

4 РОБОТА З КАРТАМИ В ГІС

4.1 ГІС-проекти

Базовим поняттям у картографії є *карта* – графічне зображення просторових об'єктів. Аналогічно в геоінформаційних системах під терміном «карта» (*електронна карта*) розуміють сукупність даних, що унеможливають відображення просторових об'єктів на екрані комп'ютера, а також дають змогу редагувати й аналізувати ці дані.

Електронна карта складається із упорядкованої сукупності *графічних шарів* карти, які послідовно відображаються на екрані комп'ютера (рис. 4.1). За необхідності деякі шари карти можуть бути тимчасово вимкнені, щоб не заважати перегляду інших.

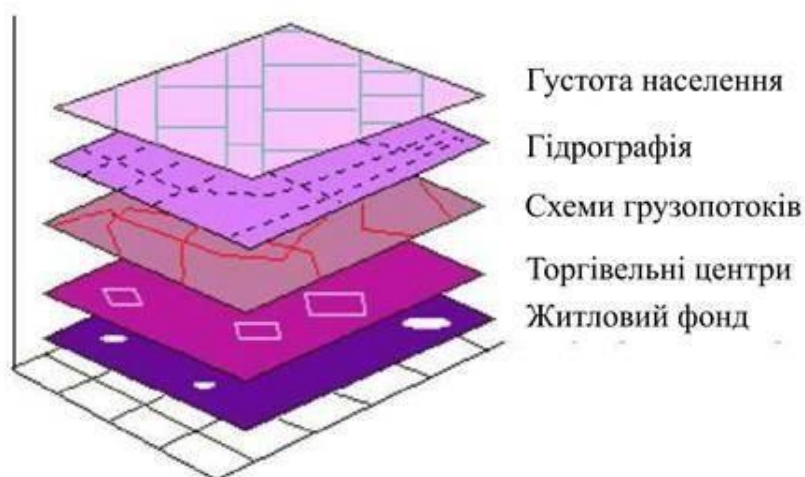


Рисунок 4.1 — Шари карти

У геоінформації просторові дані відокремлені від способу їхнього відображення, тому кожен шар карти містить певний набір просторових даних, а також параметри їхньої інтерпретації та відображення на карті. Кожному набору даних може бути призначено один або більше *візуалізаторів* просторових даних, що відображають дані на карті.

Ще одне поняття, яке зазвичай використовується в геоінформаційних системах, це поняття *ГІС-проекту*. У деяких геоінформаційних системах (ArcGIS, MapInfo) поняття *проект* співпадає з поняттям *карти*, в інших системах (ArcView GIS, IndorGIS) проекти можуть включати декілька карт, логічно поєднаних одна з одною.

У системі ГІС-проекту проект може включати будь-яку кількість карт, растрових зображень, текстових файлів та інших файлів, до того ж усі вони в разі необхідності можуть бути згруповані за теками.

4.2 Навігація за картою

Однією з найбільших переваг електронних карт в ГІС щодо паперових аналогів є зручність перегляду карти. ГІС дає змогу побачити будь-який фрагмент карти в будь-якому необхідному масштабі.

Обирати необхідний фрагмент карти і масштаб його відображення в ГІС можна інтерактивно або за допомогою команд пошуку об'єктів і фрагментів карти. Інтерактивний вибір видимого фрагмента карти виконується за допомогою одного з наступних режимів роботи:

- 1) режим збільшення зображення (див. п. 1.3); 2) режим зменшення зображення (див. п. 1.3); 3) різкепанорамування (див. п. 1.3).

Режим динамічного масштабування. У цьому режимі користувач натискає кнопку мишки в деякій точці на карті і, утримуючи її, переміщує мишку вгору, при цьому масштаб зображення збільшується; у разі переміщення мишки вниз масштаб буде зменшуватися.

Зазначені режими навігації по карті передбачають використання тільки однієї лівої кнопки мишки. Якщо ж мишка має додаткове колесо прокручування, то за його допомогою можна швидко змінювати масштаб зображення, прокручуючи колесо вперед або назад. Перевагою цього способу є те, що використання колеса не потребує перемикання в спеціальний режим навігації по карті, а може використовуватися додатково до будь-якого іншого режиму.

