в 50-х роках XX ст., для зберігання і маніпулювання великими масивами накопиченої на той час різномірної інформації про природні і соціально-економічні умови і ресурси територій. Проте створення таких складних автоматизованих інформаційних систем зумовило необхідність вирішення цілого комплексу проблем, пов'язаних з особливостями кодування просторової інформації, необхідністю розробки програмного забезпечення для її зберігання і обробки, створення відповідної апаратури для введення і представлення просторових даних [ДеМерс, 1999].

Географічні інформаційні системи, здатні реалізовувати функції, близькі до тих, що вони реалізують сьогодні (безумовно, з поправкою на технічний і технологічний рівні), виникли у 80-х роках минулого сторіччя. При цьому сучасні ГІС з'явилися як результат спочатку паралельного, а потім все більш тісного спільного розвитку геоінформаційних технологій в цілому ряді монодисциплінарних галузей. Серед таких галузей слід назвати автоматизоване картографування, комп'ютерне проектування (Computer Aided Designing – CAD), комп'ютерні науки, у тому числі комп'ютерну графіку, теорії і технології баз даних, мови програмування, а також дистанційне зондування і обробку методів дистанційного зондування, просторовий аналіз, географічне і картографічне моделювання. У межах вже майже п'ятдесятилітнього періоду історії розвитку геоінформаційних технологій можна з певною мірою умовності виділити етапи:

Перший етап (кінець 50-х – кінець 70-х років XX ст.) разом зі створенням перших географічних інформаційних систем, перш за все в Канаді і США, характеризується розробленням перших комп'ютерних систем просторового аналізу растрових зображень й автоматизованого картографування з використанням лінійних. 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). У подальшому (70-ті роки – початок 80-х років XX ст.) у цій же лабораторії були розроблені інші програмні пакети (GRID, CALFORM, ODYSSEY та ін.), що забезпечували як цифрування карт і автоматичне картографування, так і просторовий аналіз. Одночасно подібного роду програмні продукти, відомі залежно від їх основного призначення під назвою або «пакетів картографічного аналізу», або «систем автоматизованого картографування» [Shekhar Shashi, 2008].

Розроблялися і в інших наукових центрах Північної Америки і Західної Європи. Найбільшу популярність у світі з цих більш пізніх розробок одержав пакет аналізу растрових даних MAP (Map Analysis Package), який реалізував алгоритми картографічної алгебри, основи якої були розроблені С.Д. Томліном, США (Tomlin, 1983a, 1983b). Цей пакет, а також його більш пізні версії RMAP, а Map розповсюджував Єльський університет (США) за дуже низькою ціною (близько \$20).

Характерним для цього часу також було удосконалення методів аналізу просторових даних і технологій їх кодування і представлення. Зокрема, саме в цей період були розроблені теоретичні основи геостатистики (Ж. Матерон, Франція), векторна топологічна структура просторових даних (DIME-структура, США), технології графічного зображення тривимірних поверхонь та ін. Для другої частини даного періоду характерна тенденція до посилення міждисциплінарних зв'язків у середовищі розробників ГІС, у першу чергу, між ученими та інженерами. Проте в цей період геоінформаційні системи все ще залишаються спеціалізованими, створюваними на базі могутніх і дуже дорогих ЕОМ, внаслідок чого вони є системами унікальними з обмеженим колом користувачів.

Другий етап (80-ті роки XX ст.). У другій половині 70-х років – на початку 80-х років XX ст. на Заході в розробку і застосування ГІС-

технології були зроблені значні інвестиції як урядовими, так і приватними агентствами, особливо в Північній Америці. У цей період були створені сотні комп'ютерних програм і систем. Розробка ж (1973-1978) і широке розповсюдження недорогих комп'ютерів з графічним дисплеєм (що одержали назву «персональних») дозволили відмовитися від «пакетного» режиму обробки даних і перейти до діалогового режиму спілкування з комп'ютером. Це сприяло децентралізації досліджень в галузі ГІС-технологій.

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 [The Handbook of Geographic Information Science, 2008].

Реалізацією могутнього інтеграційного потенціалу ГІС-технології стала починаючи з середини 80-х років ХХ ст. низка міжнаціональних і глобальних проектів 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). Прогрес у ГІС-технології в 90-ті роки минулого століття значною мірою був пов'язаний з прогресом апаратних засобів, причому як комп'ютерів – виникненням 32-бітових, а потім 64-бітових міні- і мікроЕОМ, так і засобів введення і виведення просторової інформації – дигітайзерів, сканерів, графічних дисплеїв і плотерів. Для цього ж періоду характерне широке поширення так званих комерційних ГІС-пакетів («інструментальних ГІС»), що з'явилися ще в 80-ті роки ХХ ст. Здебільшого вони є програмним середовищем, яке дозволяє користувачу або достатньо просто створювати геоінформаційні системи відповідно до його власних запитів і можливостей, або вирішувати завдання, пов'язані з просторовою інформацією, з використанням геоінформаційних технологій. Світовими лідерами серед комерційних ГІС-пакетів стають програмні продукти фірм ESRI (Arc/Info і Arc View GIS), Intergraph (MGE), Mapping Information Systems (MapInfo). Загальна ж кількість програмних ГІС-пакетів обчислюється не одним десятком.

У розвинутих країнах світу ГІС-технологія стає повсюдно

використовуваною технологією обробки, аналізу і представлення просторово-координованої інформації при вирішенні різних завдань у географії, геології, екології, особливо при виконанні великих міждисциплінарних проектів, містобудівному плануванні, на транспорті, у кадастровій діяльності, регіональному плануванні і управлінні та багатьох інших сферах людської діяльності.

У колишньому Радянському Союзі дослідження в галузі геоінформаційних технологій розпочаті у вісімдесяті роки і в основному, як відзначає В.С. Тікунов (1991), були пов'язані з адаптацією зарубіжного (західного) досвіду. Дослідження проводили Інститут географії і Далекосхідний науковий центр АН СРСР, Московський (кафедра картографії і геоінформатики), Казанський, Тбіліський, Тартуський і Харківський університети. У цей період (середина і друга половина 80-х років ХХ ст.) були розроблені перші автоматизовані системи картографування (наприклад, АКС МДУ), здійснювались дослідження з просторового аналізу, картографо-математичного моделювання, тематичного картографування та їх автоматизації (О.М. Берлянт, Н.Л. Беручашвілі, В.Т. Жуков, П.В. Петров, С.М. Сербенюк, Ю.Г. Симонов, В.С. Тікунов, І.Г. Черваньов, В.А. Черв'яков та ін.), з теоретичного обґрунтування і розроблення перших геоінформаційних систем (Н.Л. Беручашвілі, І.В. Гарміз, В.С. Давидчук, В.П. Каракин, А.В. Кошкар'юв, В.Г. Лінник, М.В. Панасюк, А.М. Трофимов). Першою ГІС, розробленою в колишньому Радянському Союзі, мабуть, була геоінформаційна система Марткопського фізико-географічного стаціонару Тбіліського університету (Беручашвілі, 1986).

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;
- створення ГІС-асоціації (1997) і Асоціації геоінформатиків (2003) України, що сприяють активізації і консолідації геоінформаційної діяльності в країні;
- щорічне проведення ГІС-форумів (1995-2001), конференцій «Геоінформатика: теоретичні і прикладні аспекти» (з 2002 р.), 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.));

- створення державних підприємств і комерційних компаній, що спеціалізуються на розробці або використанні геоінформаційних технологій, зокрема: державних науково-виробничого підприємства «Геосистема» (м. Вінниця) і науково-виробничого центру «Геодезкартінформатика» (м. Київ);
- розроблення спеціалізованого геоінформаційного пакета Рельєф-процесор – Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, векторно-растрової інструментальної ГІС настільного типу ОКО – ВАТ «Геобіономіка» (м. Київ);
- створення електронного атласу України – версії комп'ютерного Національного атласу України (2008) Інститутом географії НАН України;
- внесення курсів з ГІС і геоінформаційних технологій до програми підготовки фахівців природознавчих і екологічних спеціальностей у багатьох вищих навчальних закладах країни; відкриття у деяких з них курсів підготовки фахівців у галузі геоінформаційних систем і технологій.

5.3. ФУНКЦІЇ Й ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ГІС

Умовно функції ГІС моделі поділити на п'ять груп, при цьому перші три належать до традиційних функцій геоінформаційних технологій, останні дві – до нових, що розвинулися останнім десятиліттям.

1. *Інформаційно-довідкова функція* – створення і ведення банків просторово-координованої інформації, у тому числі:

- створення цифрових (електронних) атласів. Перший комерційний проект розробки цифрових атласів. Перший цифровий атлас світу був випущений у 1986 р. фірмою Delorme Mapping Systems (США);
- створення і ведення банків даних систем моніторингу. Як приклади можна навести Глобальний ресурсний інформаційний банк даних (Global Resources Information Database, GRID), створений під егідою UNESCO у 1987-1990 рр., і Геоінформаційну систему країн Європейського Співтовариства CORINE, розроблену в 1985-1990 рр.;
- створення й експлуатація кадастрових систем, у першу чергу

автоматизованих земельних інформаційних систем (АЗІС), або Land Information Systems (LIS), і муніципальних (або міських) автоматизованих інформаційних систем, а також просторово-розподілених автоматизованих інформаційних систем водного і лісового кадастрів, кадастрів нерухомості та ін. Програмне забезпечення роботи з просторовими даними в кадастрових системах складають програмні ГІС-пакети ARC/INFO, ArcView GIS, MGE Intergraph, MapInfo (США), SICAD (Німеччина).

2. *Функція автоматизованого картографування* – створення високоякісних загальногеографічних і тематичних карт, що задовольняють сучасні вимоги до картографічної продукції. Прикладом реалізації цієї функції є діяльність в Україні Інституту передових технологій (м. Київ) з підготовки і друкування навчальних географічних і історичних атласів території України, а також Молдови і Росії на основі можливостей ГІС-пакетів фірми ESRI, США.

3. *Функція просторового аналізу і моделювання* природних, природно-господарських та соціально-економічних територіальних систем, що ґрунтується на унікальних можливостях, наданих картографічною алгеброю, геостатистикою і мережним аналізом, які складають основу аналітичних блоків сучасних інструментальних ГІС з розвинутими аналітичними можливостями. Вона реалізується в наукових дослідженнях, а також вирішенні широкого кола прикладних завдань при територіальному плануванні, проектуванні і управлінні.

4. *Функція моделювання процесів у* природних, природно-господарських і соціально-економічних територіальних системах. Прикладами є сучасні просторово-розподілені моделі поверхневого стоку, змиву ґрунту та транспорту схилових і руслових на носів, різного роду забруднювачів, зокрема, LISEM, Csredis (Нідерланди), WEPP (США). Реалізується при оцінці і прогнозі поведінки природних і природно-господарських територіальних систем та їх компонентів при вирішенні різних наукових і прикладних завдань, у тому числі пов'язаних з охороною і раціональним використанням природних ресурсів.

5. *Функція підтримки прийняття рішень у* плануванні, проектуванні та управлінні. Найбільш активно цей напрямок в Україні розвивається в містобудівному плануванні і проектуванні. Діапазон прикладів тут може бути досить широким:

- програмно-організовані банки просторової й атрибутивної інформації; базу знань, що складається з блоків аналізу і

моделювання, який містить набір моделей просторового аналізу і просторово-часового моделювання, а також довідково-інформаційного блоці, який містить формалізовану довідково-нормативну базу з розглянутої проблеми;

- блок технологій штучного інтелекту, який забезпечує механізм формально-логічного висновку й ухвалення рішення на основі інформації, наявної в базі даних, довідково-інформаційному блоці і результатах просторово-часового аналізу та моделювання;
- інтерфейс користувача [Королев, 1998].

5.4. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІС

Геоінформаційні системи базуються на певному наборі технічного обладнання, основними функціями якого є забезпечення роботи програмних ГІС-продуктів і допоміжних програм, збереження масивів цифрових даних, забезпечення збору і введення даних, представлення готової інформації (рис. 5.1). Комплекс електронних і електронно-механічних пристроїв, призначений для технічної підтримки працездатності ГІС, називається *апаратним забезпеченням ГІС*. Апаратне забезпечення (синоніми – апаратні засоби, апаратура, технічні засоби, hardware) – технічне устаткування геоінформаційної системи, що містить власне комп'ютер і інші механічні, магнітні, електричні, електронні й оптичні периферійні пристрої чи аналогічні прилади, що працюють у складі апаратного комплексу або автономно, а також будь-які пристрої, необхідні для функціонування геоінформаційної системи (наприклад, GPS-апаратура, електронні картографічні прилади і геодезичні прилади). Загальна організація взаємозв'язку елементів апаратного забезпечення геоінформаційної системи називається *архітектурою*, сукупність функціональних частин – *конфігурацією* системи.

У наш час різними фірмами виробляються тисячі моделей різних комп'ютерів і периферійних пристроїв, кількість комплектуючих вузлів і деталей обчислюється десятками і сотнями тисяч. При плануванні архітектури ГІС і виборі конфігурації апаратного забезпечення слід орієнтуватися на характер розв'язуваних завдань, вимоги програмного забезпечення, методи обробки й обсяги даних, що циркулюють у системі даних.

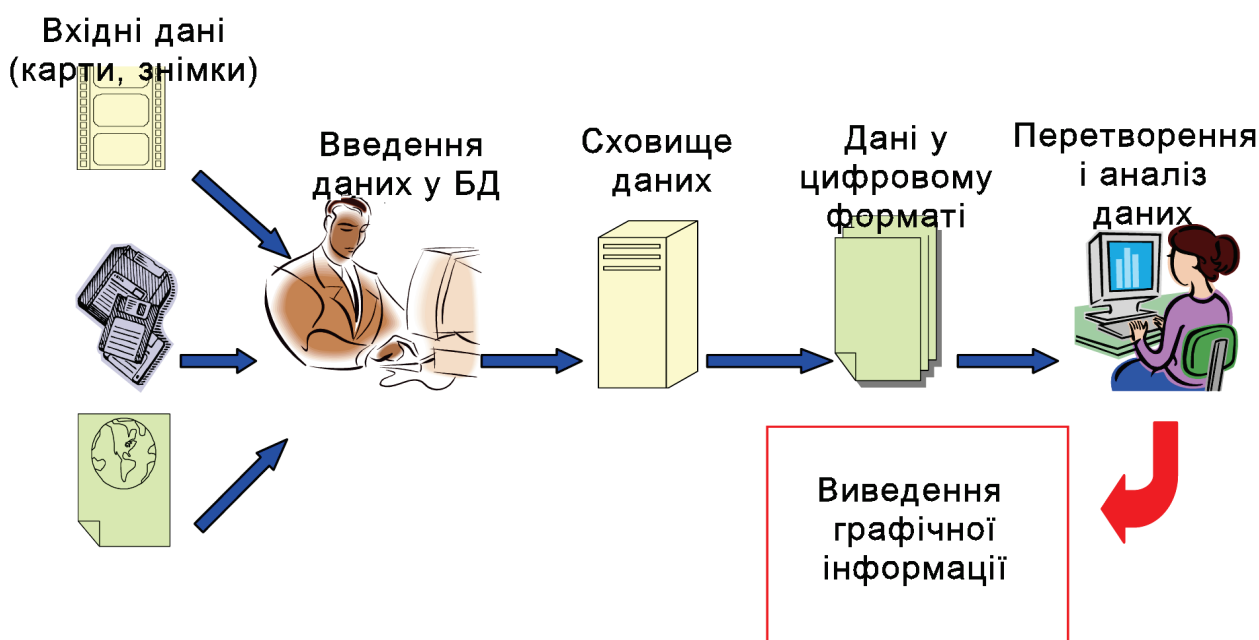


Рис. 5.1. Схема геоінформаційної системи

Залежно від призначення і масштабу ГІС апаратне забезпечення може мати різні функціональні групи пристроїв. Для простих настільних ГІС кінцевого користувача досить звичайного офісного комп'ютера з принтером, багатфункціональні корпоративні ГІС можуть налічувати десятки робочих місць з різними периферійними пристроями, об'єднаних у єдину обчислювальну мережу з керованим доступом. Для виконання деяких технологічних операцій введення чи представлення даних у середовищі ГІС розробляються унікальні апаратні пристрої вартістю в десятки і сотні тисяч доларів США. У той самий час основна частина бюджетних ГІС-проектів орієнтована на використання стандартних комп'ютерів і периферійних пристроїв. У зв'язку з особливостями організаційної структури ГІС апаратне забезпечення прийнято поділяти на три основні групи:

- пристрої обробки і збереження даних (власне комп'ютери);
- пристрої збору і введення даних;
- пристрої візуалізації і представлення даних.

Пристрої збору і введення інформації. Для введення великих масивів просторово-розподілених даних у ГІС використовуються спеціальні периферійні пристрої. Для цифрування паперових картографічних матеріалів в умовах офісу призначені *дигітайзери* (ручне введення даних) і сканери (автоматичне введення даних). При цифруванні за допомогою дигітайзера картографічні об'єкти обводяться по зовнішньому контуру чи осьовій лінії (векторне представлення). Сканер повністю копіює всю поверхню вихідного графічного джерела,

площина карти розбивається на окремі елементи певного розміру (растрове представлення), кожному елементу присвоюється код кольору. Скановане зображення може відразу перетворюватися в растрові дані формату якогось ГІС-пакету чи використовуватися для розпізнавання і векторного цифрування об'єктів ручним (екранне дигітизування) або автоматизованим способом (векторизація).

Дигітайзер (digitizer, синоніми – цифрувач, графічний планшет, графічний пристрій введення даних, графоповторювач – іноді використовуються терміни «сколка», «таблетка») – пристрій для ручного цифрування картографічної і графічної документації у вигляді послідовності точок, положення яких описується прямокутними декартовими координатами площини (рис. 2). Дигітайзер складається з плоскої панелі (tablet) з мережею горизонтальних і вертикальних провідників і магнітно-індукційного курсора. Залежно від призначення може комплектуватися курсорами двох типів: курсором з індукційним кільцем (за розмірами і конфігурацією подібний до курсора миші) для високоточного введення або пером (stylus, pen stylus) – для низькоточного введення координат [Программно-аппаратное обеспечение, 2003].

Сканер (scanner) – синонім «скануючий пристрій» – пристрій аналого-цифрового перетворення зображення для його автоматизованого введення в комп'ютер у растровому форматі шляхом сканування (послідовного перегляду і зчитування смуг зображення) у відбитому чи прохідному світлі з непрозорого і прозорого оригіналу (кольорового, монохромного напівтонового, штрихового) (рис. 5.2). Технічні характеристики й сфери застосування сканерів залежать від виду і технології подачі матеріалу, що сканується, просторового дозволу (визначається кількістю елементів растра на дюйм, звичайно 300-600 dpi і більше), точністю розпізнавання кольору і півтонів (характеризується кількістю біт, що описують кожен елемент растра). Розрізняють планшетні сканери (flatbed scanner), барабанні сканери (drum scanner), роликові сканери (sheet-feed scanner) і ручні сканери (handheld scanner). Застосування останніх у ГІС обмежене малим форматом сканованого аркуша в додатках щодо розпізнавання тексту [Программно-аппаратное обеспечение, 2003].

GPS-приймачі. GPS-приймачі є користувацьким компонентом системи GPS (Global Positioning System, Глобальна система місцевизначення, система супутникового місцевизначення, система супутникового визначення координат) і призначені для визначення

географічних координат і висот щодо координатно-висотної системи WGS-84.

До діючих у наш час систем супутникового місцевизначення відносять системи GPS (NAVSTAR) – США і ГЛОНАСС (GLONASS) – Російська Федерація. Основне розроблення і розгортання компонентів цих систем проводилися в 70-90-х роках XX ст. Система GPS цілком розгорнута в 1993 р.; ГЛОНАСС – у 1996 р. (на орбіту виведені всі супутники).



Рис. 5.2. Дігітайзер Wacom і широкоформатний сканер Context

У складі обох систем місцевизначення виділяють три підсистеми (сегменти): 1) підсистему наземного контролю і керування (control-segment) – мережу наземних станцій, що забезпечує супутники точними координатами (ефемеридами) та іншою інформацією; 2) підсистему комплексу супутників (space-segment), що складається з 24 космічних апаратів, оснащених кількома атомними цезієвими стандартами частоти-часу, які постійно передають на частотах L1 і L2 сигнали для вимірювання псевдо відстаней кодовим і фазовим методами, мітки часу й інші повідомлення, необхідні для місцевизначення; 3) підсистему апаратури користувачів (user-segment), яка містить приймачі місцевизначення з антенами, накопичувачами результатів вимірювань, іншим оснащенням і програмним забезпеченням обробки даних [Генике. 2004].

Визначення координат базується на визначенні відстаней від приймача до 3-6 супутників і побудови геодезичних засічок. Оскільки точне місце розміщення кожного супутника розраховане для кожного моменту часу, відстань до нього визначається за часом запізнювання радіосигналу. Існує два види радіокоду, переданого супутниками,

військовий (більш точний) і цивільний (менш точний). Для підвищення точності місцевизначення приймачами GPS використовується кілька радіоканалів для прийому сигналу від одного супутника, застосування фазового методу розрахунку дальності, використання роботи двох приймачів одночасно і спеціального програмного забезпечення для камеральної обробки даних польової зйомки. При використанні додаткових методів точність визначення горизонтальних і вертикальних координат на місцевості може досягати 1-3 мм. На точність визначення координат впливає взаєморозміщення супутників на небесній півсфері (супутники повинні знаходитися в різних секторах і по можливості вище 15° над обрієм), радіозатінення деревами і спорудами, радіовідбиття від горизонтальних і вертикальних поверхонь.

Електронні геодезичні прилади. Пристроями, призначеними для використання в геодезії, є: *теодоліт* (theodolite) – для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів; *далекомір* (distancemeter) – для вимірювання відстаней; *нівелір* (level) – для визначення перевищень горизонтальною лінією візування; *тахеометр* (tachometer) – для виміру горизонтальних і вертикальних кутів, довжин ліній і перевищень.

Сучасні геодезичні прилади вимірюють горизонтальні і вертикальні кути з точністю до 1 кутової секунди. Вмонтовані лазерні далекоміри дозволяють визначати відстані з точністю до 1 см на 1 км на максимальній відстані до 3,5 км. Багато приладів відомих фірм Leica, Sokkia, Carl Zeiss, Trimble мають властивість масштабування функціональних можливостей. На один корпус може міститися різний набір оптико-механічних і електронних компонентів. Прилади початкового рівня оснащуються автоматичними електронними калькуляторами з відображенням на екрані вертикального і горизонтального кутів, похилої відстані, горизонтального прокладення і перевищення.

Прилади середнього класу оснащуються мікропроцесорами з набором прикладних програм і пам'яттю, яка дозволяє зберігати дані про вимірювання і ідентифікацію 1000-3000 точок.

Вмонтоване програмне забезпечення дозволяє безпосередньо в ході вимірювання вирішувати такі завдання: виконання зворотної засічки, спостереження й зрівнювання теодолітного ходу, вимірювання зі зсувами, винесення в натуру координат об'єктів, вимірювання площ і об'ємів та ін. Універсальні робочі станції можуть виконувати виміри без участі людини, автоматично відслідковуючи переміщення маркера на місцевості. Ці прилади можуть підключатися прямо до мобільного ПК

або обмінюватися даними з комп'ютерами за допомогою flash-карт. До складу багатьох пакетів ГІС входять операції обробки даних геодезичних вимірювань (наприклад, модуль COGO – координатна геометрія, модуль пакету ARC/INFO фірми ESRI).

Стереофотограметричні станції. Стереофотограметричні станції призначені для побудови об'ємних зображень рельєфу земної поверхні за двома аерофотознімками поверхні Землі. За конструктивним виконанням і технологією обробки знімків розрізняють *аналогові* (працюють з негативами чи фотовідбитками) і *цифрові* (працюють зі сканованими знімками) стереофотограметричні станції. З використанням спеціальної оптичної системи виконується суміщення стереопари знімків у поле зору оператора і створюється «віртуальна» тривимірна модель. За допомогою спеціальних аналітичних алгоритмів на стереомоделі рельєфу проводяться (цифруються) горизонталі. Ця технологія використовується при масовому створенні і відновленні топографічних карт у спеціалізованих організаціях. Пристрої цього типу виробляються і в Україні – у державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» (м. Вінниця).

Пристрої візуалізації і подання даних. *Візуалізація* (visualization, visualisation, viewing, display, displaying, синонім – графічне відтворення, відображення – у ГІС, комп'ютерній графіці і картографії) – проектування і генерація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень та іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних і алгоритмів їхнього перетворення.

Крім екрана дисплея, картографічні зображення можуть бути відображені на великих екранах за допомогою проекційної системи чи виведення у вигляді твердої копії на папері, плівці за допомогою принтера чи плотера.

Плотер (plotter), синоніми – графобудівник, автоматичний координатограф – пристрій відображення, призначений для виведення даних у графічній формі на папір, пластик, фоточуттєвий матеріал чи інший носій шляхом креслення, гравіювання чи фото-реєстрації іншим способом. Розрізняють планшетні плотери (flatbed plotter) з розміщенням носія на плоскій поверхні, барабанні плотери (drum, plotter) з носієм, що закріплюється на обертовому барабані, рулонні, або роликові, плотери (roll-feed plotter) із креслярською голівкою, що переміщується в одному напрямку при одночасному переміщенні носія в перпендикулярному йому напрямку.

За принципом побудови зображення плотери поділяються на векторні і растрові. *Векторні* плотери створюють зображення пером чи олівцем. *Растрові* плотери, успадковуючи конструктивні особливості принтерів, створюють зображення шляхом порядкового відтворення і за способом друку поділяються на *електростатичні* плотери з електростатичним принципом відтворення, *струминні* – базуються на принципі струминного друку (видавлюванні фарбувальної речовини через сопла форсунок), лазерні – відтворюють зображення з використанням світлового променя чи лазера, світлодіодні – відрізняються від лазерних плотерів способом перенесення зображення з барабана на папір, термічні плотери, мікрофільм-плотери, або фотоплотери з фіксацією зображення на світлочутливому матеріалі.

5.5. АТРИБУТИВНА ІНФОРМАЦІЯ В ГІС

Способи подання атрибутивних даних. Атрибутивні дані в ГІС можуть мати різні способи і технології формалізації, обробки і подання. До *атрибутивної* відносять ту інформацію, яка або не має просторового прив'язування, або характеризує просторові об'єкти без зазначення місця їх розміщення. Наприклад, порядкові номери просторових об'єктів, їхні власні імена, числові кількісні або якісні значення. Блок атрибутивної інформації, прив'язаної до будь-якого просторового об'єкту, може містити від одного до багатьох сотень окремих атрибутивних значень різного типу, що характеризують різні параметри цього об'єкту.

Для використання в середовищі ГІС атрибутивна інформація підлягає систематизації, структуризації і формалізації, що дозволяє використовувати для подальшого її введення й обробки різні засоби автоматизованого пошуку, обчислень і візуалізації. Для кожного типу просторових об'єктів вибирається набір атрибутів, що дозволяють ідентифікувати конкретний тип об'єкта серед інших і з максимальною повнотою описати його властивості. Після визначення списку атрибутів вибираються методи їхньої формалізації [Замай, 1998].

Одним із найбільш поширених атрибутів просторових об'єктів є їхні власні назви – назви населених пунктів, адміністративних одиниць, ділянок рельєфу, рік, водойм, природних урочищ, об'єктів господарювання. Такий тип атрибута ідентифікує об'єкт, виокремлює його серед інших однотипних об'єктів, дозволяє звернутися саме до цього об'єкту. Такий спосіб опису атрибута об'єкту називається *номінальним* – об'єкт просто одержує своє окреме ім'я, він рівнозначний

у списку таких самих об'єктів. До цих атрибутів можна віднести: «м. Одеса», «Біляєвський район», «КСП «Світанок».

Атрибути, що показують місце розміщення об'єкту серед інших аналогічних об'єктів, їхню взаємну ієрархію, пріоритет, називаються *порядковими* атрибутами. Таким способом описується ієрархія: ділянок дорожньої мережі (автостради, шосе, дороги з удосконаленням покриттям, ґрунтові дороги); елементів річкової мережі (припливи I, II чи III порядку); ієрархічні рівні ландшафтних одиниць, ранги населених пунктів та ін. У більшості випадків такі атрибути описуються порядковим номером деякої рангової шкали.

Для кількісних даних (температура, тиск, зміст забруднювачів у повітрі, воді чи ґрунті, висота над рівнем моря, кількість рослин на квадратний метр, вміст гумусу) використовуються розімкнені або замкнені числові шкали. Ці величини можна порівнювати одну з одною, над ними можна робити різні математичні операції. При використанні універсальної розімкненої пікали числа можуть набувати значень від «мінус нескінченності» до «плюс нескінченності», замкнена числова пікала обмежена двома крайніми величинами, що характеризують набір припустимих значень для якоїсь предметної області (наприклад, 0-100%; 0-1 безрозмірних одиниць; 0-360 компасних градусів; 0-90 градусів нахилу).

Різні системи класифікації і кодування дозволяють скоротити описи різноманітних просторових об'єктів до одного або кількох десятків символів. У наш час розроблені системи буквено-цифрових кодувань для геологічних, ґрунтових, ландшафтних, геоботанічних карт. Для цифрових топографічних карт і архітектурно-містобудівних планів розроблені відомчі позиційні коди – класифікатори. Весь перелік об'єктів, що картографуються, поділяється на окремі тематичні групи, розділи яких перебувають в ієрархічному підпорядкуванні. Наприклад, «Класифікатор інформації, яка відображується на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000» передбачає виділення дев'яти основних класифікаційних груп, кожна з яких розбита на стандартні підрозділи.

Бази даних як подання об'єктів реального світу. База даних є інформаційною моделлю реального світу в певній предметній галузі. Згідно з тлумачним словником з геоінформатики (Баранов, 1999) *база даних* (БД, data base, database, DB) – це сукупність даних, організованих за певними правилами, що встановлюють загальні принципи опису, збереження і маніпулювання даними.

У базах даних залежно від призначення (база даних підприємства, муніципальна база даних, база даних адміністративного району чи області) може зберігатися й оброблятися різна інформація: списки співробітників підприємств з їх обліковими даними, списки будинків і їх технічні характеристики, юридичні або статистичні описи земельних ділянок, об'єктів адміністративного керування та ін. Так само залежно від призначення бази даних може змінюватися перелік об'єктів, описуваних у базі даних; склад атрибутів, що описують ці об'єкти; спосіб і ступінь формалізації атрибутів; організація зв'язку між різними об'єктами бази даних та ін.

Об'єкти бази даних можуть бути описані різними способами: у вигляді текстових описів, цифрових кодів, комбінованих цифро-буквених класифікаторів, числових значень різного типу, календарних дат та ін. Кожен однотипний об'єкт бази даних описується однаковим набором атрибутів, таким чином, база даних складається з окремих *записів*, що характеризують кожний об'єкт і покажчики зв'язків між ними.

У більшості випадків бази даних проектуються таким чином, щоб один або кілька атрибутів однозначно ідентифікували запис. Сукупність значень цих атрибутів називається *ключем запису*, а самі атрибути – *ключовими атрибутами*. Ключ запису можна розглядати як унікальне ім'я запису, за яким користувач завжди може знайти цей запис.

У реальному світі часто можна спостерігати однорідні об'єкти (будинки, водойми, населені пункти та ін.). Відповідно в базі даних такі об'єкти природно представляти у вигляді декількох екземплярів таких записів, тобто записів з однаковими атрибутами. Аналогічна ситуація має місце і зі зв'язками – у базі даних є багато однотипних зв'язків, що з'єднують однотипні об'єкти.

У концептуальній схемі вся безліч однотипних записів подається одним абстрактним записом, що називають *типом запису*. Кожному типу записів відповідають ім'я і список атрибутів. Аналогічно безлічі наявних у базі даних однотипних зв'язків у концептуальній схемі відповідає один тип зв'язку.

У базі даних виділяють: постійні дані, що відрізняються від інших, більш мінливих, таких, як проміжні результати обробки даних; вхідні і вихідні дані; керуючі оператори; робочі черги – і взагалі всі службові дані, використовувані в процесі роботи. Природно, у процесі роботи постійні дані так само можуть зазнавати змін: створюються або видаляються об'єкти, змінюються значення параметрів, змінюється набір або порядок проходження параметрів у записі.

Більш детально концепцію баз даних можна показати на прикладі муніципальної бази даних. Звичайним набором муніципальної бази даних є вулиці, будинки і споруди, інженерні комунікації, міські технічні служби, суб'єкти адміністративного розподілу (міські райони). Як *об'єкт* може використовуватися сукупність усіх будинків і споруд на території міста; цей об'єкт описується набором параметрів, що містять: адресні дані; належність якійсь організації; реквізити організацій-власників; технічні характеристики будинків (поверховість, площа, конструкційні матеріали); експлуатаційні характеристики (поточний стан, дати ремонту). Таким чином, будь-який тип об'єктів бази даних може мати зв'язок з одним або декількома типами об'єктів. Такі зв'язки називаються *відношеннями*. Відношення між об'єктами можуть бути різних типів: один до одного, один до декількох, односторонні і двосторонні.

Для обробки відносин між об'єктами бази даних розробляються спеціальні алгоритми, які представлені в конкретній реалізації бази даних відповідними програмними модулями.

Збереження даних у базі даних забезпечує централізоване керування, дотримання стандартів, безпеку і цілісність даних, скорочує надмірність і усуває суперечливість даних. База даних не залежить від прикладних програм. Створення бази даних і звернення до неї здійснюються за допомогою *системи керування базами даних* (СКБД).

На основі сучасних програмних засобів розроблення й апаратного забезпечення створюються бази даних різних архітектури і призначення. Виділяються персональні бази даних для роботи з даними, пов'язаними з посадовими обов'язками окремого посадовця; бази даних підрозділу, підприємства, що обслуговують кілька різних фахівців у складі локальної обчислювальної мережі; корпоративні (наприклад, муніципальні) бази даних, що обслуговують кілька тисяч фахівців і сотні тисяч зовнішніх користувачів у режимі розділеного доступу, з використанням різноманітного програмного забезпечення, апаратних засобів, різних мережних протоколів і форм представлення даних.

Моделі даних. Основою бази даних є *модель даних* – фіксована система понять і правил для представлення даних структури, стану і динаміки проблемної області в базі даних. У різний час послідовне застосування одержували *ієрархічна, мережна кореляційна* моделі даних. У наш час усе більшого поширення набуває *об'єктно-орієнтований* підхід до організації баз даних ГІС.

Ієрархічна модель даних. Часто об'єкти перебувають у відношеннях, що називають ієрархічними: відношення «частина – ціле» (наприклад, адміністративна область складається з районів, сільських і міських рад, населених пунктів та ін.); видове відношення (наприклад, будинки бувають житлові, виробничі та ін.); відношення підпорядкованості (наприклад, губернатор – мер міста).

Об'єкти, що перебувають в ієрархічних відношеннях, утворюють дерево «орієнтований граф», у якого є тільки одна вершина, не підлегла жодній іншій вершині (цю вершину називають коренем дерева); будь-яка інша вершина графа підлегла лише одній іншій вершині.

Концептуальна схема ієрархічної моделі являє собою сукупність типів записів, пов'язаних типами зв'язків в одне чи кілька дерев. Усі типи зв'язків цієї моделі належать до виду «*один до декількох*» і зображуються у вигляді стрілок.

Таким чином, взаємозв'язки між об'єктами нагадують взаємозв'язки в генеалогічному дереві, за єдиним винятком: для кожного породженого (підлеглого) типу об'єкту може бути тільки один вхідний (головний) тип об'єкта. Тобто ієрархічна модель даних допускає тільки два типи зв'язків між об'єктами: «один до одного» і «один до декількох». Ієрархічні бази даних є навігаційними, тобто доступ можливий тільки за допомогою заздалегідь визначених зв'язків.

При моделюванні подій, як правило, необхідні зв'язки типу «багато до декількох». Як одне з можливих рішень зняття цього обмеження можна запропонувати дублювання об'єктів. Однак дублювання об'єктів створює можливості неузгодженості даних.

Достоїнство ієрархічної бази даних полягає в тому, що її навігаційна природа забезпечує швидкий доступ при проходженні вздовж заздалегідь визначених зв'язків. Однак негнучкість моделі даних і, зокрема, неможливість наявності в об'єкта декількох батьків, а також відсутність прямого доступу до даних роблять її непридатною в умовах частого виконання запитів, не запланованих заздалегідь. Ще одним недоліком ієрархічної моделі даних є те, що інформаційний пошук з нижніх рівнів ієрархії не можна спрямувати по вище розміщених вузлах.

Реляційна модель даних. У реляційній моделі даних об'єкти і взаємозв'язки між ними представляються за допомогою таблиць. Взаємозв'язки також подаються як об'єкти. Кожна таблиця представляє один об'єкт і складається з рядків і стовпців. Таблиця повинна мати первинний ключ (ключовий елемент) – поле чи комбінацію полів, що єдиним способом ідентифікують кожний рядок у таблиці (рис. 5.3).

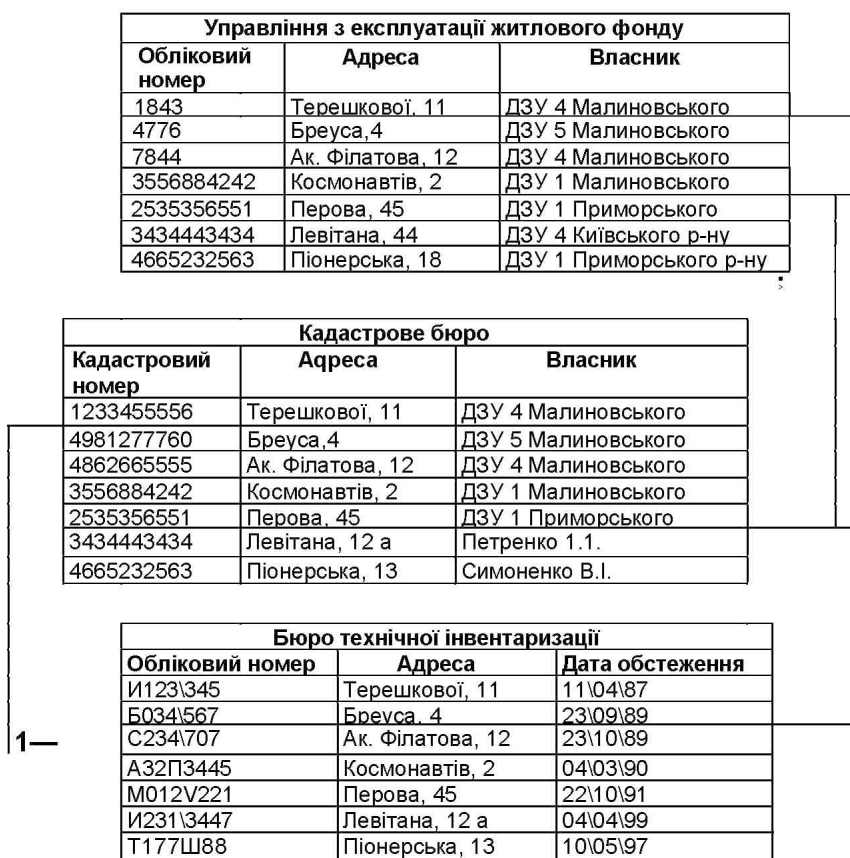


Рис. 5.3. Схема відношень між об'єктами в реляційній базі даних

Назва «реляційна» (relational) пов'язана з тим, що кожен запис у таблиці даних містить інформацію, яка стосується (related) якогось конкретного об'єкту. Крім того, зв'язані між собою (тобто такі, що знаходяться в певних відношеннях – relations) дані навіть різних типів в моделі можуть розглядатися як одне ціле.

Таблиця має такі властивості:

- кожний елемент таблиці являє собою один елемент даних;
- повторювані групи відсутні;
- усі стовпці в таблиці однорідні; це означає, що елементи стовпця мають однакову природу;
- порядок розміщення рядків і стовпців у таблиці довільний.

У таблиці немає двох однакових рядків.

Порядок розміщення рядків і стовпців у таблиці довільний; таблиця такого типу називається відношенням. У сучасній практиці для рядка використовується термін «запис», а для стовпця термін «поле».

Основною відмінністю пошуку даних в ієрархічних, мережних і реляційних базах даних є те, що ієрархічні і мережні моделі даних здійснюють зв'язок і пошук між різними об'єктами за структурою, а реляційні – за значенням ключових атрибутів (наприклад, можна знайти

всі записи, значення яких у полі «номер будинку» дорівнює 3, але не можна знайти 3-й рядок).