Розглянемо команди пошуку об'єктів і фрагментів карт:

1. *Пошук за атрибутами.* Ця команда дає змогу знаходити об'єкти, що мають задані значення атрибутів. До того ж у ГІС можна задати як певний пошук значення, так і деяку умову щодо атрибутів. Наприклад, можна знайти всі міста на карті світу, що мають населення понад 10 млн осіб.

2. *Адресний пошук.* Дана команда уможливорює знаходження об'єктів за адресою. Під адресою зазвичай розуміють назву вулиці й номер будинку, проте аналогічно можна знайти і будь-які інші об'єкти, що мають назви (не обов'язково в місті). Для виконання пошуку за адресою спочатку необхідно створити *геокод* – набір правил, за якими адреса буде перетворюватися на просторові координати. Після цього в ГІС стають доступними команди виконання адресного пошуку (рис. 4.3). При цьому достатньо ввести назву

вулиці та номер будинку, щоб ГІС показав на карті знайдений об'єкт. Ще одним варіантом пошуку є задання двох вулиць, що перетинаються, при цьому ГІС знайде розташування відповідного перехрестя. Весь процес перекладу тестового опису адреси в координати на карті називається *геокодуванням*.

Геокод може бути декількох видів:

- одне ім'я;
- вулиця та номер будинку;
- вулиця та будинки по різні боки.

Пошук певного будинку в такому геокоді виконується в кілька кроків: знаходяться вуличні сегменти з заданою назвою вулиці; визначається парність номера розшукуваного будинку; серед знайдених сегментів вулиці виконується пошук сегмента, у якого номер будинку міститься всередині діапазону номерів будинків по парному або непарному боку; якщо шуканий сегмент знайдений, то виконується інтерполяція розташування будинку щодо вулиці за номерами будинків на кінцях вуличного сегмента й номера шуканого будинку.

3. *Вибір аркуша карти.* Ця команда дає змогу знаходити необхідний фрагмент на карті (аркуші) за його номером в деякому лініюванні. Окремі ГІС дають змогу створити довільне лініювання з нумерацією аркушів карти за стовпцями і рядками (наприклад ArcGIS). В інших системах використовуються системи лініювання загальноприйняті в Україні або світі. Наприклад, в системі IndorGIS користувач може ввести номер 159-A-7 і система покаже на екрані відповідний аркуш топографічного плану масштабу 1 : 500.

4. *Вибір закладок.* У наш час багато ГІС забезпечують створення так званих «закладок». При цьому ГІС запам'ятовує координати центру поточного видимого фрагмента карти і поточний масштаб зображення, а надалі ГІС уможливорює швидке повернення до раніше запам'ятованих фрагментів карти.

Ще одним зручним способом навігації по карті в ГІС є *використання ескізу*, у якому відображається вся карта і прямокутником показується область, видима в головному вікні. У вікні огляду можна мишкою вказати прямокутну область карти, яка одразу ж буде відображена в головному вікні карти.

4.3 Отримання інформації за об'єктами

Головна відмінність електронної карти в ГІС від паперової полягає в тому, що в ГІС зберігається не просто статичне зображення карти, а повноцінна модель місцевості. Саме тому важливою функцією ГІС є отримання детальної інформації за об'єктами, що є на карті. Надана за об'єктами інформація в ГІС розподіляється на *атрибутивну*, *геометричну* й *топологічну*.

Для отримання *атрибутивної* інформації, наприклад у *геоінформаційній* системі ArcGIS 8.x, потрібно перейти в режим вибору інформації за об'єктами і

вказати мишкою на карті необхідний об'єкт. У вікні будуть показані всі атрибути вибраного об'єкту.

До *топологічної* інформації щодо заданих об'єктів у ГІС належать відомості про такі об'єкти: суміжні з певним об'єктом; віддалені від певного об'єкта на певну відстань; що перебувають від певного об'єкта в зазначеному напрямку; містяться всередині певного об'єкта; покривають певний об'єкт; оточують певний об'єкт; перетинаються з певним об'єктом; збігаються з певним об'єктом.