Оскільки реляційна структура концептуально проста, вона дозволяє реалізовувати невеликі і прості (і тому легкі для створення) бази даних, навіть персональні, сама можливість реалізації яких ніколи навіть і не розглядалася в системах з ієрархічною чи мережною моделлю.

Недоліком реляційної моделі даних є надмірність по полях (для створення зв'язків між різними об'єктами бази даних).

Практично всі існуючі на сьогоднішній день комерційні бази даних і програмні продукти для їх створення використовують реляційну модель даних.

Об'єктно-орієнтована модель даних. Об'єктно-орієнтована модель є подальшим розвитком технології баз даних ГІС. У цьому випадку вся сукупність даних, що буде зберігатися й оброблятися в базі даних, подана не у вигляді набору окремих картографічних шарів і таблиць, а у вигляді об'єктів певного класу. Об'єктно-орієнтована модель поряд з геометричною й атрибутивною інформацією зберігає програмний код, що визначає поведінку об'єктів того чи іншого класу при введенні і редагуванні, аналізі або поданні даних. Класи об'єктів являють собою ієрархічну структуру – під ними розуміють загальний батьківський клас (наприклад, робочий простір), на підставі властивостей якого визначаються й описуються похідні класи (векторні, растрові, TIN-просторові дані). У свою чергу, на базі похідних класів другого рівня описуються класи третього, четвертого та інших нижче розміщених рівнів (наприклад, лінії, точки і полігони векторного подання просторових даних). Похідні об'єкти успадковують усі властивості батьківського об'єкту, у програмний код додаються тільки деякі специфічні функції. Об'єкти можуть бути як стандартними для середовища якогось програмного ГІС-пакета (визначені правила обробки даних конкретними програмними модулями і функціями). Властивості і правила поведінки об'єкту можуть бути визначені також користувачем. При використанні стандартних класів об'єктів користувач одержує заздалегідь визначену структуру даних: ідентифікатори, типи і розміри полів табличної бази даних, набір методів обробки (наприклад, до складу стандартних об'єктів ГІС-пакету Arc View 8.3 додані об'єкти для створення муніципальних баз даних, транспортних баз даних, землевпорядкування) [Варламов, 2006].

Об'єкт бази даних являє собою цілісну сутність, наприклад, ріка, озеро, будинок, установа. Крім знака на карті і запису в табличній базі

даних, об'єкт має визначену поведінку. Спеціальний інтерфейс буде контролювати весь процес роботи з об'єктом визначеного класу: перевіряти правильність цифрування об'єкта (наприклад, не дозволить використовувати лінію для цифрування контуру будинку); перевіряти правильність заповнення табличної бази даних (типи і формат даних, заповнення обов'язкових полів); перевіряти топологію різних картографічних шарів (наприклад, заборона на взаємоперетинання певних типів об'єктів); перевіряти взаємоположення об'єктів на одному картографічному шарі (наприклад, місця стикування труб різного діаметра (необхідний перехідний), з'єднання доріг різного класу (необхідний обладнаний з'їзд). Об'єкти мають визначений інтелект при організації запитів, аналізі, представленні даних, що значною мірою дозволяє автоматизувати обробку даних, створювати різні сценарії обробки даних, у яких більшість конфліктних ситуацій буде відслідковуватися і виправлятися без участі оператора.

Зв'язок між просторовими об'єктами картографічної бази даних і відповідними записами в реляційних атрибутивних базах даних здійснюється за допомогою спеціальних службових ідентифікаторів – у табличній базі даних створюється спеціальне поле для збереження цього ідентифікатора. При організації картографічної бази даних можуть створюватися відношення «один просторовий об'єкт до одного запису в таблиці» або «безліч просторових об'єктів до одного запису в таблиці».

СКБД, що входять до складу ГІС-пакетів, у більшості випадків можуть підтримувати великі бази даних, що нараховують кілька сотень полів і до декількох мільярдів записів (залежно від використовуваної довжини ідентифікатора запису). При конструюванні реляційної бази даних використовуються різні типи полів; тип поля визначає, яка інформація може вводитися в дане поле і яким методом буде оброблятися. До стандартних типів полів відносять:

- *символьне* (character) – у полі цього типу може зберігатися до 256 символів алфавіту, включаючи латиницю й інші національні кодування, цифри, знаки пунктуації і пробіли. Усі символи розглядаються й обробляються як текстові рядки (для чисел, записаних у цьому полі, математичні операції не доступні), для економії пам'яті максимальну довжину рядка можна обмежити для всього поля;
- *цілочислове* (integer) – у поле вводяться тільки числові значення без дробової частини зі значеннями приблизно від -2 мільярдів до $+2$ мільярдів. Над числовими полями можна виконувати всі доступні математичні операції і функції;

- *цілочислове коротке* (small integer) – у поле вводяться тільки числові значення без дробової частини зі значеннями приблизно від -32768 до +32767;
- *речовинні* (дійсні, real) – у поле цього типу вводяться числові значення з дробовою частиною;
- *десяткові* (decimal) – у поле вводяться числа з фіксованою кількістю припустимих позицій для введення чи відображення цілої і дробової частин (до 19 знаків);
- *календарну дату* (data) – у поле вводяться календарні дати у визначеному форматі (звичайно MM/DD/YYYY). Над датами можна проводити певні операції, наприклад, обчислювати день тижня, кількість днів між зазначеними датами, розраховувати дату на визначену кількість днів вперед чи назад щодо зазначеної дати;
- *логічне значення* (logical) – у це поле вводиться числове чи символьне значення, яке показує істинний чи помилковий стан атрибута описуваного об'єкту (наприклад, чи це житловий будинок, чи є в колодязі вода, чи перевищує рівень забруднення визначену величину) [Шаши Шекхар, 2004].

Список використаних джерел

1. Варламов В.А., Гальченко С.А. Земельный кадастр. Т. 6. Географические и земельные информационные системы. – М.: КолосС, 2006. – 400 с.
2. Геніке А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. – М.: Картгеоцентр, 2004. – 355 с.
3. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. – М.: Изд-во СП Дата+, 1999. – 491 с.
4. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Программное обеспечение и технологии геоинформационных систем. – Красноярск: Красноярский государственный университет, 1998. – 110 с.
5. Королев Ю.К. Общая геоинформатика. Часть 1. Теоретическая геоинформатика. – М.: ООО СП «Дата», 1998. – 118 с.
6. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1993. – 213 с.
7. Программно-аппаратное обеспечение, фонд цифрового картографического материала, услуги и нормативно-правовая база геоинформатики. Ежегодный обзор. Вып. 6; т. 1 (2002). – М.: ГИС-

- Ассоциация, 2003. – 213 с.
8. Светличный А.А., Андерсон В.Н., Плотницкий С.В. Географические информационные системы: технология и приложения. – Одесса: Астропринт, 1997. – 196 с.
 9. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.
 10. Сербенюк С.Н. Картография и геоинформатика – их взаимодействие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 159 с.
 11. Словарь по кибернетике / Под ред. В.С. Михалевича. - К.: Гл. ред. УС9 им. М.П. Бажана, 1989. – 751 с.
 12. Шаши Шекхар, Санджей Чаула. Основы пространственных баз данных. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 336 с.
 13. Geographic Information System (GIS). Techniques, Applications and Technologies. – New York : Nova Science Publishers, 2014. – 351 p.
 14. Peterson Gretchen N. GIS cartography: a guide to effective map design / author, Gretchen N. Peterson. – New York : CRC Press, 2009. – 213 p.
 15. Shekhar, Shashi; Xiong, Hui. Encyclopedia of GIS. – N.Y.: SpringerScience, 2008. – 1370 p.
 16. Tian Bai. GIS technology applications in environmental and earth sciences / Bai Tian. – New York : CRC Press, 2017. – 244 p.
 17. The Handbook of Geographic Information Science. – N.Y.: Blackwell Publishing Ltd, 2008. – 634 p.

ЛЕКЦІЯ 6

МЕТОДИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

6.1. ПРОСТОРОВА ІНФОРМАЦІЯ В ГІС

Просторова (картографічна) інформація є основою інформаційного блока ГІС, тому способи її формалізації є найважливішою складовою частиною технології географічних інформаційних систем.

Просторова інформація ГІС містить метричну частину, що описує позиційні властивості об'єктів, а також пов'язані з нею змістовні (семантичні, тематичні) атрибути, чи просто – «атрибути», як їх прийнято називати в англomовній науковій літературі.

Сучасні технології введення просторових даних у комп'ютер, їх інтерпретації і збереження передбачають поелементний поділ змісту існуючих карт. Для введення, наприклад, топографічної карти необхідно здійснити її поділ на шари («теми») однорідної інформації, що містять дані про рельєф, гідрографічну мережу, населені пункти, дорожню мережу, адміністративні межі та ін. Банки картографічних даних у ГІС, таким чином, містять однорідні шари інформації, що, однак, можуть поєднуватися засобами ГІС один з одним у різному співвідношенні відповідно до вимог розв'язуваних завдань. З урахуванням того, що банк картографічних даних у ГІС може містити сотні шарів однорідної просторової інформації, це відкриває широкі можливості для побудови первинних оригіналів поелементних карт на основі шарів однорідних картографічних даних, що зберігаються в комп'ютері.

Просторові дані вводяться і зберігаються в комп'ютері у формалізованому вигляді. У наш час використовуються два основних способи формалізації просторових даних – *растровий* і *векторний*, відповідні двом принципово різним способам опису (моделям) просторових даних. У першому способі просторова інформація співвідноситься з комірками регулярної сітки як з елементами території (растрове подання), у другому – використовується система елементарних графічних об'єктів, положення яких у просторі визначається за допомогою координат (векторне подання). Вибір способу формалізації визначається багатьма факторами, серед яких: характер просторової інформації, джерело одержання даних, специфіка розв'язуваних завдань, ємність вільної комп'ютерної пам'яті, швидкодія комп'ютера і деякі інші.

Растровий спосіб формалізації просторових даних має два різновиди – *регулярних мереж* (grid cells) і *власне растровий* (raster), що принципово не відрізняються один від одного, оскільки і той і інший базуються на формалізації просторової інформації за комірками (cells) регулярної мережі, що суцільно покриває територію. У кожній комірці цієї мережі інформація відображається одним числом [Лопандя, 2007].

Під *методом регулярних мереж* звичайно розуміють ручний спосіб оцифрування просторових даних шляхом осереднення або генералізації значень елемента, що цифрується, у кожному квадраті сітки – середнього значення висоти земної поверхні, довжини гідрографічної мережі, концентрації забруднювача, переважаючого різновиду ґрунтового покриву і т.п., що історично передував появі автоматичних методів растеризації просторової інформації, але застосовується і сьогодні. Перші зразки реалізації даного методу як одного з методів аналітичного картографування В.Г. Лінник (1990) відносить, посилаючись на роботу У. Тоблера (США), до 1951 року [Линник, 1990]. На сьогодні уявляється доцільним розглядати метод регулярних мереж як спосіб кодування просторової інформації в рамках растрової моделі даних. Відзначимо також, що останнім часом цей спосіб усе рідше згадується в спеціальній літературі у зв'язку з повсюдним переходом на автоматизовані методи створення цифрових растрових карт.

Растровий спосіб формалізації просторових даних, чи растрова модель просторових даних, у найпростішому випадку полягає в зображенні просторових об'єктів у вигляді мозаїки, що суцільно покриває територію. Ця мозаїка і називається растром. Кожен елемент растра називається *чарункою (коміркою)* растра або *пікселем*.

Найчастіше використовуються комірки квадратної форми, хоча досить широко відомі комірки трикутної і шестикутної форм. Трикутна мозаїка більш гнучка, ніж чотирикутна, і, в принципі краще підходить для моделювання тривимірних поверхонь. Шестикутна ж мозаїка (з комірками, представленими рівними правильними шестикутниками) приваблива тим, що всі сусідні комірки є еквідистантними, тобто відстань між центрами всіх сусідніх комірок однакова, чого не можна сказати, наприклад, про квадратні і тим більше прямокутні комірки растра.

У растровій моделі просторова інформація кодується у вигляді прямокутної матриці – за рядками і стовпцями, розмір якої відповідає розміру вихідного растра. У зв'язку з цим положення кожного елемента растра в просторі визначається номерами стовпця і рядка, у яких

розміщений даний елемент. При растеризації картографічних зображень стовпці звичайно розміщуються в напрямку північ-південь, а рядки – захід-схід. Як початкова комірка (з координатами 0, 0 чи 1, 1) найчастіше використовується комірка, розміщена у верхньому (або нижньому) лівому куті растра.

Шари растрової інформації для бази даних ГІС, як відзначено вище, можуть бути підготовлені вручну – шляхом кодування інформації для кожної комірки растра і подальшого введення в комп'ютер за допомогою текстового редактора або електронних таблиць. Однак виконання такої роботи можна здійснити практично лише при розмірі растра в кілька десятків чи сотень елементів, що не є характерним для сучасних геоінформаційних систем.

Досвід розв'язання завдань, пов'язаних з оцінкою динаміки речовинних потоків в агроландшафтних системах з використанням ГІС, показує, що в багатьох випадках розмір комірки растра не повинен перевищувати 20х20 м. Неважко підрахувати, що в цьому випадку для ділянки території 10х10 км растр буде мати розмір 500х500 і містити 250 000 комірок. Цифрова ж модель Землі ET0P05, створена Національним центром геофізичних даних США (ET0P05..., 1988), містить більш, ніж 9 млн. комірок поверхні розміром 5х5 хвилин за широтою і довготою. Зрозуміло, тут можливі тільки автоматичні способи підготовки растрових моделей просторових даних – за допомогою сканерів, а також комп'ютерної растеризації векторних зображень. Растрову структуру мають також дані дистанційного зондування зі штучних супутників Землі [Варламов, 2006].

Поєднання семантичної і позиційної інформації, що є основним позитивом растрових моделей просторових даних, у той самий час обумовлює один з їх істотних негативів – необхідність великої ємності пам'яті для збереження оцифрованих даних у комп'ютері. Так, стандартний знімок зі штучного супутника США серії Ландсат (Landsat), що охоплює близько 30 000 км² при номінальному розмірі пікселя 30х30 м, складається з 35 млн. пікселів (Star, Estes, 1990), що еквівалентно приблизно 35 Мб при записі у форматі 1:1.

Растрові і векторні структури даних мають свої переваги і недоліки. До переваг растрових структур слід віднести злиття позиційної і семантичної атрибутів просторової інформації в єдиній прямокутній матриці; при цьому відпадає необхідність в особливих засобах збереження й обробки семантики просторових даних (як у векторних структурах), що значно спрощує аналітичні операції з растровими

зображеннями, зокрема, оверлейний аналіз. Основними недоліками растрового подання є значна ємність машинної пам'яті, необхідна для збереження растрових даних; висока вартість сканерів, що забезпечують автоматизоване введення інформації; а також недостатньо висока точність позиціонування точкових об'єктів і зображення ліній (особливо похилих), зумовлена генералізацією інформації в межах комірки растра. Основними перевагами векторного подання є компактність збереження (часто в десятки разів вища, ніж при растровому), висока точність позиціонування точкових об'єктів і зображення ліній. Однак векторні моделі мають складну систему опису топологічної структури даних, унаслідок чого їх обробка вимагає виконання складних геометричних алгоритмів визначення положення вузлових точок, стикування сегментів (дуг), замикання полігонів. Це значно сповільнює маніпулювання векторними даними, особливо на персональних комп'ютерах з порівняно невеликою швидкістю.

Порівняння переваг і недоліків двох основних структур просторових даних показує, що вони взаємно протилежні один одному – переваги одного способу формалізації є недоліками іншого, і навпаки. Це визначає необхідність застосування в рамках ГІС обох способів і, отже, наявності можливості перетворення (конвертації) однієї структури в іншу, і навпаки (виконання так званих *вектор-растрових* і *растр-векторних* перетворень), що в наш час реалізовано у всіх досить потужних ГІС-пакетах. При цьому розв'язання різних завдань доцільно виконувати з використанням того способу формалізації просторових даних, який у даному випадку більш ефективний.

Виходячи з їх переваг і недоліків, векторні структури рекомендується використовувати для збереження феноменологічно-структурованої інформації (грунтові і рослинні ареали, ареали використання земель), для мережного аналізу, у тому числі транспортних і телефонних мереж, а також для підвищення якості відображення при картографуванні лінійних об'єктів, растрові структури – для швидкого і дешевого накладення карт і просторового аналізу, а також моделювання в тих випадках, коли доводиться працювати з поверхнями (наприклад, топографічними) (Burrough, 1986) [Shekhar, 2008]. Дуже ефективним, зокрема для високоякісного картографування, є поєднання векторного і растрового форматів з використанням векторного формату для збереження і побудови ліній, а растрового – для наповнення (розфарбування) площ.

Ідея вектор-растрового перетворення досить проста: точка

заміняється коміркою, лінія – послідовністю комірок, територіальний об’єкт (полігон) – сукупністю комірок із заданим розміром.

Принцип конвертації растрових структур просторових даних у векторні також очевидний: зміст кожної комірки зводиться до точки, положення якої відповідає, наприклад, геометричному центру цієї комірки. Однак на практиці реалізація цього принципу ускладнюється «розмитістю» лінійних об’єктів і меж територіальних, наявністю «шумів», особливо при векторизації даних дистанційного зондування або растрових зображень, отриманих шляхом сканерного введення. У цьому випадку необхідне проведення попередньої обробки растрових зображень з метою «придушення» шумів, «стоншення» лінійних об’єктів і меж територіальних, «скелетизації» зображення.

Слід зазначити також, що існують пропозиції щодо комбінованих растр-векторних подань просторових даних, які поєднують вигоди растрового і векторного подань і не потребують вектор-растрового чи растр-векторного перетворення. До таких комбінованих моделей просторових даних відносять *матрично-символьні структури*, що є узагальненням квадротомічних структур даних, і *растрове* представлення, основною логічною одиницею якого є система, яка поєднує кілька рядків сканування і містить елементи векторного і растрового подань.

6.2. ВВЕДЕННЯ ДАНИХ У ГІС

Введення даних є обов’язковою операцією, необхідною для функціонування ГІС. Для різних типів даних розроблені спеціальні технології введення, що відповідають функціональним можливостям, включеним до складу програмного ГІС-забезпечення, розроблені спеціалізовані периферійні пристрої.

Як вихідні матеріали, з яких виконується введення даних у ГІС, у наш час використовуються:

- топографічні карти;
- загально географічні карти різного тематичного змісту;
- архітектурні плани і плани землевпорядкування;
- дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) (рис. 6.1);
- матеріали польової інструментальної зйомки;
- стандартні статистичні звітні форми в паперовому й електронному поданні;
- текстові джерела, фотографії й ілюстрації;

- рукописні карти і тексти.

Залежно від типу джерел вхідних даних застосовуються різні технології введення даних. У першу чергу розділяються методи введення просторових і атрибутивних даних, для чого розроблені різні види графічних і табличних редакторів. Залежно від виду і якості вхідних матеріалів можуть використовуватися методи ручного або автоматизованого введення.



Рис. 6.1. На фотографічному зображенні видно вирубані ділянки лісового масиву. ГІС дозволяє аналізувати просторово локалізовані природні об'єкти і ефективно керувати вирубкою лісу.

Основний вплив на вибір джерел даних і технологію їхнього введення чинить сфера застосування оброблюваної в ГІС інформації. Залежно від цілей роботи розрізняються вимоги до просторової і семантичної точності вхідних даних, часу їх збирання (створення), методів попередньої підготовки і формалізації даних. Наприклад, вхідні дані, придатні для створення електронного або паперового атласу адміністративної області, не можуть без додаткової підготовки використовуватися для створення системи земельного кадастру, де вимоги до точності вимірювання довжин і площ об'єктів у кілька разів вищі. Для систем, що моделюють природні або суспільні процеси, також необхідні особливо підготовлені й описані блоки даних, отриманих як зі стародавніх рукописних текстів, так і за допомогою найсучасніших

систем збору інформації з космосу. На технологію збору і введення даних також впливають методи подальшого аналізу і подання підсумкової інформації [Савиных, 2001].

Введення даних, незважаючи на впровадження автоматизованих технологій, як і раніше, залишається найбільш; складною і трудомісткою операцією при створенні і функціонуванні ГІС. Найбільш часто використовуються технології сканування паперових картографічних матеріалів, геометрична корекція сканованого зображення для усунення просторових похибок, цифрування паперових або сканованих карт із використанням ручної або напівавтоматизованої технології розпізнавання картографічних об'єктів.

6.3. ДЖЕРЕЛА ВХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ГІС

Картографічні матеріали. Карти як джерело просторових даних для ГІС, як і раніше, зберігають свою актуальність. Хоча частина матеріалів, отриманих методами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і польової інструментальної зйомки, постійно зростає, на різних картах можна знайти різнобічну і відповідним чином формалізовану інформацію про багатьох реальних або виявлених різними методами просторових об'єктів.

Для просторового прив'язування і копіювання даних при побудові багатьох картографічних баз даних, включаючи тематичні карти і цифрові моделі рельєфу, використовуються топографічні карти – загально географічні карти універсального призначення, що докладно зображують місцевість. Топографічні карти поділяють на великомасштабні (1:50 000 і більше), середньомасштабні (1:100 000 – 1:500 000, рис. 5.1)) і дрібномасштабні, або оглядово-топографічні (дрібніше 1:500 000). У кожній країні існує офіційно прийнята державна система картографічних проекцій, масштабів, розграфлення і номенклатури карт та умовних знаків для топографічних карт. Великомасштабні топографічні карти (1:50 000, 1:25 000 і 1:10 000) створюються за матеріалами польових топографічних зйомок, а всі інші – складаються камерально за більш великомасштабними картами.

Одним із найважливіших елементів карт, що впливають на точність представлення об'єктів у просторі за координатами x , y , z , є координатна і висотна системи.

Для топографічних карт, створених у системі картографічних установ колишнього СРСР, а згодом і України, використовується

координатна система Гауса – Крюгера – система плоских прямокутних координат і рівнокутна картографічна проекція з тією самою назвою. У проекції Гауса – Крюгера поверхня еліпсоїда на площині відображається по меридіанних зонах, ширина яких дорівнює 6° (для карт масштабів 1:500 000-1:10 000) і 3° (для карт масштабів 1:5 000-1:2 000). На аркушах топокарт відображається картографічна рамка як з географічними координатами (градуси/хвилини/секунди), так і топографічними координатами (метри відносно початку координат зони).

Для визначення висотних координатних систем використовуються референц-еліпсоїди – геометричні моделі усередненої поверхні земної кулі. У різних країнах використовуються різні еліпсоїди і початкові точки відліку висот (для топокарт, що виробляються на Україні, використовуються еліпсоїд Красовського і Балтійська система висот), тому при використанні топокарт різних країн слід порівнювати висотні системи. Проблема розбіжностей висотних систем загострилася з початком масового застосування приймачів супутникового визначення координат і висот. Система GPS використовує Всесвітню висотну систему WGS-84 і для її спільного використання з даними національних топокарт необхідно вносити відповідні виправлення.

За топокартами можна визначити і безпосередньо цифрувати такі просторові об'єкти:

- систему координат (географічну чи топографічну);
- місце розташування і висоти пунктів опорної геодезичної мережі;
- оцінки висот рельєфу, контури і глибину ерозійних форм;
- місце розташування гідрографічних об'єктів, оцінки урізів води, глибин, ширини русла, швидкості і напрямку течії;
- назву населеного пункту, кількість будинків, тип і контури великих будівель, кар'єрів;
- тип покриття, ширину проїжджої частини й узбіччя для автодоріг, конструкцію, довжину і вантажопідйомність мостів, висоту (глибину) насипів і виїмок;
- контури лісових масивів або ділянок природної рослинності, тип деревних порід, висоту і густоту рослинності, ширину лісосмуг;
- місце розташування і тип елементів лінійної технічної інфраструктури (ЛЕП, трубопроводи).

Найбільш достовірним джерелом інформації про контури водних просторів, глибини і характер дна є навігаційні карти, що мають той самий масштабний ряд, що і топографічні. Схеми

внутрішньогосподарського землевпорядкування, що містять також інформацію про ґрунтовий покрив, звичайно виготовляються в масштабах 1:25 000 і 1:10 000. Для населених пунктів існують архітектурні плани різних масштабів (1:5000, 1:2000, 1:500), на які нанесені вулична мережа, контури будинків, межі ділянок землекористування, підземні і наземні інженерні комунікації. Однак ці матеріали виконані в умовній системі координат, і для їх використання разом з іншими джерелами необхідне виконання певних просторових перетворень (рис. 6.2).

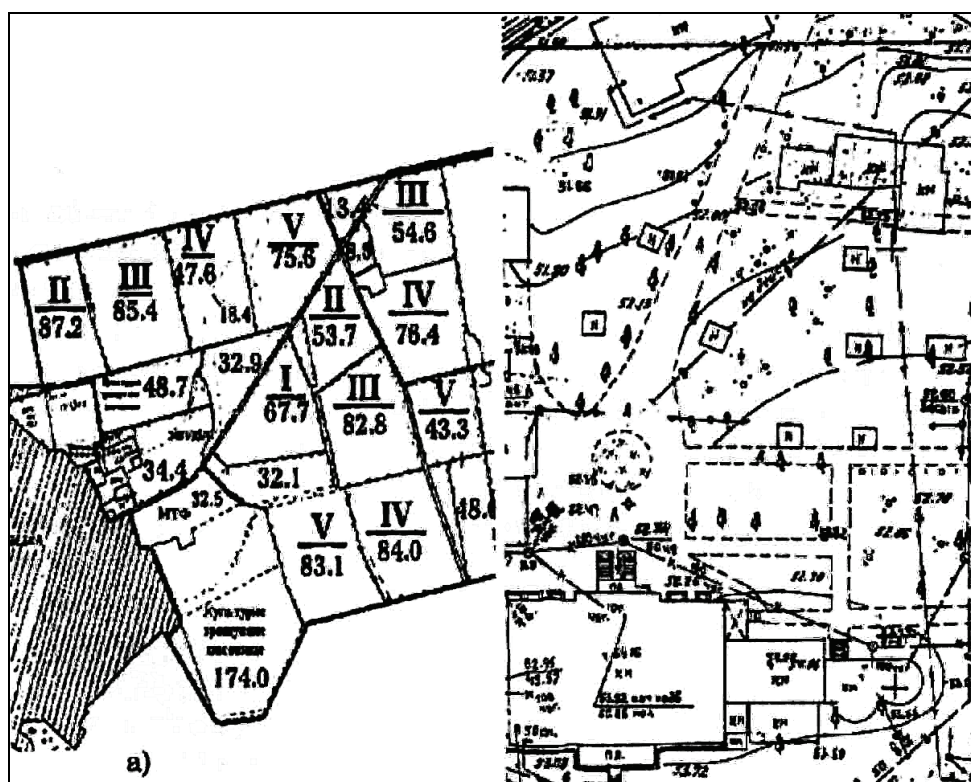


Рис. 6.2. Фрагменти схеми землевпорядкування М 1:25 000 (а) і архітектурного плану М 1:500 (б)

Різні загально-географічні і тематичні карти також можуть бути джерелом даних для ГІС. Більшість таких карт виконанні в масштабі дрібніше 1:1 000 000 у різних картографічних проекціях і має значні лінійні або кутові перекошування. Цифрування таких матеріалів вимагає урахування параметрів картографічних проекцій, дані про які є в більшості картографічних редакторів. У процесі обробки таких карт можуть знадобитися процедури загальної або локальної трансформації зображень для прив'язування системи координат джерела даних під систему координат загальної бази даних ГІС-проекту.

Дані дистанційного зондування Землі. Методи дистанційного

зондування Землі (ДЗЗ) базуються на реєстрації і подальшій інтерпретації відбитої сонячної радіації від поверхні ґрунту, рослинності, води та інших об'єктів. Винос пристроїв, що реєструють, у повітряний або навколоземний простір дозволяє одержати значно більш широке охоплення території порівняно з наземними методами досліджень. При дистанційному зондуванні значний вплив на якість і застосовність одержуваних даних чинять спектральний діапазон зйомки, просторова точність, радіометрична точність, просторове охоплення, оперативність і повторюваність зйомки, вартість даних [Митчелл, 2000].

На основі таких елементів створюються електронні скануючі пристрої, що можуть установлюватися на різних космічних апаратах, призначених для зйомки атмосфери, океану і поверхні суші. При встановленні радіолокаційних систем такі супутники можуть визначати висоту і довжину хвиль, рівень водної поверхні, розливи нафтопродуктів на поверхні води. З природно-ресурсних супутників ведуться спостереження за кольором і щільністю рослинного покриву, кольором і текстурою ґрунтів, кольором води, температурою земної поверхні. З космосу здійснюється високоточна зйомка для топографічного картографування, радіолокаційна зйомка рельєфу і вологості поверхневого шару ґрунту. Зйомка ведеться безупинно згідно з маршрутом прольоту супутника, дані постійно передаються на наземні станції.

На наземних станціях виконується обробка інформації, що надходить: здійснюються геометрична корекція (усуваються кутові перекручування крайових зон, лінійні перекручування уздовж лінії зйомки); радіометрична корекція (усуваються перешкоди, що виникають при зйомці, передачі і прийомі даних, атмосферні перешкоди, вирівнюється освітленість); нарізка на ділянки визначеного розміру, прив'язування до системи координат. Такі матеріали можуть передаватися замовнику протягом тижня після зйомки. Багато комерційних систем можуть проводити зйомку визначеної ділянки, для чого змінюється кут нахилу знімальної камери або орбіта супутника. У центрах обробки інформації накопичені великі архіви цифрових даних.

У наш час діють кілька комерційних систем дистанційного зондування, дані яких активно поширюються і на Україні. Досить поширені дані американської системи Landsat, французької SPOT, американської TerraMetrics (рис. 6.3), індійської Irs, російської «Ресурс». Дані високої просторової точності пропонуються знімальними системами Iconos і QuickBird (США).



Рис. 6.3. Знімок високої просторової точності знімальної системи TerraMetrics, м. Вінниця

6.4. ПОДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ГІС

Візуалізація інформації в ГІС. Подання інформації в зрозумілій і зручній для користувача формі є однією з основних функцій будь-якої системи обробки даних. Оскільки ГІС орієнтовані переважно на обробку просторово-розподілених даних, вони подають оброблену інформацію у вигляді різних карт, картодіаграм, тривимірних і анімізованих зображень. Побудова картографічного зображення є досить складним науково-методичним і технологічним процесом. Для створення карт та інших геообразень у різних прикладних науках (картографії, геології, землевпорядкуванні, гідрографії) розроблені різні стандарти і нормативні вимоги. У той самий час технологія ГІС дає користувачу значно більші можливості для створення й обробки картографічної інформації, які в багатьох випадках не передбачені чи не затребувані традиційними

методами паперових технологій.

На екран дисплею можна вивести кілька вікон з різними тематичними картами для їхнього спільного візуального аналізу; електронні карти легко масштабуються з можливістю автоматизованої генералізації; спеціальні засоби редагування дозволяють швидко змінювати підписи, умовні позначення і загальне компонування картографічного зображення. За наявності картографічної бази даних користувач одержує можливість робити швидкі інтерактивні запити про властивості того чи іншого об'єкта курсором миші, складати запити з використанням математичних і логічних функцій, робити вибірки, будувати тематичні карти й картодіаграми. Користувач може ставити перед інформаційною системою запити типу: «Які населені пункти з якою загальною чисельністю населення знаходяться на відстані 100 км від АЕС», «Які сади і виноградники знаходяться в межах двох годин їзди від міста *N*» – і одержувати відповіді в картографічній і табличній формі [Капралов, 2005].

Унаслідок легкості побудови та аналізу карт за наявності готових картографічних баз даних картографічний аналіз і подання даних досить поширені в таких сферах діяльності, як маркетинг земельних ділянок, доставка товарів і надання послуг населенню, територіальне керування, освіта та ін. Для обслуговування широкого кола нових споживачів геоінформації з'явився клас програмних продуктів ГІС, призначених для надання інформації кінцевому користувачу з мінімальним набором функцій введення і редагування даних (ГІС – в'юери). Так само існує велика кількість програмних продуктів ГІС, призначених для обробки і подання інформації в стандартах конкретної прикладної галузі діяльності (геологічні карти і розрізи, архітектурні і кадастрові плани, топографічне і гідрографічне картографування) з відповідними шаблонами і наборами умовних знаків. У таких програмних продуктах велика увага надається також можливостям одержання твердих копій картографічних зображень з урахуванням нормативних вимог до їхньої точності і зовнішнього вигляду.

Основні принципи виведення інформації на екран дисплея чи тверді носії, дизайн зображень і зручність сприйняття їх людиною характеризуються в цілому поняттям *візуалізація*.

Візуалізація (visualization, visualisation, viewing, display, displaying, синоніми – графічне відтворення, відображення) у ГІС, комп'ютерній графіці і картографії – проектування і генерація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень і іншої графіки на пристроях

відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних, правил і алгоритмів їхнього перетворення (Баранов, 1997) [Світличний, 2006].

Методи і технології візуалізації інформації в ГІС. Процес одержання зображення на екрані чи аркуші паперу в різних випадках може містити в собі безліч окремих технологічних операцій, які необхідно виконувати в певному порядку. Вихідні дані, що зберігаються у файлах різних форматів ГІС-пакетів, як правило, являють собою набори ідентифікаторів просторових об'єктів, координати їхніх опорних точок, посилання на записи в базах даних, посилання на бібліотеки умовних знаків та ін. У деяких випадках цифрова картографічна база даних створюється з урахуванням вимог подальшої візуалізації у середовищі визначеного ГІС-пакету і може бути представлена як карта визначеного відомчого стандарту без додаткової обробки. У більшості ж випадків цифрові карти являють собою контури об'єктів у визначеному універсальному форматі, призначені для експорту в різні формати пакетів ГІС. У цьому випадку для одержання повноцінного геозображення необхідна додаткова обробка даних.

Подання картографічних шарів. Уся сукупність об'єктів на вихідній карті, покладеній в основу цифрової картографічної бази даних, може бути розбита на групи однотипних об'єктів – гідрографічних, адміністративних границь, доріг, населених пунктів та ін. Такі групи об'єктів, як правило, цифруються, зберігаються й обробляються у вигляді окремих наборів файлів даних. При візуалізації кожний файл даних подається як окремий картографічний шар.

Шар (layer, theme, coverage, overlay) – сукупність однотипних (однієї мірності) просторових об'єктів, що стосується однієї теми (класу об'єктів) у межах деякої території й у системі координат, загальній для набору шарів (рис. 6.4). За типом об'єктів розрізняють точкові, лінійні і полігональні шари, а також шари з тривимірними об'єктами (поверхнями). Пошарове, чи багат шарове подання є найбільш поширеним способом організації просторових даних у пошарово-організованих ГІС (layer-based GIS). Для зручності збереження й обробки великих наборів даних кожний із шарів може бути розбитий на фрагменти в результаті операції фрагментування (tiling); при відображенні на екрані виконується зворотне зшивання. Звичайно «нарізання» на фрагменти успадковує прийняту схему розграфлення карт (по окремих аркушах топокарт, по градусній сітці). Логічна нерозривність отриманого фрагментованого шару забезпечується

засобами, що підтримують безшовні бази даних.

У більшості програмних ГІС – пакетів картографічний шар є основною одиницею подання даних – на рівні шарів здійснюються пошук, завантаження і вивантаження даних у середовище ГІС, до об'єктів шару застосовуються функції пошуку, форматування, зміни графічних змінних.

У разі збігу систем координат можливе багаторазове накладення картографічних шарів у векторному поданні, також можливе використання растрових картографічних шарів. Через те що растрові карти непрозорі, вони звичайно використовуються у вигляді підкладки на задньому плані комбінованого векторно-растрового зображення. Кількість одночасно виведених на екран картографічних шарів обмежена ресурсами комп'ютера.

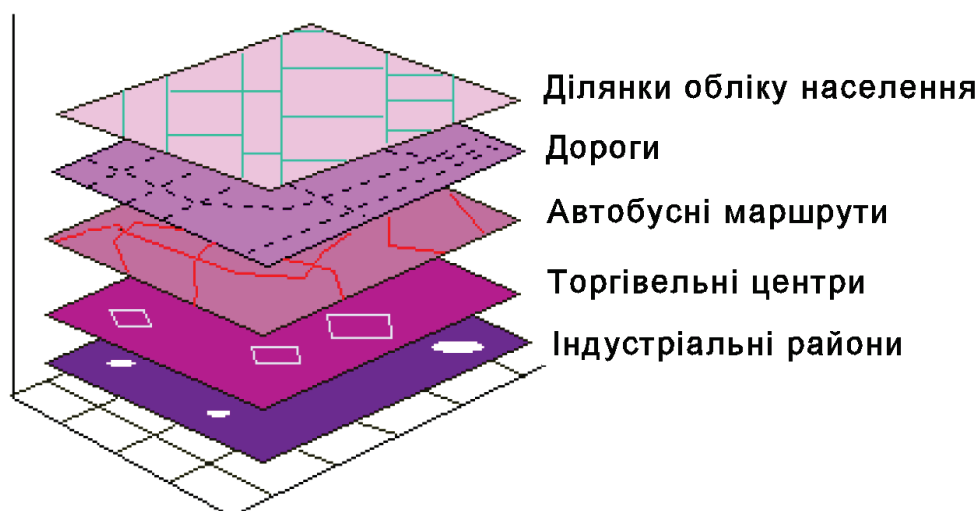


Рис. 6.4. Приклад пошарової організації даних

Для контролю і керування візуалізацією картографічних шарів у різних ГІС-пакетах існують спеціальні інструменти. У деяких програмних оболонках функції керування шарами поєднуються з функціями легенди і керування графічними змінними (ArcGIS Desktop). Для керування шарами доступні функції відкриття і закриття одного шару, відкриття і закриття групи шарів, закриття усіх раніше відкритих шарів.

При одночасному відкритті і перегляді кількох шарів необхідно упорядковувати їх взаємоположення і взаємоперекриття. В екранних вікнах, що керують відображенням шарів, можна побачити розміщення окремого шару порівняно з іншими шарами, а так само покроково перемістити обраний шар нагору чи вниз усієї групи шарів.

Для кожного шару характерними є такі властивості:

1. *Видимість* (visible) – включається чи виключається відображення цього шару на екрані (при цьому шар залишається в оперативній пам'яті і бере участь у всіх інших дозволених операціях). Крім цього, є функції відображення шару залежно від масштабу екранного подання, задаються найменший і найбільший масштаби, за яких шар бачимо на екрані; включається чи виключається відображення службової інформації для окремих об'єктів шару – опорних точок, центроїдів полігонів, напрямків ліній.

2. *Редагованість* (editable) – у шар, що редагується, дозволено вносити зміни за допомогою всіх доступних інструментів створення і редагування форми об'єктів, а також змінювати графічні змінні об'єкти. Як правило, можна редагувати тільки один шар.

3. *Участь у запитах* (selectable) – із шару можна одержувати атрибутивну інформацію за допомогою різних засобів побудови запитів, у протилежному разі всі запити ігноруються.

4. *Підписування* – (auto label, labeled) – у відповідному шарі включається режим автоматичного друку пояснювальних підписів для картографічних об'єктів, наприклад, назв країн, міст, вулиць. За замовчуванням для підпису береться вміст першого текстового поля з атрибутивної бази даних, є можливості налаштування на будь-яке інше поле бази даних або використання як підпису результату обчислень (злиття фрагментів тексту) у кількох полях. Так само може задаватися формат відображення підпису – шрифт, розмір і колір шрифту, прив'язування до центра точки, лінії чи полігона (у центрі або збоку зі зсувом униз чи ввверх). Задається метод контролю накладення і дублювання підписів; (наприклад, підписи не можуть накладатися один на один при даному масштабі, не може бути двох однакових підписів) [Ципилева, 2004].

Спеціальні тематичні шари утворюються при створенні тематичних карт, вони прив'язані до шару, на основі якого створена тематична карта. Переміщення за списком накладення шарів базового шару зумовлює переміщення і похідного тематичного шару.

Подання векторних об'єктів. Для візуалізації просторових об'єктів цифрових векторних карт використовуються *графічні змінні* (graphic variables, graphic factors, semiological factors) – графічні засоби, використовувані для побудови окремих картографічних знаків, знакових систем, графічних образів у цілому. Для кожного типу зображень і рівня керування побудовою зображення використовуються різні графічні

функції або бібліотеки готових графічних елементів.