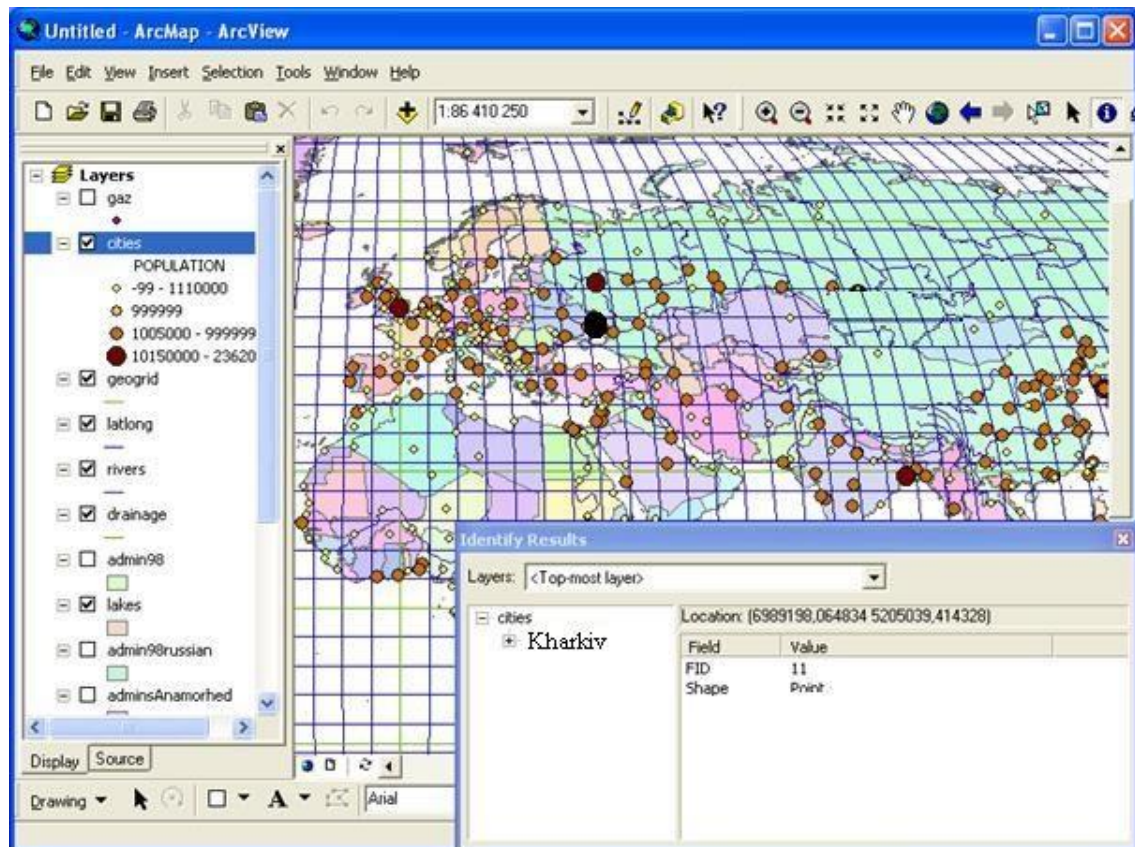


Рисунок 4.2 — Отримання детальної атрибутивної інформації за об'єктами на прикладі ГІС ArcGIS

Ще однією відмінністю електронних карт від паперових аналогів є наявність в ГІС розвинених функцій пошуку просторових об'єктів на карті відповідно за деякими умовами, що накладаються на їхні атрибути. Зазвичай це виглядає як написання деякого запиту на спеціальній спрощеній версії мови SQL. На рисунку 4.3 подано приклад запиту, заданого в середовищі ArcGIS.



Рисунок 4.3 – Пошук об’єктів у таблицях за допомогою SQL-запитів

Цей запит знаходить всі міста на карті світу, які мають населення не менше 1 млн осіб і розміщені в Україні. Результати відображаються в таблиці і на карті.

4.4 Гарячий зв’язок

Гарячий зв’язок призначений для поєднання деяких об’єктів на карті з деякими іншими об’єктами, наприклад: іншими картами, проектами, растровими зображеннями і тощо. При виборі в ГІС режиму гарячого зв’язку клацанням мишкою по об’єктах на екран, наприклад виводиться деяке зображення, яке асоціюється з обраним об’єктом.

При застосуванні функції гарячого зв’язку у вибраного на карті об’єкта обирається значення атрибута, який використовується для встановлення гарячого зв’язку. Потім це значення передається для процедури виконання гарячого зв’язку певного різновиду. У геоінформаційних системах здебільшого використовуються такі різновиди гарячого зв’язку:

1. *Перегляд реєстрового файлу.* У такому разі з атрибута гарячого зв’язку обирається ім’я файла із зображенням, яке подається на екрані.
2. *Перегляд карти або проекту.* Цей різновид дозволяє перейти до карти (або проекту), зазначеного в атрибуті гарячого зв’язку.