Для об'єктів типу *точка* створена велика кількість різних бібліотек умовних позначень. У більшості випадків ці бібліотеки оформлені у вигляді файлів шрифтів True Type, що входять до системного реєстра Windows. Такі бібліотеки символів універсальні й одночасно доступні для різних ГІС-пакетів. Звичайно бібліотеки символів організовані за тематичним принципом – геометричні символи, топографічні символи, символи з малюнками будинків, транспортних засобів, рослин, фігурками людей і тварин, геологічні і метеорологічні символи, стрілки «північ-південь», рози вітрів [Берлянт, 1996].

Відображення *лінійних* об'єктів виконується за допомогою певного набору графічних змінних, кількість і зовнішній вигляд яких залежить від конкретного ГІС-пакету. Для ліній може бути змінений тип (суцільна, переривчаста з різною довжиною штрихів і пробілів, із заповненням, з поперечними і зигзагоподібними елементами), колір лінії і заповнення лінії, товщина (задається в лінійних або відносних одиницях). Доступні згладжування перегинань лінії в опорних точках, згладжування з'єднань і перетинів ліній.

Для об'єктів типу *полігон* доступні налаштування границі полігона (border, boundary) і його внутрішнього заповнення (fill). Для границь полігонів доступні ті самі бібліотеки, що використовуються для оформлення лінійних об'єктів. Для внутрішньої частини полігона доступні суцільні заливання (основним чи напівтоновим кольором із стандартної бібліотеки, за необхідності може бути створений новий колір) і штрихування (вибирається тип штрихування, колір ліній чи фігур штрихування, колір міжштрихового простору). У деяких програмних пакетах доступне заповнення полігонів за допомогою текстур або растрових зображень.

Подання поверхонь і растрових карт. Для растрових даних, поданих у вигляді безперервних поверхонь, у різних ГІС-пакетах передбачені кольорові або чорно-білі *палітри*. Палітра являє собою послідовність кольорів або яскравості, за допомогою яких на екрані або папері відображаються числові значення комірок растрової поверхні. Кількість кольорів у палітрі обмежена; як правило, використовується 16 або 256 градацій кольору, розміщених у певному порядку.

При використанні *лінійної класифікації* весь діапазон значень рівномірно розподіляється між мінімальним і максимальним значеннями, ширина класів однакова, кожний клас відповідає порядковому кольору палітри. Таке подання найбільш оптимальне при

рівномірному розподілі значень в інтервалі між найбільшими і найменшими значеннями поверхні (наприклад, при відображенні цифрових моделей рельєфу з рівномірним кроком висотних рівнів).

Залежно від використовуваних кольорів і порядку їхнього проходження палітри бувають *монохромними* (від білого через збільшення насиченості до базового кольору), *двоколірними* (два базових кольори на кінцях палітри і перехідні кольори між ними), *багатоколірними* (у палітрі кілька базових кольорів з перехідними ділянками між ними). Для передачі різних характеристик поверхонь можуть використовуватися палітри з різною плавністю передачі кольору, а так само з різкими змінами колірному тону для підкреслення градієнтів.

При відображенні поверхонь також використовується метод *побудови ізоліній*. Користувач може використовувати різні методи класифікації для визначення кроку ізоліній, а так само колір ізолінії залежно від її числового значення. Деякі програмні оболонки дозволяють підписувати значення ізолінії, креслити бергштрихи, згладжувати ізолінії.

Метод *затінення (відмивання) рельєфу* добре виявляє і відображає топографічні поверхні. У цьому випадку задаються кутове азимутальне положення й висота над горизонтом джерела освітлення, розраховується кут падіння променів на різні ділянки поверхні, розраховується рівень насиченості базового залежно від освітленості елемента растра. Такі напівтонові карти часто використовуються для відображення рельєфу при створенні поліграфічних макетів політичних карт країн, материків і світу.

Метод *побудови векторів* відображає напрямок відхилення (зміни температур, концентрації, тиску) між сусідніми елементами поверхні. Напрямок відображається за допомогою стрілок, так само для відображення градієнта між сусідніми елементами растра може використовуватися різний колір або товщина стрілок. За необхідності суміжні елементи растра групуються в блоки певного розміру (2x2; 5x5; 10x10 комірок, інші довільні значення), у цьому випадку стрілка характеризує середній напрямок зміни значень для всіх елементів блока.

6.5. ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ. КАРТОДІАГРАМИ

Крім оглядових загальногеографічних і топографічних карт у практиці географічного аналізу і подання даних широко використовуються тематичні карти, створені на основі аналізу

атрибутивних даних, пов'язаних з тим чи іншим набором просторових об'єктів (наприклад, кількість населення в містах або адміністративних одиницях). Тематичні карти і картодіаграми використовуються для візуального аналізу просторово-розподіленої інформації, у зв'язку з цим сприйняття й аналіз таких карт людиною значною мірою залежать від методики їхньої побудови і візуальних характеристик.

Побудова тематичних карт і картодіаграм із використанням просторової основи у вигляді точкових, лінійних і полігональних об'єктів і пов'язаних з ними записів з табличних баз даних є однією з найбільш поширених функцій ГІС. При побудові картодіаграми пов'язана з об'єктом інформація візуалізується у вигляді картографічних знаків, що відбивають якісні або кількісні характеристики кожного об'єкта. Процедура побудови тематичної карти або картодіаграми звичайно реалізована у вигляді спеціального програмного модуля, виклик якого здійснюється за допомогою спеціального пункту меню. У більшості програмних продуктів ГІС реалізована побудова декількох типів карт за тематичними шаблонами.

Користувач має можливість вибрати тип створюваної карти, вибрати з атрибутивної бази дані характеристики, за якими буде будуватися карта, вибрати стиль оформлення карти (колір, тип символу).

Атрибутивна інформація, на основі якої будується карта (одне чи кілька полів бази даних), називається *тематичною змінною*. Як тематична змінна може використовуватися вираження, що обчислює нове значення на підставі значень одного чи кількох полів з використанням математичних, логічних і просторових операторів або функцій [Коросов, 2002].

Карти як результат і засіб візуалізації. Значне поширення програмних засобів ГІС, що вміщують функціональні можливості картографічних редакторів, зняття грифа таємності з топокарт масштабу 1:100 000 і поява комерційного доступу до матеріалів вітчизняної і зарубіжної космозйомки дозволяють створювати цифрові карти в різних науково-виробничих і комерційних організаціях, навчальних закладах і навіть індивідуально в домашніх умовах. Багато науково-дослідних і навчальних організацій одержали можливість створювати власні банки картографічної інформації і самостійно забезпечувати картографічне обслуговування своєї роботи, однак поряд із позитивними моментами цієї діяльності є й негативні. Основними факторами, що викликають справедливі нарікання з боку картографічних організацій, є недотримання стандартів просторової точності цифрованих карт, а також

порушення авторських прав при створенні цифрових копій топокарт і атласів. У випадку комерційного використання таких матеріалів відбувається подальше нагромадження просторових похибок (і відповідно, похибок вимірювання відстаней і площ). У наш час у країні триває розробка стандартів на тематичний зміст і просторову точність деяких видів карт, проводиться сертифікація виробників цифрових карт, програмного й апаратного забезпечення.

Картографія як сфера точних наук віддавна використовує математичні методи і тому раніше за інші науки про Землю почала використовувати можливості ЕОМ для побудови картографічного зображення. Удосконалення методів картографо-математичного моделювання обумовило застосування ЕОМ і для формування тематичного змісту карт.

Цифрове картографування, цифрова картографія – порівняно новий складний термін, а також цілий науковий теоретичний і прикладний розділ, що перебуває на стику взаємодії географії, картографії, математичних методів обробки даних і інформатики. Як впливає з буквального визначення даного терміна, цей науковий розділ займається створенням і вивченням цифрових аналогів традиційних картографічних зображень. У зв'язку з різними підходами до тлумачення суті «цифрової картографії» на сьогодні існують різні погляди на місце і роль цього напрямку в сфері наук про Землю – від повного заперечення традиційних методів («тепер усе можна автоматизувати і взагалі не думати, як це робиться»), до заперечення можливості застосування методів автоматизації складання карт («тільки паперові карти можна називати «картами», свої твори програмісти нехай називають якось інакше»). Істина звичайно знаходиться між двома крайніми точками зору – карти, побудовані за допомогою різних програмних і технічних засобів, давно перевершили за точністю і дизайном традиційні технології, але при їхньому створенні повинні використовуватися основні методи, розроблені картографічною і суміжними науками для виявлення й подання просторових об'єктів і їхніх взаємозв'язків.

Термін *«цифрова карта»* протягом більш ніж двадцятилітньої історії змінювався і розвивався разом із розвитком технологій цифрового картографування і зміною відомчої належності організацій. Протягом тривалого періоду цифрові карти створювалися в Державному управлінні геодезії і картографії колишнього СРСР, де було дано таке визначення цифрової карти: *«цифрова модель земної поверхні, сформована з урахуванням законів картографічної генералізації в*

прийнятих для карт проекції, розграфці, системі координат і висот» [Сербенюк, 1984].

Більшість визначень цього періоду виходили з положення, що цифрова карта повинна бути копією її паперового аналога.

У наш час з'явилася велика кількість доступного програмного забезпечення і вихідних даних, які дозволяють створювати найрізноманітніші зображення, що мають з картами тільки спільну координатну основу. На позначення таких зображень А.М. Берлянт (1996) введений у науковий обіг термін «геозображення». *Геозображення* (georepresentation) – будь-яка просторово-часова масштабна генералізована модель земних (планетних) об'єктів або процесів, яка представлена в графічній образній формі. Розрізняють:

- двовимірні плоскі геозображення (2D geoimages, flat geoimages), наприклад, карти, плани, електронні карти, аеро- і космічні знімки;
- тривимірні, або об'ємні, геозображення (3D geoimages, volumetric geoimages), наприклад, стереомоделі, анагліфи, блок-діаграми, картографічні голограми;
- динамічні геозображення (dynamic geoimages), тобто анімації, картографічні фільми, мультимедійні карти й атласи.

Унаслідок того що карта сама є моделлю будь-якої місцевості, усе частіше виникають думки, що цифрова карта не повинна бути копією паперової карти з її системою умовних знаків (моделлю моделі), а прямо відображати реальну дійсність, використовуючи власний арсенал засобів створення зображення і різноманітних джерел даних. За ступенем ускладнення зв'язків між окремими елементами підсумкової карти і використання спеціальних програмних та технічних засобів створення карт до цього часу склалася така система визначень [Берлянт, 1996].

Цифрова карта (digital map) – цифрова модель місцевості, створена шляхом цифрування картографічних джерел, фотограметричної обробки даних дистанційного зондування, цифрової реєстрації даних польових зйомок або іншим способом. Цифрова карта є основою для виготовлення звичайних паперових, комп'ютерних, електронних карт, вона входить до складу картографічних баз даних, є одним із найважливіших елементів інформаційного забезпечення ГІС і може бути результатом функціонування ГІС.

Основними складовими цифрової карти є *координатна система і набір елементарних графічних об'єктів*, що відображають місце розміщення просторових обрисів відповідних реальних об'єктів чи

явищ. У більшості ГІС-пакетів цифрові карти подаються окремим картографічним шаром і містять тільки однотипні об'єкти, а також є основною одиницею збереження даних (файлом або групою зв'язаних файлів).

Електронна карта (electronic map) – картографічне зображення, яке візуалізоване на дисплеї (відеоекрані) комп'ютера на основі даних цифрових карт чи баз даних ГІС з використанням програмних і технічних засобів у прийнятій для карт проекції і системі умовних знаків.

Картографічна база даних (cartographic database, cartographic database) – сукупність взаємозалежних картографічних даних з будь-якої предметної (тематичної) області, представлена в цифровій формі (у тому числі у формі інших картографічних баз даних) при дотриманні загальних правил опису, збереження і маніпулювання даними. Картографічна база даних доступна багатьом користувачам, не залежить від характеру прикладних програм і підпорядковується системі керування базами даних (СКБД).

Картографічний банк даних, КБД, (cartographic data bank, cartographic databank) – комплекс технічних, програмних, інформаційних і організаційних засобів збереження, обробки і використання цифрових картографічних даних. До складу КБД входять картографічні бази даних з окремих предметних (тематичних) областей, система керування базами даних, а також бібліотеки запитів і прикладних програм.

За оцінками різних дослідників, інформаційний обсяг різних цифрових карт і геозображень, що зберігаються в пам'яті комп'ютерів в усьому світі, вже в кілька разів перевищує обсяг паперових карт, і розрив постійно збільшується. У зв'язку з цим усе частіше виникають думки, що традиційна картографія має поступитися місцем новим комплексним дисциплінам – *геоінформатиці*, *геоматиці*, *геоіконіці*,

При складанні багатьох видів відомчих карт, наприклад, земельного кадастру, природоохоронних і надзвичайних ситуацій, використовується інформація з атрибутивних баз даних, даних дистанційного зондування, матеріали польових зйомок і описів. На методики і технології складання карт значно впливають галузеві підходи до виділення і класифікації просторових об'єктів, районування, просторової інтерполяції. Для одержання таких зображень використовуються програмні й апаратні засоби, не передбачені стандартами відомчої картографії. Оскільки такого роду картографування в наш час, як правило, виконується програмними засобами ГІС, у науковій літературі все частіше вживається

термін *геоінформаційне картографування* як визначення інтегрального напрямку, що передбачає методи автоматизованого картографування, обробки даних дистанційного зондування, геоінформатики і теоретичних методів системного картографування для конкретної предметної області.

6.6. ПРОГРАМНІ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ КАРТОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Різні групи користувачів картографічної інформації можуть висувати різні вимоги до технологій візуалізації. Це може бути простий перегляд готового картографічного зображення на екрані дисплея і друкування копії на звичайному принтері формату А4; презентація за участю серії карт та інших геозображень з використанням проекційного устаткування; підготовка оригінал-макету великоформатної карти для подальшого друку на спеціальному поліграфічному устаткуванні, підготовка і перегляд анімованих карт тощо.

Електронні атласи. Електронні атласи в багатьох випадках подібні до своїх паперових аналогів з додатковими функціями автоматизації пошуку даних. Типовий електронний атлас містить інформаційний блок, який складається із серії електронних тематичних карт, текстових статей, фотографій, звукових і відеофрагментів, і блок керування, що містить систему меню, каталог, систему гіперпосилань, підказки. Більшість електронних атласів є кінцевим продуктом і не допускає зміни свого змісту користувачем.

Інтерфейс таких атласів дозволяє переглядати зміст як у вільному режимі, переходячи від одного блока інформації до іншого за допомогою гіперпосилань, виконувати пошук даних за ключовими словами, так і використовувати сценарії для тематичного показу, наприклад, шкільних уроків з гідрографії суші, клімату, геології. На екран виводяться відповідні фрагменти тематичних карт, пояснювальні тексти й ілюстрації, відеофрагменти. У багатьох країнах розробляються національні електронні атласи, призначені для використання в навчальних закладах. У вищих і середніх навчальних закладах України поширюється Електронний атлас України, створений Інститутом географії НАН України і підприємством Інтелектуальні системи ГЕО (рис. 6.5). Так само в комерційному продажі з'явилися електронні атласи окремих регіонів України, атласи міжнародної і національної транспортної мережі, атласи великих міст, виконаних різними державними і комерційними підприємствами [Національний атлас України].

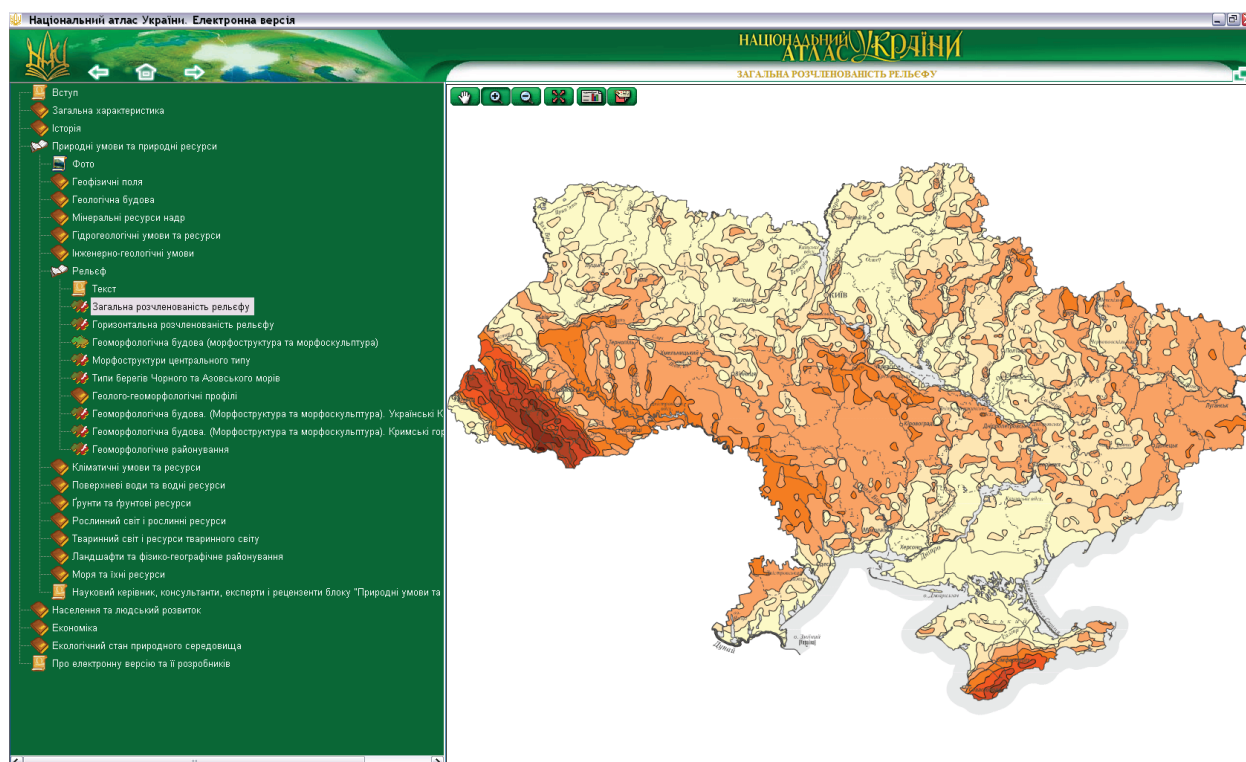


Рис. 6.5. Інтерфейс «Національного атласу України» (2008)

Програмні засоби для роботи з просторовими даними. Програмні засоби, призначені для роботи з просторовими даними, представляють в наш час досить різноманітний і такий що постійно розширюється сегмент комп'ютерного ринка програмного забезпечення, у якому можна виділити:

- векторизатори растрових зображень;
- пакети обробки даних інженерно-геодезичних розвідок та інженерного проектування;
- програмні засоби обробки даних дистанційного зондування;
- пакети просторового аналізу і моделювання;
- довідково-картографічні системи;
- ГІС-в'юери;
- інструментальні ГІС (ГІС-пакети).

Векторизатори растрових зображень — це програмні засоби для виконання растрово-векторного перетворення (векторизації) просторових даних. Цей клас продуктів пов'язаний зі створенням цифрових карт, у тому числі і для геоінформаційних систем, на основі відсканованих растрових зображень. Серед порівняно недорогих і досить ефективних векторизаторів відзначимо пакети Easy Trace (Easy Trace Group, Росія) і MapEdit (АТ «Резидент, Росія), а також пакет Digitals (рис.

6.6), розроблений у державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» (м. Вінниця, Україна).