3. *Відкриття файлу.* За допомогою програми відкриває файл, указаний в атрибуті гарячого зв’язку, встановленого за замовчуванням у Windows для такого типу файлів.

4. *Запуск програми Windows.* Запускає виконуваний файл Windows, зазначений в атрибуті гарячого зв'язку.

5. *Запуск програми з передачею параметрів.* Запускає фіксований файл Windows з параметрами, зазначеними в атрибуті гарячого зв'язку.

6. *Виклик у браузері сторінки Інтернету.* Цей різновид гарячого зв'язку уможливорює встановлення посилання на довільні адреси в Інтернеті.

При

виконанні зв'язку, ГІС запускає встановлений в операційній системі інтернетбраузер, за допомогою якого аргумент передається, як вказана в атрибуті адреса в форматі URL.

7. *Виконання процедури (макросу).* Запускає деяку процедуру (макрос) з параметрами, зазначеними в атрибуті гарячого зв'язку. Цей різновид гарячого зв'язку використовується в ГІС із вбудованою можливістю написання процедур (макросів) на деякій мові програмування. На сьогодні в ГІС здебільшого використовується мова Visual Basic for Applications.

4.5 Відеоряди

Відеоряди – це послідовність фотознімків, зроблених на певній відстані уздовж деякої траєкторії (див. п. 3.10). У ГІС відеоряди прив'язують до деяких лінійних і векторних об'єктів.

Для створення відеорядів фотокамера (зазвичай із досить простою Webкамерою) встановлюється на автомобілі. Фотокамера з'єднується з портативним комп'ютером. Під час руху автомобіля комп'ютер періодично отримує з фотокамери знімки, зберігає їх, а також фіксує розміщення автомобіля під час знімання.

У разі створення відеорядів кожен фотознімок координатно прив'язують до карти. Для цього можна використати GPS-приймачі, з'єднані з комп'ютером, або прилади, за допомогою яких вимірюють поточне пікетажне розміщення автомобіля й передають на комп'ютер дані.

У наш час різні фірми пропонують свої рішення для створення й перегляду відеорядів. Наприклад, ТОВ ИДЦ «Індор» спільно з ТОВ «ІНДОРСОФТ» (Томськ) розробляють програмно-апаратний комплекс ІРА-ЗМ, який складається з портативного комп'ютера, Web-камери, вимірювача пікетажного розміщення автомобіля і спеціалізованого програмного забезпечення (рис. 4.4). Цей комплекс зберігає отримані фотознімки в спеціальному форматі, які потім прив'язуються до доріг в ГІС IndorGIS.