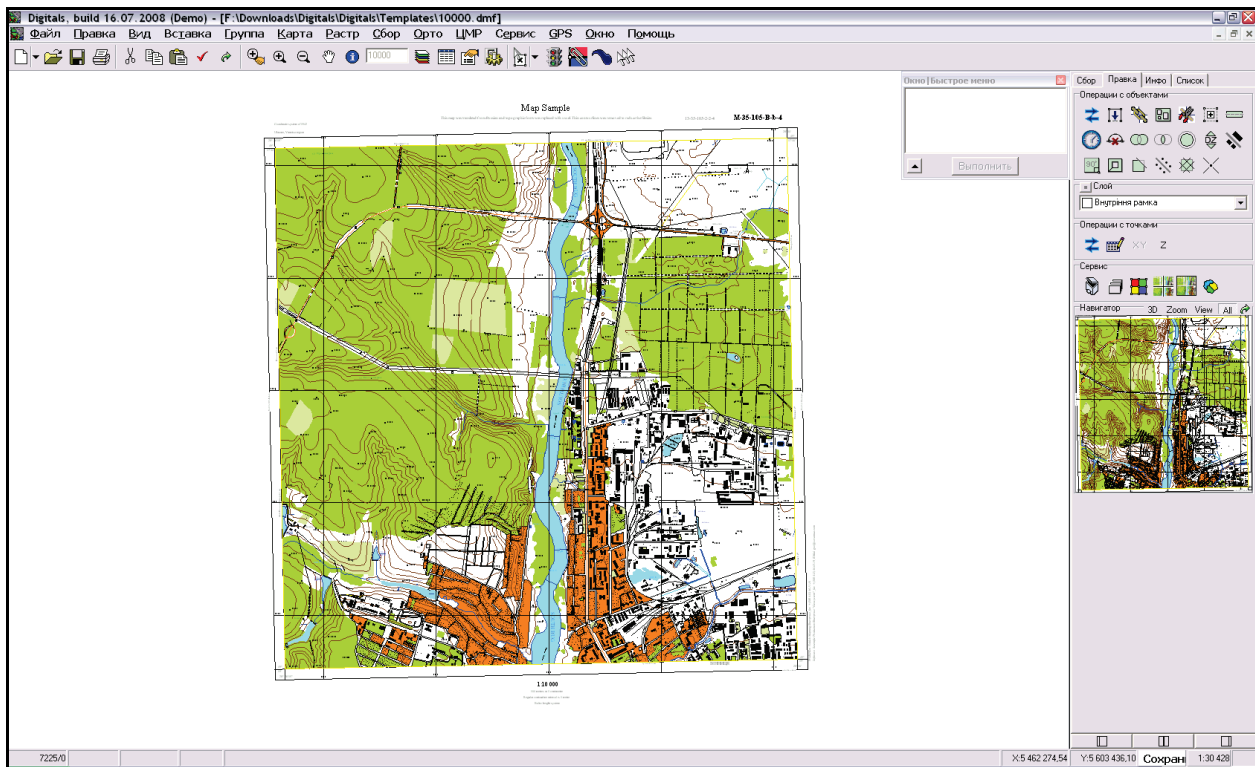


Рис. 6.6. Інтерфейс програми Digitalis (м. Вінниця)

Пакети обробки даних інженерно-геодезичних розвідок та інженерного проектування призначені для автоматизації обробки даних інструментальної геодезичної зйомки місцевості і інженерного проектування в житловому, промисловому і транспортному будівництві і є специфічним напрямом в геоінформатиці, який називають геоінженерною інформатикою. Серед програмних пакетів цієї групи назовемо продукти фірми Autodesk, світового лідера в розробці систем автоматизованого проектування (САПР/CAD), програмні пакети Autodesk Survey, Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil Design, створені на платформі пакету AutoCAD; також основані на програмній платформі AutoCAD програмні комплекси GEO+CAD і GeoniCS, розроблені в Україні (компанія «ГЕОКАД», АТ «Аркада» і НПЦ «Геоніка», м. Київ), програмні пакети CREDO (фірми «Кредо Діалог», Білорусь).

Програмні засоби обробки даних дистанційного зондування – це пакети обробки зображень, забезпечені залежно від ціни різним математичним апаратом, що дозволяє проводити операції зі сканованими або записаними в цифровій формі знімками поверхні Землі. Це досить широкий набір операцій, починаючи зі всіх видів корекції (оптичної, геометричної), через географічне прив'язування знімків аж до обробки

стереопар з видачею результату у вигляді актуалізованого топоплану. Найвідоміші представники: ERDAS Imagine (США), ER Mapper (Австралія), серія продуктів Intergraph (США) і TNTMips (США).

До групи *пакетів просторового аналізу і моделювання* можна віднести програмні пакети, призначені для реалізації певного, звичайно тематичного, набору процедур аналізу просторових даних. Це, перш за все, пакети геостатистичного аналізу і моделювання – такі, як Surfer (США), Gstat (Нідерланди), GST (Росія) та ін., і пакети картографічної алгебри – такі, як Map Analysis Package, MAP, і його модифікації (США). Віднесення до цієї групи пакетів прикладних програм, що просторово реалізують гідрологічні, гідрогеологічні, екологічні та інші конкретні завдання, як це іноді робиться, є некоректним [Воробьев, 1992].

Довідково-картографічні системи – це закриті щодо формату і адаптації оболонки і бази даних програмно-інформаційні комплекси, які містять механізми запитів до картографічної і атрибутивної інформації і засоби її відображення. Користувач, як правило, позбавлений можливості зміни також і даних. До цього класу відносять так звані електронні, або цифрові, карти великих міст, наприклад, Києва, Одеси, Харкова, Москви, окремих країн, а також цифрові атласи окремих країн або світу (Цифровий атлас України, Digital Chart of the World, New Millennium (рис. 6.7).

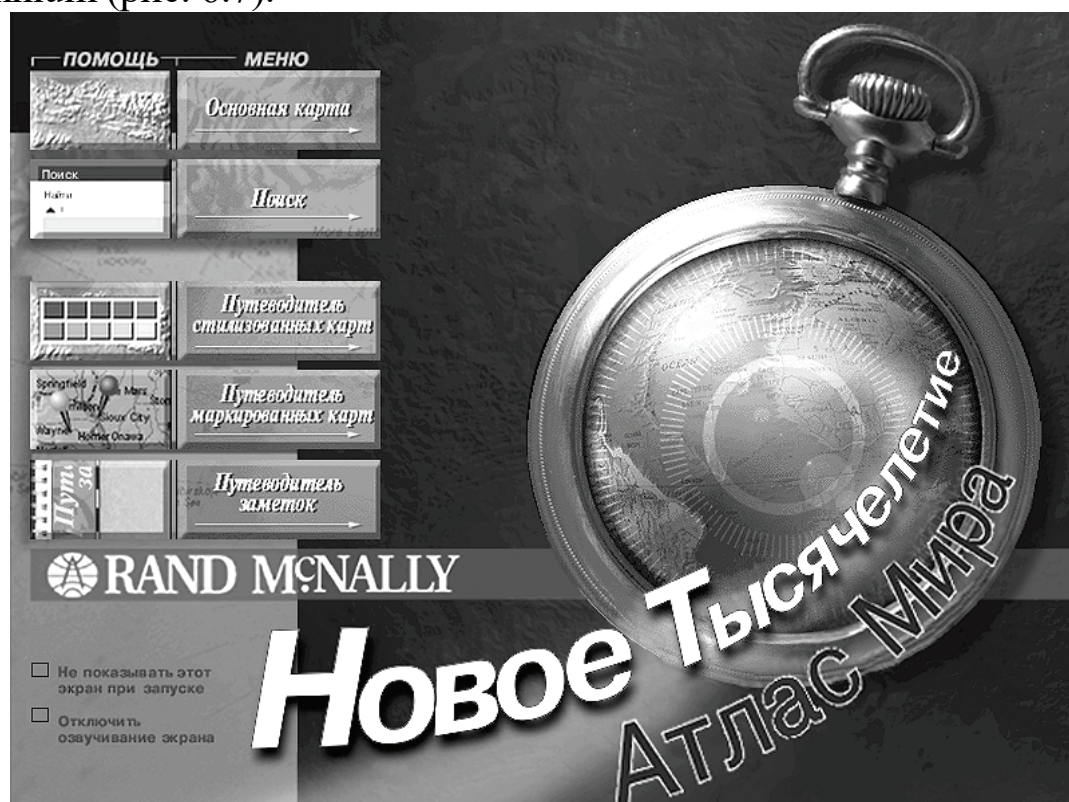


Рис. 6.7. Титульна сторінка атласу New Millennium

ГІС-в'юери (від англ. *viewer* – переглядач; пишеться також «в'ювер») – це порівняно недорогі пакети з обмеженою можливістю редагування даних, призначені в основному для візуалізації і виконання запитів до баз даних, у тому числі і графічних, підготовлених у середовищі інструментальних ГІС. Як правило, усі розробники повнофункціональних інструментальних ГІС пропонують і ГІС-в'юери: ArcReader, ArcExplorer (ESRI, США), WinCAT (Simens Nixdorf, Німеччина).

6.7. СУЧАСНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Класифікація сучасних ГІС. 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 масштабного ряду цифрових картографічних даних, що скла дають базу даних ГІС.

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

Дослідницькі ГІС створюються для забезпечення розв'язання будь-якої наукової проблеми або сукупності наукових проблем із застосуванням методів просторово-часового аналізу й моделювання (рис. 6.8, 6.9).

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 і ГІС Навчального географічного стаціонару «Кринички» (північ Одеської області), яка розробляється на геолого-географічному 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 км² та бібліотеки прикладних модулів, що реалізують навчальні, наукові і прикладні завдання на основі Банку даних і можливостей геоінформаційних технологій.

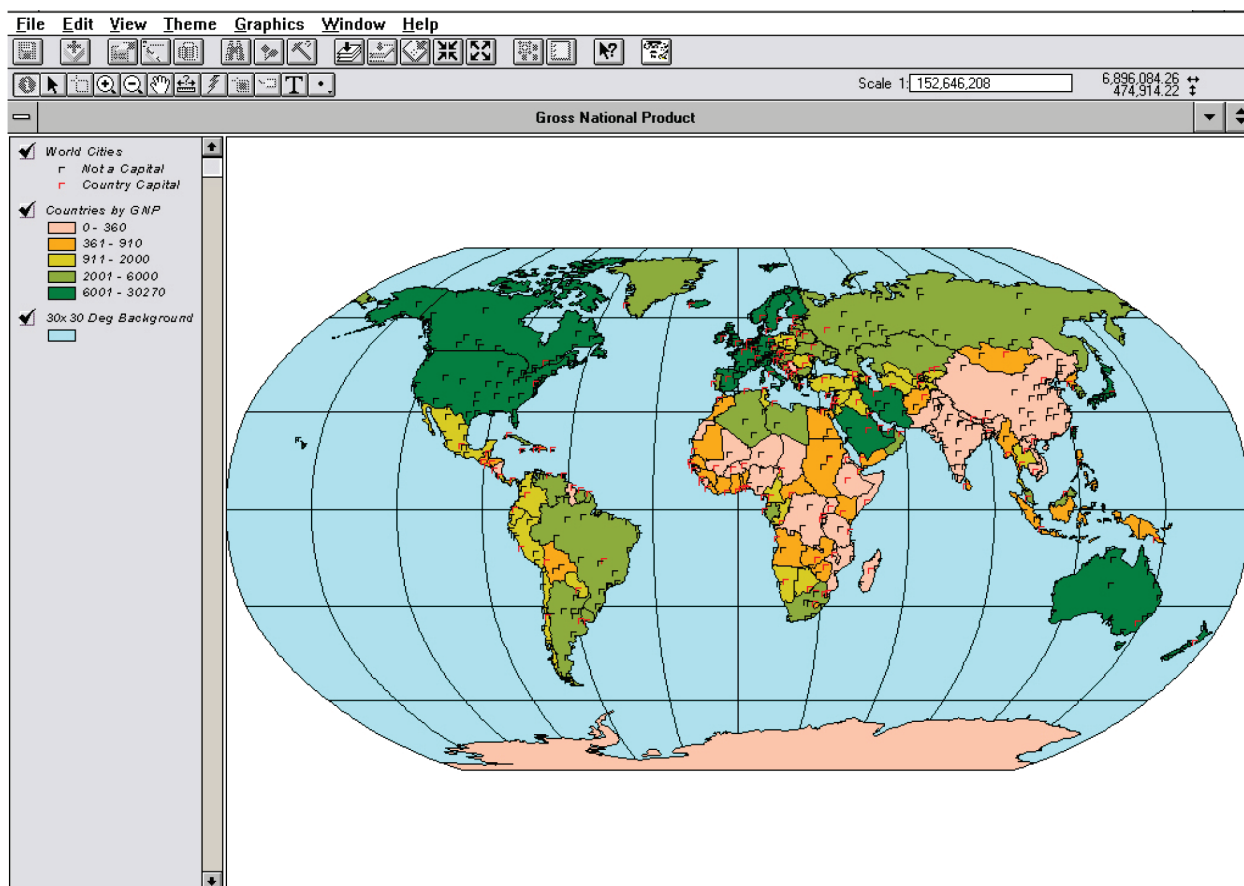


Рис. 6.8. Вікно програми ArcView GIS

За територіальним охопленням найбільш логічним є поділ геоінформаційних систем 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 та.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.

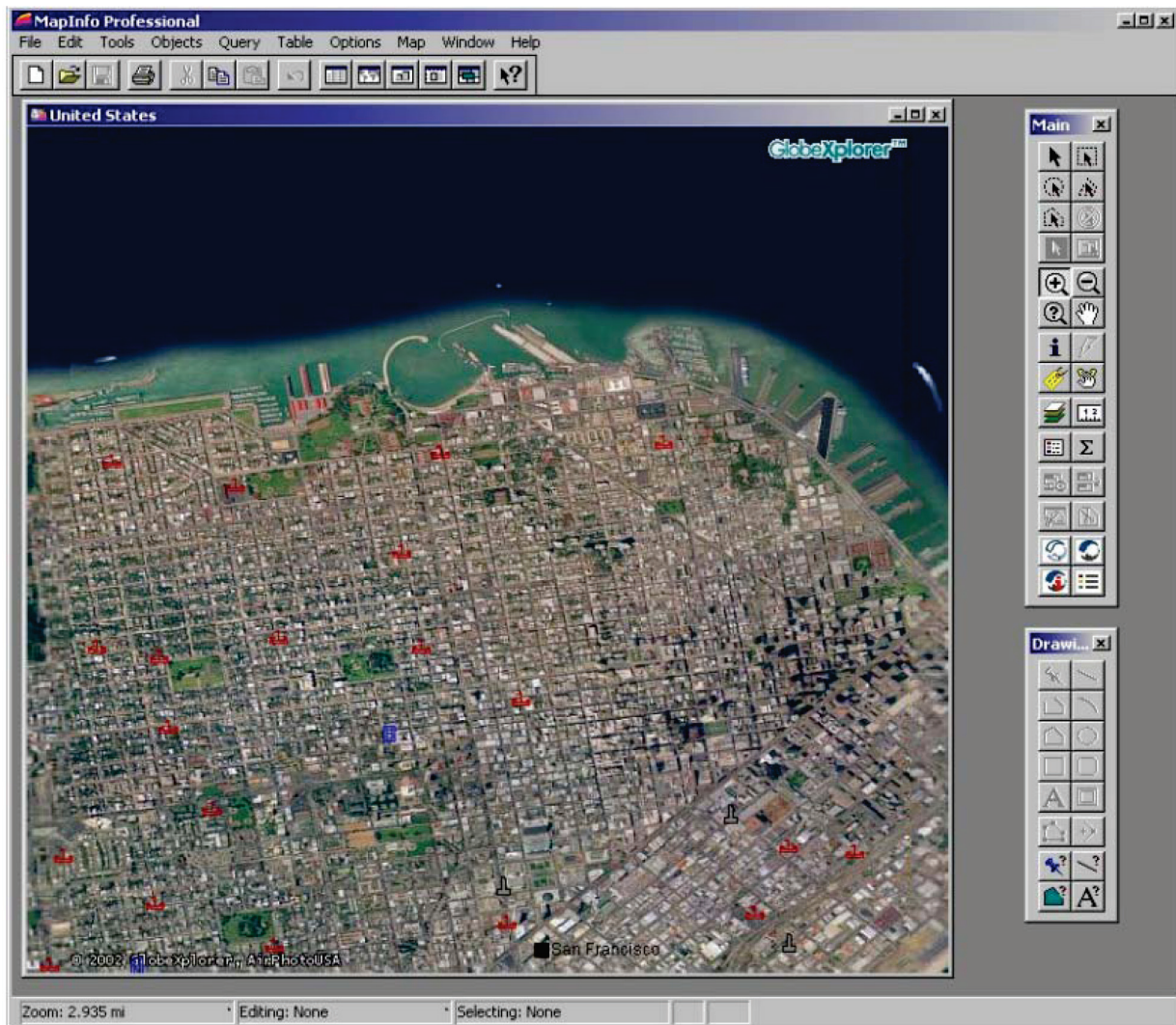


Рис. 6.9. Інтерфейс ГІС MapInfo

Регіональні ГІС-проекти. Електронний атлас України.

Електронний атлас України є пілотним проектом Національного атласу України, виконавцями якого є співробітники Інституту географії НАН України і Товариства з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО». Керівник проекту – доктор географічних наук, член-кореспондент НАНУ Л.Г. Руденко, співкерівник – кандидат фізико-математичних наук В.С. Чабанюк, менеджер – А.І. Бочковська.

Атлас розроблено з використанням новітніх результатів досліджень інститутів Національної академії наук України (географії, геофізики, геологічних наук, ботаніки, зоології), Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту та даних Державного комітету

статистики, Міністерства економіки та деяких інших міністерств і відомств, серед яких автори особливо відзначають активну допомогу працівників Міністерства охорони навколишнього природного середовища і ядерної безпеки як консультантів та експертів (Атлас України, 2008).

Роботи зі створення електронної версії пілотного проекту Національного атласу виконані за фінансової підтримки Національної академії наук України та Канадського центру досліджень міжнародного розвитку. Саме цей центр надав грант на розробку атласу, а його працівники своїми консультаціями сприяли ходу виконання робіт.

Електронний атлас України за допомогою системи карт наводить інформаційний образ держави стосовно її природних, соціальних, економічних і екологічних особливостей. Він належить до атласів загального використання, які розраховані на широке коло користувачів і призначені, перш за все, для довідкових цілей. Атлас забезпечує можливість отримати загальне і досить повне уявлення про зображені на його картах природні і соціально-економічні явища. Крім того, Атлас може стати посібником при вивченні України та її регіонів.

Глобальні геоінформаційні системи. *Проект GRID* (Global Resource Information Database) – Глобальної бази даних природно-ресурсної інформації – є частиною програми GEMS (Global Environment Monitoring System – Глобальної системи моніторингу навколишнього середовища), яка виконується під егідою Організації Об'єднаних Націй (UNEP) [GRID].

Метою проекту є збір і поширення наявної інформації про стан навколишнього середовища в масштабах усієї земної кулі. Довгостроковими завданнями проекту є:

- розширити доступність і вільний обмін глобальними і регіональними просторово-координованими даними про стан навколишнього середовища;
- забезпечити ООН і міжурядові організації доступом до сучасних технологій керування даними про навколишнє середовище;
- дати можливість усім країнам світу використовувати GRID-сумісні технології національної оцінки стану навколишнього середовища і керування нею.

Для того щоб краще збирати, керувати і поширювати дані про навколишнє середовище та іншу інформацію, у рамках GRID створено серію центрів. У наш час такі центри існують у: а) Найробі (Кенія); б) Женеві (Швейцарія); в) Бангкоці (Таїланд); г) Осло (Норвегія); д)

Варшаві (Польща); є) Сіу Фолсі (США); є) Оттаві (Канада); ж) Сан Хосе дос Кампос (Бразилія); з) Цукубі (Японія); и) Катманду (Непал); і) Копенгагені (Данія). Разом ці центри формують взаємозалежну мережу для керування й обміну даними.

Проект розробляється з 1988 року рядом країн-учасниць (Канада, США, Норвегія, Фінляндія та ін.) разом міжнародних і національних організацій (НАСА, Інститут досліджень систем навколишнього середовища (ESRI), США; Женевський університет, Швейцарія). З 1990 р. розпочата експлуатація GRID.

Глобальний ресурсний інформаційний банк даних об'єднує цифрові дані про навколишнє середовище з різних джерел, причому значною мірою завдяки унікальним можливостям геоінформаційних технологій. Прикладами масивів цифрових даних, асимільованих GRID, є: цифрова модель рельєфу Землі ETOPO-5, розроблена Національним центром геофізичних даних США, сукупність висотних відміток у вузлах регулярної мережі з коміркою розміром 5x5 кутових хвилин, карта ґрунтів світу ФАО ЮНЕСКО, щотижневі і сезонні карти вегетаційного індексу рослинного покриву, НАСА (США), що складаються за даними дистанційного зондування Землі.

Проект CORINE – (Coordination on Information of the Environment) – проект створення геоінформаційної системи Європейського Співтовариства. Розроблення проекту розпочато в червні 1985 р. відповідно до рішення Ради Міністрів Європейського Співтовариства. Створення системи в основному було виконане в 1985-1990 рр. Основними завданнями при цьому були такі:

- забезпечити збір інформації про стан навколишнього середовища для використання в пріоритетних напрямках діяльності Співтовариства;
- забезпечити координацію національних ініціатив, що висуваються членами Співтовариства, і поліпшувати інформацію на міжнародному рівні;
- забезпечити погодженість номенклатури, визначень і т.п., а також створення інших умов, необхідних для порівнянності даних [CORINE].

Ці завдання спочатку розглядалися як взаємозалежні. У межах даного загального напрямку було визначено кілька пріоритетних галузей, у тому числі захист біотопів, запобігання локальному і трансграничному забрудненню повітря та збереження, навколишнього середовища Середземноморського регіону.

Основними проектами, які розробляються в рамках CORINE, є: забруднення повітря, біотопи, берегова ерозія, стан земної поверхні, морське середовище, ґрунтова ерозія / якість ґрунту і водні ресурси.

Система містить більше 40 шарів інформації, включаючи топографію, адміністративні межі, дані про клімат (з більш ніж 6,5 тисяч метеорологічних станцій), земельні і водні ресурси, рослинний і тваринний світ. Особливу увагу приділено оцінці ризику несприятливих природних і антропогенних явищ, таких, як сейсмічна активність, водна ерозія ґрунтів, а також джерелам зосередженого техногенного забруднення природного середовища. Зокрема, проект з атмосферного повітря – CORINAIR, що входить до складу CORINE, охоплює проблеми викидів діоксиду сірки, оксидів азоту і летких органічних сполук у країнах ЄС. При цьому враховується близько 120 видів господарської діяльності.

Список використаних джерел

1. Берлянт А.М. Геоиконика. - М.: Астрей, 1996. - 208 с.
2. Варламов В.А., Гальченко С.А. Земельный кадастр. Т. 6. Географические и земельные информационные системы. – М.: КолосС, 2006. – 400 с.
3. Воробьев Б.Н., Алесинский А.И., Дымпиц Ю.И. РЕЛЬЕФ-процессор 1.0. Автоматизированная система структурного, картографического и морфометрического анализа рельефа. - Х., 1992. - 5 с.
4. Державне науково-виробниче підприємство «Геосистема» [Електронний ресурс] / <http://geosystem.ua/> – Назва з екрану.
5. Капралов Е.Г., Кокшарев О.В., Тикунов В.С. Основы геоинформатики. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.
6. Коросов А.В., Коросов А. А. Техника ведения ГИС. Приложение в экологии: Учеб. пособие. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2002. — 188 с.
7. Линник В.Г. Построение геоинформационных систем в физической географии. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. - 80 с.
8. Лопандя А.В., Немтинов В.А. Основы ГИС и цифрового тематического картирования. — Тамбов, 2007. — 72 с.
9. Митчелл Б. Руководство по ГИС-анализу. Ч. 1: Пространственные модели и взаимосвязи: Пер. с англ. - К.: ЗАО ЕСОММ Со; Стилос, 2000. - 198 с.

10. Національний атлас України (електронна версія). – К.: ТОВ «Інтелектуальні системи ГЕО», 2008. – DVD-носій.
11. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 2001. – 228 с.
12. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.
13. Сербенюк С.Н., Тикунов В.С. Автоматизация в тематической картографии. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. - 107 с.
14. Ципилева В.А. Геоинформационные системы. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. – 162 с.
15. CORINE (Coordination of information on the environment) [Електронний ресурс] / <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> – Назва з екрану.
16. Geographic Information System (GIS). Techniques, Applications and Technologies. – New York : Nova Science Publishers, 2014. – 351 p.
17. GRID (Global Resource Information Database) [Електронний ресурс] / <https://unepgrid.ch/en> – Назва з екрану.
18. Shekhar, Shashi; Xiong, Hui. Encyclopedia of GIS. – N.Y.: SpringerScience, 2008. – 1370 p.
19. Tian Bai. GIS technology applications in environmental and earth sciences / Bai Tian. – New York : CRC Press, 2017. – 244 p.

ЛЕКЦІЯ 7 СИСТЕМА GPS

7.1. Принцип дії

GPS, Система глобального позиціонування (англ. Global Positioning System) — сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері. Положення об'єкта обчислюється завдяки використанню розміщеного на ньому GPS-приймача, який приймає та обробляє сигнали супутників космічного сегменту GPS-системи глобального позиціонування. Для визначення точних параметрів орбіт супутників та керування GPS-системою вона в своєму складі має наземні центри управління.

Геодезичне обладнання, зазвичай, не відноситься до персональних побутових приладів, але, так чи інакше, має до нас відношення. Рано чи пізно, більшість з нас або поїде по дорозі, у якій практично відсутні вертикальні відхилення полотна, або скористається високоточною картою, або по мобільному телефону з вбудованою GPS викличе аварійну службу на путівець і буде впевнений, що його там знайдуть, причому максимально швидко.

Якщо на суші GPS дійсно сприймається як додатковий пристрій, то у відкритому морі система супутникового позиціонування майже незамінна. Для сучасного яхтсмена термінал GPS – основний засіб навігації. Напевно Ви знаєте про те, що яхти всіх знаменитих мандрівників обладнані автоматичними пристроями, що дозволяють не просто підтримувати заданий курс, а рухатися по заданому маршруту. В принципі, завдання підтримки постійного курсу давно вирішена за допомогою компасів і гіроскопів, але коли мова йде про маршрут, потрібно постійно тримати на контролі не тільки курс, але і пройденої відстань. А як його автоматично вимірювати, перебуваючи на воді? Тільки за допомогою GPS. Втім, досить часто можна було чути і про те, що система супутникової навігації відмовила під час шторму і штурман був змушений, як і багато століть назад, прокладати курс за компасом та зірками.

Скорочення GPS вперше виникло в США і означає Global Positioning System – Система Глобального Позиціонування. Строго кажучи, це скорочення узагальнене, воно не є власним ім'ям жодної з

існуючих систем. Американська система глобального супутникового позиціонування в процесі розвитку кілька разів змінювала свою назву і зараз називається NAVSTAR. Це скорочення в офіційних американських джерелах розшифровується як Navigation system with timing and ranging, навігаційна система з визначенням часу та дальності. Іноді можна зустріти і інший, не зовсім коректний варіант: Navigation satellite timing and ranging, вимір часу і дальності за допомогою навігаційного супутника.

Російська навігаційна система має скорочену назву ГЛОНАСС (GLONASS) – Глобальна навігаційна супутникова система, або англійською мовою Global Navigation Satellite System. Таким чином, на сьогодні існує чотири системи глобального позиціонування, NAVSTAR і ГЛОНАСС, Galileo, Бейдоу. Було б більш правильним американську систему називати NAVSTAR GPS, а російську GLONASS GPS. Але за згаданими вище історико-економічних причин, у світовій практиці скорочення GPS стало мати на увазі під собою не тільки систему глобального позиціонування взагалі, а й конкретно NAVSTAR. А коли за кордоном хочуть згадати ГЛОНАСС, то часто роблять застереження «Russian GPS» або «GLONASS GPS».

Кожен супутник, що входить до складу GPS, випромінює радіосигнал певного роду. Будь-який призначений для користувача пристрій GPS, цивільний або військовий, перш за все, є приймачем цих радіосигналів. Саме тому виникло побутове словосполучення «приймач GPS». Але сигнали недостатньо прийняти із супутників, необхідно провести вимірювання їх параметрів, витягти закладену в них інформацію і зробити досить складні обчислення. Отриману інформацію найчастіше необхідно відобразити у вигляді, зрозумілому людині. Пристрій, який проробляє всі ці операції, називають призначеним для користувача терміналом GPS, тоді як просто приймач GPS зазвичай є лише модулем більш складного пристрою або комплексної системи. Але традиційно, в побуті, мобільні термінали GPS називають просто приймачами, і ми теж будемо дотримуватися цієї термінології, виключаючи деякі особливі випадки.

Як це часто трапляється, потреби стимулюють появу нових можливостей, а нові можливості, в свою чергу породжують нові ідеї та потреби. Так, наприклад, з появою портативних приймачів GPS виникла ідея створення принципово нової автомобільної системи безпеки. Така система здатна точно відстежувати координати

автомобіля і передавати їх на пост контролю, використовуючи звичайний стільниковий зв'язок. З'явилася можливість принципово перебудувати систему управління рухом поїздів, розміщуючи на них приймачі GPS. Нова система здатна не тільки точно відстежувати і оптимізувати рух поїздів, а й автоматично включати режим екстреного гальмування при небезпечному зближенні поїздів.

Зараз GPS використовується навіть для вирішення такого надзвичайно критичного завдання, як автоматичне виведення літальних апаратів на посадкову смугу і далі до точки дотику зі злітно-посадковою смугою. Зрозуміло, в цьому випадку до системи пред'являються особливо жорсткі вимоги і застосовуються спеціальні функціональні доповнення. Наприклад, що доповнює компонентом може бути точно розташовується наземний передавач, який імітує сигнал супутника.

Зарубіжні автомобілебудівні фірми вбудовують обладнання GPS в деякі моделі автомобілів у якості штатного обладнання. Поки це лише дорогі моделі, але спостерігається тенденція до комплектації терміналами GPS і моделей середнього цінового діапазону.

Супутникові навігаційні системи GPS і ГЛОНАСС створювалися, виходячи з певних вимог, відповідних до їх прямих призначень. Малася на увазі їх глобальність; незалежність від метеорологічних умов, рельєфу місцевості, ступеня рухливості об'єкта; безперервність роботи і цілодобова доступність; перешкодозахищеність; компактність апаратури споживача.

Цивільні застосування, що розвинулися вже після розробки концепції систем ГЛОНАСС і GPS, особливо такі, як управління цивільним повітряним рухом, навігацією судів, рятувальні роботи, пред'являють до СНС підвищені вимоги в плані доступності, цілісності і безперервності обслуговування. Дамо визначення цих важливих термінів:

- доступність (готовність) – ступінь ймовірності працездатності СНС перед її застосуванням і в процесі застосування;
- цілісність – ступінь ймовірності виявлення відмови системи упродовж заданого часу або швидше;
- безперервність обслуговування – ступінь ймовірності збереження безперервної працездатності системи на заданому проміжку часу.

Під заданим проміжком часу, як правило, мається на увазі відрізок часу, найбільш важливий з практичного погляду, наприклад,

час заходу авіалайнера на посадку. В даний час серед цивільних застосувань найбільш критичним до працездатності СНС є управління повітряним рухом, включаючи навігаційне забезпечення повітряних суден.

У СНС GPS і ГЛОНАСС високі експлуатаційні характеристики на структурному рівні досягаються шляхом спільного функціонування трьох основних сегментів:

- космічного сегменту;
- сегменту управління;
- сегменту споживачів.

Крім основних сегментів існує таке функціональне доповнення, як диференціальна підсистема (DGPS), і ряд допоміжних елементів: спеціальні канали наземного і космічного зв'язку, засоби виведення супутників на орбіту.

Основу концепції СНС GPS і ГЛОНАСС склали незалежність і беззапитні навігаційні визначення. Незалежність має на меті визначення пошуку навігаційних даних безпосередньо в апаратурі споживача.

Закінчена система GPS NAVSTAR, як і ГЛОНАСС, складається з трьох сегментів: космічного, керуючого і призначеного для користувача.

Повне сузір'я NAVSTAR GPS складається з 24 діючих і не менше 3-х резервних НКА. Діючі НКА рухаються по шести кругових орбітах. Орбіти нахилені до площині екватора під кутом 55° , кут між площинами орбіт 60° . НКА рухаються на висоті 10900 морських миль, що відповідає приблизно 20180 км. Період обертання НКА – 11 год 58 хв.

Сегмент управління відстежує рух НКА і виконує періодичну коригування орбіт, коригує їх ефемеридні константи і усуває накопичення помилок бортового годинника. Сполучені Штати володіють п'ятьма повністю автоматичними станціями стеження, розташованими на Гаваях і атолі Кваджалейн в Тихому океані, на острові Вознесіння в Атлантичному океані, на атолі Дієго-Гарсія в Індійському океані, а також в Колорадо-Спрінгс. В майбутньому планується створення ще однієї станції спостереження на мисі Канаверал, штат Флорида. Розташування станцій підібрано таким чином, щоб розмістити їх найбільш рівномірно навколо земної кулі по екватору і створити найбільш сприятливі умови для прийому навігаційних сигналів.

Координати кожної приймальні станції визначені з дуже високою точністю, і кожна станція оснащена цезієвим атомним годинником. Стаціонарний атомний годинник станцій спостереження має вищу точність, ніж бортові годинник НКА. Сигнал від кожного НКА приймається чотирма з п'яти станцій спостереження. Оскільки заздалегідь відомі точні координати прийомних станцій і еталонний час, за часом проходження сигналу від НКА до станцій обчислюються так звані псевдоефемери, і розраховується точне положення НКА на орбіті. Виміряні дані передаються в Головну керуючу станцію, розташовану в Колорадо-Спрінгс, на базі ВПС Шрівер. На цій станції здійснюється збір і остаточна обробка даних, отриманих від інших наземних станцій.

Сегмент споживачів GPS, аналогічно сегменту споживачів ГЛОНАСС, складається з приймачів і додаткових пристроїв, таких як антени, інтерфейс з виконавчими пристроями, а також допоміжного програмного забезпечення. У найпростішому випадку приймач отримує від НКА навігаційні дані, вбудований обчислювач вирішує навігаційну задачу і виводить на дисплей абсолютні значення координат. Однак для більшості застосувань таких скромних можливостей недостатньо.

7.2. Обладнання для GPS-моніторингу

Виходячи з областей використання, розрізняють два види GPS-обладнання:

- *GPS-трекери для стеження за транспортом* призначені для побудови корпоративних систем моніторингу, які дають можливість певним особам (диспетчерам, логістам та ін.) спостерігати за маршрутами руху та поточним місцезнаходженням транспортних засобів. Останні прилади можуть працювати як у режимі реального часу, передаючи дані по бездротовому каналу зв'язку, так і в режимі «чорного ящика», зберігаючи дані про транспортний засіб протягом деякого часу з подальшою передачею даних до системи моніторингу.
- *персональні GPS-трекери* призначені для спостереження за місцезнаходженням людини (або іншого об'єкта), більшість із них дозволяють передавати сигнал про натискання кнопки тривоги (кнопки «SOS»). Деякі прилади мають голосовий канал для зв'язку, для прослуховування навколишнього середовища та/або для

прийому вхідних викликів.

Деякі системи GPS-моніторингу мають можливість визначення місезнаходження трекерів за ідентифікаторами станцій стільникового зв'язку (GSM). Це дозволяє, хоч і з більшою похибкою, визначити місце розташування об'єкта в місцях, де прийом сигналів від навігаційних супутників неможливий (наприклад, у метро, підземних паркінгах, будинках та ін.).

Комунікація. Навігаційні сигнали, які передаються GPS-супутниками, містять різну закодовану інформацію, включаючи інформацію про розташування супутників, стан внутрішнього годинника і стан мережі. Ці сигнали передаються на двох окремих частотах-носіях, які є загальними для всіх супутників у мережі. Для передачі інформації використовується два різних кодування: відкрите кодування (з нижчою роздільною здатністю навігації) і зашифроване кодування (використовується американськими військовими).

Формат повідомлення GPS	
Субфрейми	Описання
1	Годинник супутника, GPS time relationship
2–3	Ефемериди (точна орбіта супутника satellite orbit)
4–5	Компонент Альманаху (синопсис супутникової мережі, корекція помилки)

Кожен супутник GPS постійно передає *навігаційне повідомлення* на частотах L1 C/A і L2 P/Y зі швидкістю 50 біт на секунду. Кожне повідомлення займає 750 секунд (12 1/2 хвилин) при передачі. Структура повідомлення має базовий формат із фреймом (блоком) довжиною в 1500 біт, який складається з п'яти частин, кожна з яких має довжину в 300 біт (6 секунд). Частини фрейму 4-а і 5-а пов'язані між собою (субкомутовані) у серію з 25, таким чином, що для отримання повного повідомлення потрібно передати 25 повних фреймів. Кожна частина фрейму (субфрейм) складається із десяти слів, кожне з яких має довжину в 30 біт. Таким чином, маючи 300 бітів для частини фрейму, яких є 5 у кожному фреймі, і для побудови повідомлення необхідно 25 фреймів, отримаємо, що кожне повідомлення має довжину в 37 500 бітів. При швидкості передачі в 50 біт/с необхідно 750 секунд для передачі повного альманаху повідомлення (GPS). Кожний 30-секундний фрейм починається точно на початку хвилини або пів-хвилини, яку задає атомний годинник супутника.

Перший субфрейм кожного фрейму кодує номер тижня і час в рамках цього тижня, а також дані про стан супутника. Другий і третій

субфрейм містить *ефемериди* – точну орбіту даного супутника. Четвертий і п'ятий субфрейм містить *альманах*, який містить дані про округлену (не точну) орбіту і інформацію про статус максимум 32-ох супутників у системі, а також дані, що мають відношення до поправок помилки. Таким чином, щоб отримати точних даних про розташування супутника із переданого повідомлення, отримувач має демодулювати повідомлення від кожного супутника, які він використовує для пошуку позиції за 18-30 секунд. Для того, щоб зібрати всі передані альманахи, приймач має демодулювати повідомлення тривалістю в 732—750 секунд, або 12 1/2 хвилин.

Всі супутники передають дані на однакових частотах, і кодують сигнали з використанням унікальних кодів для множинного доступу (CDMA) так, що приймач може розрізнити повідомлення від різних супутників одне від одного. Система використовує два окремих типи кодування CDMA: неточне кодування (coarse/acquisition (C/A) code), яке доступне широкому загалу, і точне кодування (P(Y)), яке зашифроване і може використовуватись лише американськими військовими і іншими країнами НАТО, які мають доступ до шифрованих повідомлень.

Ефемериди оновлюються кожні дві години 2 і як правило дійсні протягом 4 годин, і може оновлюватись кожні 6 годин або довше при роботі в нештатних умовах. Альманах оновлюється зазвичай кожні 24 години. Крім того, дані за кілька тижнів поспіль завантажуються у разі поновлення передачі, що уповільнює завантаження даних.

Точність. Зважаючи на відстань між приймачем та супутниками точність обчислення положення залежить від багатьох факторів та визначається лише з деякою вірогідністю. Радіосигнали супутників можуть екрануватись або відбиватись оточенням приймача, що збільшує похибки визначення часу надходження сигналу та спотворює результат вимірювання.

В першу чергу мають значення атмосферні явища та поточне розташування супутників відносно приймача. Похибка обчислення положення буде більшою, якщо всі доступні супутники згруповані в одній півкулі відносно приймача в порівнянні з ситуацією, коли приймач має змогу отримати сигнали супутників з різних боків. Ситуація обмеженої видимості супутників досить поширена в містах завдяки екрануванню сигналів спорудами.

Звичайна точність сучасних GPS-приймачів в горизонтальній площині становить 5-10 метрів, та 10-20 метрів за висотою, але за збігом деяких умов, обчислене приймачем положення може короткочасно

відрізнятися на значно більші величини. Виробники GPS-приймачів визначають величину похибки положення так: не гірше 5 метрів в 50% часу спостереження, та не гірше 8 метрів в 90% часу, похибка визначення швидкості не більше 0,06 м/с.

На території США і Канади є станції WAAS, в Європі діють станції EGNOS, які передають поправки для диференційного режиму, що дозволяє збільшити точність обчислення положення до 1-2 метрів. При використанні більш складного додаткового обладнання точність визначення координат можна довести до 10 см. Наприклад, для роботи GPS-приймача в диференційному режимі йому постійно необхідно отримувати дані від стаціонарно розташованого приймача диференційної поправки.

Недоліки. Загальним недоліком використання будь-якої радіонавігаційної системи є те, що за певних умов сигнал може не доходити до приймача, або надходити зі значними викривленнями чи затримками. Наприклад, практично неможливо визначити своє точне розташування в глибині квартири всередині залізобетонної будівлі, у підвалі або в тунелі. Оскільки робоча частота GPS лежить у дециметровому діапазоні радіохвиль, рівень прийому сигналу від супутників може значно погіршитись під щільним листям дерев або через дуже велику хмарність. Нормальному прийому сигналів GPS можуть завадити перешкоди від багатьох наземних радіоджерел, а також від магнітних бур.

Невисокий нахил орбіт супутників GPS (приблизно 55°) значно погіршує точність у приполярних районах Землі, оскільки супутники GPS невисоко піднімаються над горизонтом.

7.3. Сфери застосування GPS

Попри те, що проекти побудови GPS-систем впроваджувались військовими відомствами, зараз, окрім приймачів спеціального призначення, випускаються прилади, вмонтовані в різноманітну дрібну техніку: наручні годинники, мобільні телефони, ручні радіостанції, портативні комп'ютери та фотоапарати, за допомогою яких можна орієнтуватися на місцевості або фіксувати місцезнаходження користувача. Їх використовують альпіністи, рятівники, туристи.

Споживачам також пропонуються різні пристрої й програмні продукти, котрі дозволяють:

- бачити своє місцезнаходження на електронній карті;
- прокласти маршрути з урахуванням дорожніх знаків, дозволених поворотів і навіть заторів;
- шукати на карті конкретні будинки й вулиці, визначні пам'ятки, кафе, лікарні, автозаправки та інші об'єкти інфраструктури.

Області застосування GPS:

- військові завдання (точне зазначення та наведення на ціль, позиціонування);
- авіація (прокладка курсу, позиціонування, автоматична посадка);
- морський транспорт (прокладка курсу, позиціонування);
- наземний транспорт (прокладка маршруту, контроль руху);
- геодезія і картографія (кадастрові зйомки, картографування);
- будівництво (мости, тунелі, продуктопроводи);
- сільське господарство (розмітка і обробка сільгоспугідь);
- видобуток корисних копалин;
- рятувальні роботи;
- системи безпеки (пошук викрадених автомобілів і вантажів);
- приватне використання в побуті (туризм, полювання, хобі).
- стільниковий зв'язок: перші мобільні телефони з GPS з'явилися в 90-х роках. У деяких країнах, наприклад США, це використовується для оперативного визначення місцезнаходження людини, що дзвонить на 911. У Росії в 2010 році почата реалізація аналогічного проекту – Ера-глонасс;
- тектоніка, тектоніка плит: за допомогою GPS ведуться спостереження рухів і коливань плит;
- активний відпочинок: є різні ігри, де застосовується GPS, наприклад, геокешинг тощо;
- геотегинг: «прив'язка» подій, записів, фотознімків до точного місцезнаходження та часу їх створення;
- точний відлік часу та синхронізація подій: завдяки використанню GPS-приймачів можливо синхронізувати час рознесених годинників з точністю до десятків наносекунд.

1. *Міське господарство.* GPS є ефективним при зйомці каналізаційних, газових і водяних трубопроводів, а також електричних і телефонних ліній. Аварійні машини й ремонтні бригади можуть

використовувати GPS для навігації безпосередньо до місця аварії комунікацій. Час їхнього прибуття та відправлення точно реєструється разом з їх коментарями й планом виконання сервісних робіт.

2. *Сільське господарство.* Картографічні системи GPS допомагають описувати особливості ділянок полів, які перебувають в інтенсивному сільськогосподарському використанні. Ви можете точно пов'язати такі характеристики як мікроклімат, тип ґрунту, ділянки врожаю, пошкоджені комахами або хворобами, обсяг продукції.

3. *Природні ресурси.* GPS допомагає зібрати дані про типи ґрунтів, які в комбінації з тривимірними моделями територій дозволяють виділити окремі аспекти для передбачення областей, що потребують спеціального управління. Крім того, GPS можна використовувати для картографування місця розташування колодязів та інших джерел води; запису розмірів озер і їх стану; реєстрації ареалів поширення риби й диких тварин; змін берегової лінії, польових угідь і кліматичних зон.

4. *Археологія, історія.* Археологи та історики можуть використовувати картографічні GPS-системи для навігації та реєстрації розкопок та історичних місць.

5. *Військово-морська навігація.* Військове застосування сигналів GPS дозволяє покращувати контроль збройних сил за допомогою точного наведення зброї чи армії на ціль. На океанському дні GPS необхідна для пошуків затонулих кораблів або виконання інших технічних операцій, на суші використання навігаційних пристроїв не менш важливе.

6. *Спорт та ігри.* Поширення приймачів GPS призвело до появи спортивної супутникової навігації, змагань з орієнтування на автомобілях та ігри «Геокешінг» (пошук скарбів і схованок за відомими координатами).

7. *GPS-моніторинг рухомих об'єктів.* Система GPS дозволяє визначити місце розташування в будь-якій точці на суші, на морі та в навколоземному просторі. Залежно від галузей застосування, діапазон яких досить широкий, а також від вартості, яка може коливатися від сотень до декількох тисяч доларів, види GPS-приймачів також різноманітні.

Взагалі весь спектр моделей можна розділити на чотири великі групи:

- *Персональні GPS-приймачі індивідуального застосування.* Ці моделі відрізняються малими габаритами та широким набором сервісних функцій: від базових навігаційних, включаючи можливість формування

й розрахунку маршрутів прямування, до функції прийому та передачі електронної пошти.

- *Автомобільні GPS-приймачі* призначені для установки в будь-якому наземному транспортному засобі й мають можливість підключення зовнішнього приймально-передавального обладнання для автоматичної передачі параметрів руху на диспетчерські пункти.
- *Морські GPS-приймачі*, оснащені ультразвуковим ехолотом, а також додатковими змінними картриджами з картографічною й гідрографічною інформацією для конкретних берегових районів.
- *Авіаційні GPS-приймачі* використовують для визначення маршруту літальних апаратів, включаючи комерційну авіацію.

Список використаних джерел

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Картгеоцентр, 2004. — 355 с.
2. Леонтьев Б. К. GPS: Все, что Вы хотели знать, но боялись спросить. Неофициальное пособие по глобальной системе местоопределения / Б. К. Леонтьев. — М. : Литературное агентство «Бук-Пресс», 2006. — 352 с.
3. Яценков В. С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. — М. : Горячая линия—Телеком, 2005. — 272 с.
4. Advances in Geo-Spatial Information Science. — New York : CRC Press, 2012. — 285 p.
5. Ceruzzi, Paul E. GPS. — Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, [2018]. — 218 p.
6. Guochang Xu, Yan Xu. GPS. Theory, Algorithms and Applications. Third Edition. — Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016. — 489 p.

ЛЕКЦІЯ 8

ГЕОЗОБРАЖЕННЯ

Геозображення – будь-яка генералізована, масштабна, просторово-часова, модель земних об'єктів або процесів, представлена в образній (іконічній) формі. Поняття «геозображення» охоплює традиційні поліграфічні та електронні карти, фотокарти, блок-діаграми, рельєфні карти і стереомоделі, анаморфози, аеро- і космічні знімки, картографічні анімації, віртуальні зображення тощо. Розробкою геозображень займається геоіконіка.

8.1. Інтеграція картографії, геоінформатики та дистанційного зондування

Технічний прогрес та його парадокси:

- початок XII ст. – впровадження оптичних астрономо-геодезичних приладів для вимірювання довжини та кутів на місцевості;
- початок XV ст. – розвиток друку карт;
- друга половина XIX ст. – використання фотохімічних та фотокопіювальних технік у видання карт;
- XIX-XX ст. – створення літальних та космічних апаратів, застосування аерофотокамер, скануючи систем;
- середина XX ст. – винахід ПК, розробка цифрових та електронних технологій картографування;
- кінець XX ст. – створення електронної геодезичної апаратури, супутникових систем позиціонування, глобальних комп'ютерних мереж;
- початок XXI ст. – формування мережевих ГІС.

Карті, знімки, комп'ютерні моделі стали потужним інструментом моделювання довкілля, засобом комунікації на усіх рівнях.

Недоліки запровадження комп'ютерних технологій у картографію:

- зниження картографо-географічної грамотності: невмілий вибір проекцій і компоновок карт, неграмотне застосування способів зображення, знаків, шкал, кольорового фону, примітивне оформлення;

- невідповідність рівня знань фахівців ГІС-технологій знанням у географії та картографії; вибирають стратегії без врахування реальних закономірностей, що керують географічними явищами та процесами.
- переоцінка можливостей ГІС при застосуванні рядовими користувачами («ГІС може все»).

8.2. Чинники інтеграції картографії, геоінформатики та дистанційного зондування

- єдність об'єкту дослідження;
- єдність методів моделювання: графічного, графо-математичного, електронно-графічного;
- подібність процесів зорового та психологічного сприйняття і розпізнавання людиною будь-яких іконічних зображень;
- спільність технічних засобів, методів і методик збору первинної інформації;
- спільність науково-технічних засобів збереження, обробки, перетворення отриманої інформації (фонди, архіви, бази даних);
- подібність комп'ютерних технологій, які застосовуються для збереження, обробки, перетворення отриманої графічної відеоінформації;
- близькість теоретичних уявлень про сутність просторового моделювання у науках про Землю та якості самих моделей;
- доступність космічних знімків.

Інколи й відмінності стимулюють інтеграцію:

- відмінності у методах збору інформації, які проявляються у точності, детальності, просторовому охопленні та синхронності зйомок;
- особливості технологій контактного та дистанційного, а також польового та лабораторного досліджень, відмінності можливостей моделювання реальних та абстрактних об'єктів і показників;
- різні якості самих моделей, що відображається у степені оглядовості, впорядкованості, метричності;
- недостатня ефективність роздільного збору, обробки та тлумачення даних, отриманих різними методами та засобами.

8.3. Підходи до інтеграції

- аналітична картографія (Уалдо Тоблер, 60-70-і ХХ ст.) – впровадження методів дискретної математики та комп'ютеризації;
- картографо-аерокосмічний метод та ГІС;
- геоіконіка (Берлянт, 1985, 1996) – вивчає загальну теорію геозображень, методи їх створення, перетворення та аналізу, прикладне застосування;
- геоматика (початок 1990-х, Канада) – напрям, який займається управлінням просторово-координованими даними на основі інтеграції науково-технічних підходів до її збору, обробки та розповсюдження; геоматика – це географія за допомогою інформатики, а геоматик – homo sapiens з комп'ютером;
- геоторніка (Шануров, 2001) – геодезія плюс електроніка.

8.4. Геоінформаційне картографування

Геоінформаційне картографування – програмно регульоване створення і використання карт на основі ГІС і баз картографічних даних та знань. Його сутністю є інформаційно-картографічне моделювання геосистем.

Риси геоінформаційного картографування (ГК):

- високий рівень автоматизації, опора на бази цифрових картографічних даних і баз географічних даних;
- системний підхід до відображення та аналізу геосистем;
- інтерактивність картографування;
- оперативність, наближена до реального часу, у т.ч. з використанням даних дистанційного зондування;
- багатоваріантність, яка дозволяє різнобічну оцінку геоситуацій та спектр альтернативних рішень;
- мультимедійність, що дозволяє використовувати іконічні, текстові та звукові відбитки;
- застосування нових графічних засобів та дизайну;
- створення геозображень нового типу: електронні карти, 3d-моделі та анімації, іконокарти;
- переважно проблемно-практична орієнтація картографування,

націлена на забезпечення прийняття відповідних рішень.

8.5. Географічні основи геоінформаційного картографування

Необхідно сконцентрувати зусилля не тільки на програмно-апаратному забезпеченні ГК та ГІС, а географічному забезпеченні ГІС, тобто розвиток відповідних концепцій та теорій. Такий підхід може базуватись на: а) досвіді комплексних географічних досліджень; б) досвіді системного тематичного картографування:

- методи географічного моделювання;
- методи районування;
- принципи географічної інтерполяції та екстраполяції;
- методи географічної індикації;

Для створення ГІС необхідно здійснити вибір базової карти та географічної основи, які є каркасом для географічної прив'язки та координування усіх даних, які надходять у ГІС, суміщення інформаційних шарів і наступного аналізу за допомогою оверлейних процедур.

До базових карт можна віднести:

- карти адміністративно-територіального поділу;
- топографічні та загально географічні карти;
- кадастрові карти та плани;
- фотокарти, ортофотоплани, фотопортрети місцевості;
- ландшафтні карти;
- карти природного районування і схеми природних контурів;
- карти використання земель.

8.6. Геозображення – графічні моделі Землі

Геозображення – будь-яка просторово-часова, масштабна, генералізована модель земних (планетарних) об'єктів або процесів, представлена у графічній образній формі.

Класифікація геозображень – система, яка підрозділяє та упорядковує як за певними суттєвими ознаками, характеризується повнотою, послідовністю та відсутністю протиріч.

Типологія геозображень (типи): аналітичний, комплексний, синтетичний, комбінований.

Таблиця 8.1

Класифікація геозображень (за розмірністю та динамічністю)

		Динамічність	
		Статичні	Динамічні
Розмірність	Дво-вимірні	Карти, плани, знімки, фотокарти, електронні карти, синтезовані знімки	Картографічні анімації, серії багаточасових знімків, кіноатласи
	Три-вимірні	Анагліфи, блок-діаграми, рельєфні моделі, метакронні блок-діаграми, стереомоделі	Стереοфільми, динамічні блок-діаграми, віртуальні геозображення, динамічні голограми

Цифрова карта – цифрова модель об’єктів, представлена у вигляді закодованих у числовій формі просторових координат x та y , аплікату z та інших елементів зображення; «Глосарій з картографії» (Франція, 1990): «Цифрова карта – це цифровий файл, який вміщує усю необхідну інформацію для викреслювання або автоматичного відтворення карти, плану». Цифрова карта – це не геозображення як таке, а тільки цифровий запис геозображення.

Електронна карта – карта, візуалізована на дисплеї або підготовлена до візуалізації у комп’ютерному середовищі за допомогою програмних та технічних засобів, у прийнятій проекції, системі умовних знаків, зі збереженням встановленої точності і правил оформлення. Головною особливістю є те, що вони програмно керуються, а відповідно – інтерактивні, можуть оновлюватися в реальному часі.

8.7. Дистанційні геозображення

Дистанційні геозображення отримують у результаті неконтактної зйомки з наземних станцій, літальних повітряних та космічних носіїв, суден, підводних апаратів шляхом реєстрації власного або відбитого випромінювання об’єктів.

Головні якості дистанційних геозображень: висока детальність, одночасне охоплення значних просторів, можливість проведення повторних зйомок, вивчення важкодоступних територій.

Зйомку ведуть у видимій, ближній інфрачервоній, тепловій інфрачервоній, радіохвильовій й ультрафіолетовій зонах спектру. Знімки поділяються на: чорно-білі зональні, кольорові панхроматичні, кольорові спектрональні.

Наземна зйомка виконується за допомогою двох фототеодолітів,

які формують стереопари і після стереофотограмметричної обробки дозволяють створювати топографічні карти. Також можна застосовувати цифрові зйомочні камери.

Аерозйомка здійснюється за допомогою літаків, вертольотів, повітряних куль, аеростатів, планерів, дронів; ведуть на висотах 500-10000 м шляхом фотографування, сканування, радіолокації земної поверхні. Знімки поділяють на планові та нахилені. Особливості аерозйомки – отримання знімків з великими взаємними перекриттями, що сприяє створенню стереопар.

Космічна зйомка здійснюється з висоти понад 100 км. Якість зйомки визначається параметрами орбіти носіїв зйомочної апаратури, станом атмосфери, діапазоном електромагнітного спектру, технічними параметрами апаратури. Відповідно до призначень виділяють: геодезичні, картографічні, геофізичні, метеорологічні, океанологічні, ресурсні супутники. Такий вид зйомки дає можливість створювати інтегральні геозображення.

Підводну зйомку здійснюють з літаків, вертольотів, надводних та підводних суден з використанням відповідної апаратури: ехолоти, гідролокатори, геолокатори, акустичні лазерні та голографічні системи.

Основні види дистанційних геозображень:

- фотографічні знімки;
- стереопари;
- негативи;
- фільми;
- монтажні знімків;
- фотоплани (ортофотоплани);
- панорамні аерофотознімки і фотопанорами;
- телевізійні геозображення (телезнімки, телефільми, телепанорами);
- сканерні знімки;
- радіометричні та радіолокаційні знімки;
- багатозональні знімки.

8.8. Тривимірні геозображення

Тривимірні геозображення – графічні моделі, які створюють зоровий ефект об'ємності, перспективи, глибини простору (перспективні рисунки, каркасні структури). До таких належать також

натурні моделі: рельєфні карти, глобуси, макети місцевості, реальні об'ємні блок-діаграми.

Фізіографічні геозображення як перспективне зображення рельєфу. Застосовується для зображення рельєфу дна океану, поверхні планет і подібні до художніх панорам.

Різновиди тривимірного картографічного моделювання:

- плоскі моделі двовимірного простору (карти, об'ємні картограми, блок-діаграми);
- стереоскопічні моделі, які відтворюють тривимірність (стереопари, анагліфи, растрові стереоскопічні, оптичні і голографічні моделі);
- фізичні моделі, які матеріально формують тривимірність (глобуси, рельєфні карти, сферичні карти).

З'явилися комп'ютерні картографічні та стереографічні моделі, анімаційні і віртуальні геозображення, тривимірні панорами, блок-діаграми.

Стереозображення та анагліфи. До групи відносять стереофотограмметричні геозображення, картографічні і фотографічні анагліфи, растрові стереомоделі. Стереозображення створюють за *стереопарами*.

Анагліфічне геозображення представлено двома суміщеними зображеннями, зафарбованими у взаємодоповнюючі кольори з апарлактичним зміщенням по висоті усіх елементів змісту. Анагліфічні карти і знімки зазвичай друкують синьо-зеленим та червоним кольором, які розглядають через окулятори-поляризатори.

Голограмами називають інтерференційні картини об'єктів, які отримують шляхом просторової реєстрації структури світлової хвилі.

8.9. Динамічні геозображення

Класифікація:

- серії різночасових геозображень (карти, знімки, фотокарти, блок-діаграми);
- різночасові геозображення, суміщені на загальній основі (карти, фотокарти, знімки, стереопари);
- геозображення з відображенням динаміки та характеру змін (карти ареалів змін, ізолінійних полів динаміки, векторів і стрічок руху, метахронні блок-діаграми);
- динамічні геозображення (електронні карти, анімаційні

послідовності карт та знімків, віртуальні моделі);

- прогнознi, палеогеографічні, історичні динамічні геозображення (карти, анімаційні послідовності, віртуальні моделі).

Оперативне геоінформаційне картографування:

- повільні процеси – необхідні великомасштабні геозображення, розділені значним проміжком часу;
- швидкі процеси – вимагає створення анімаційних геозображень, серій карт, знімків, блок-діаграм, розділених незначними проміжками часу;
- циклічні і періодичні процеси – потрібні геозображення, які фіксують характерні моменти процесів, типовий стан явища;
- епізодичні та стрибкоподібні зміни – геозображення, які фіксують стани до та після настання явищ, за якими можна встановити результати катастрофічних змін, характер переміщень.

Віртуальне геозображення – особлива просторово-часова модель реальних або абстрактних об'єктів та ситуацій, сформована та існуюча у програмно-керованому середовищі і створююча можливість для інтерактивної взаємодії зі спостерігачем.

Список використаних джерел

1. Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. – М.: Научный мир, 2001. – 56 с.
2. Берлянт А.М. Геоиконика. – М.: Фирма "Астрей", 1995. – 219 с.
3. Берлянт А.М. Теория геоизображений. – М.: ГЕОС, 2006. – 262 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ЛЕКЦІЯ 1. ІНФОРМАЦІЙНЕ СУСПІЛЬСТВО	4
ЛЕКЦІЯ 2. ІСТОРІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ	17
ЛЕКЦІЯ 3. ГЕОГРАФІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ	26
ЛЕКЦІЯ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВ'ЯЗКУ ТА ФОРМУВАННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ ЗНАНЬ	35
ЛЕКЦІЯ 5. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ: ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, СТРУКТУРА, ФУНКЦІЇ	46
ЛЕКЦІЯ 6. МЕТОДИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВО- РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	71
ЛЕКЦІЯ 7. СИСТЕМА GPS	103
ЛЕКЦІЯ 8. ГЕОЗОБРАЖЕННЯ	114

Навчальний посібник
для студентів
і викладачів географічних спеціальностей
вищих педагогічних закладів освіти

Воловик Володимир Миколайович

ГЕОГРАФІЯ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

Комп'ютерна верстка *Воловик В. М.*

Здано в набір Підписано до друку

Формат Папір офсетний Друк різнографічний. Ум. друк. арк.

Гарнітура Times New Roman, Arial.

Замовлення №

Наклад