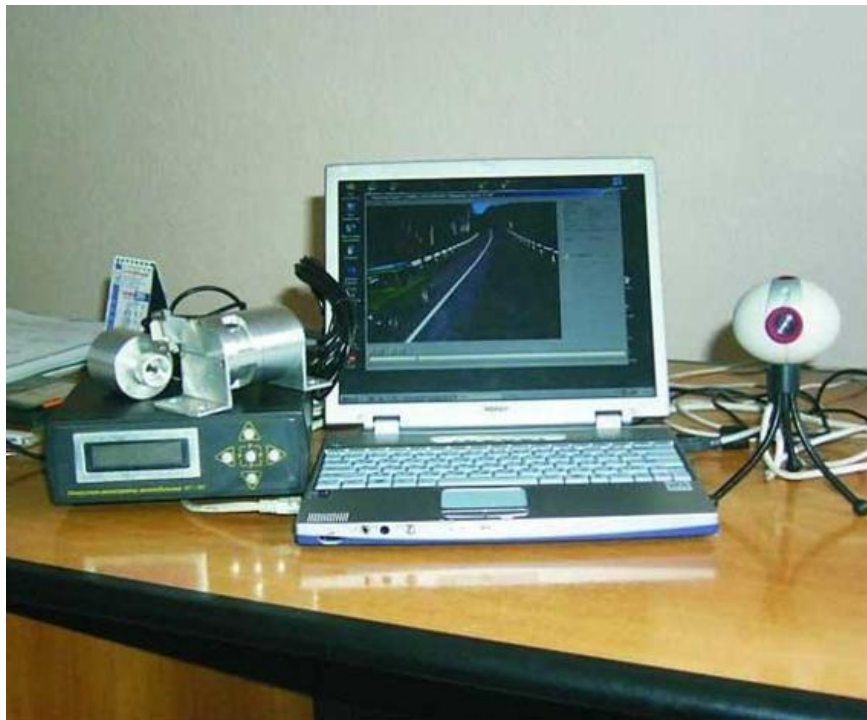


Рисунок 4.4 — Програмно-апаратний комплекс для створення відеорядів ІРЛ-ЗМ

Для роботи з відеорядами передбачено спеціальний режим роботи з картою. У цьому режимі можна виокремити деяку лінію (вісь дороги) на карті й прив'язати до цієї лінії відеоряд, вказавши ім'я файлу відеоряду й параметри пікетажної прив'язки відеоряду. Після прив'язування відеорядів можна просто вказати точку на лінії, а ГІС в окремому вікні покаже відповідний фотознімок із автомобіля. Переміщення курсору по карті в ГІС буде автоматично змінювати кадри у вікні перегляду відеоряду.

4.6 Публікація карт

У середовищі ГІС є багато можливостей для перегляду електронних карт. Проте існує об'єктивна потреба щодо отримання «твердих копій карт» (у паперовому вигляді), а також перегляду карт в інших програмних продуктах, а не тільки в ГІС.

Крім самої ГІС, у якій створено карту, для її перегляду можуть використовуватися такі програмні продукти:

1. *ГІС-переглядач (ГІС-переглядачі)* — програми, які виконують тільки функції перегляду карт і отримання елементарної інформації щодо об'єктів на карті. Такі прості ГІС-переглядачі випускають практично всі головні виробники ГІС, і вони зазвичай поширюються безкоштовно.

2. *Системи автоматизованого проектування (САПР)* транспортного, промислового й цивільного будівництва. Використовувані в таких

САПР — моделях даних істотно відрізняються від прийнятих в ГІС, тому електронні карти зазвичай використовуються тільки як інформаційна підкладка, поверх якої проектуються різні об'єкти.

Щоб передати дані з ГІС в САПР, необхідно дані з ГІС необхідно експортувати в певний формат, який читається в САПР.

3. *Векторні графічні програми (векторні редактори)* типу Adobe Illustrator і Corel Draw. Такі програми зазвичай використовуються для остаточного формування карт перед друком, оскільки саме векторні редактори мають великий набір функцій, що уможливають оброблення зображення.

4. *Спеціалізовані програми*, що не націлені на завдання державної виконавчої служби, але в які програмістами за допомогою набору ГІС-компонентів вбудовано додаткові геоінформаційні функції.

5. *Інтернет-браузери*, які використовуються для перегляду карт, опублікованих в Інтернеті. Зі свого боку, для публікації карт в Інтернеті використовуються різні геоінформаційні Інтернет-сервери, наприклад ArcIMS (Internet Map Server) виробництва ESRI, Inc, США.

Крім того, карти можуть бути експортовані в один із поширених універсальних растрових або векторних форматів, наприклад у BMP, GIF, JPEG, TIFF або в метафайл Windows (EMF). Після цього зображення може бути переглянуто за допомогою будь-яких доступних на комп'ютері додатків або через Інтернет.

Тепер розглянемо питання щодо друку карт безпосередньо з ГІС. Необхідно визначити головну відмінність карт в ГІС на екрані комп'ютера і паперових аналогів. Зображення карти в ГІС є відображенням точної математичної моделі просторових об'єктів на місцевості. Водночас під час складання класичних паперових карт доводиться відступати від дотримання точних геометричних характеристик об'єктів, щоб подати наочніше сутність карти, а використовувати її було зручніше.

Процес підготування карти до друку складається з таких етапів:

А. *Вибір різновиду компоновання карти*. На цьому етапі потрібно відповісти на такі питання:

1. Яка частина поверхні Землі буде зображена на карті?
2. На скільки аркушів буде поділена карта при друкуванні ?
3. Які виносні фрагменти і врізки будуть представлені на кожному аркуші карти?
4. Які проекції будуть використані під час друкування різних аркушів карти і виносних фрагментів?

5. Який тип оформлення буде використано для всіх аркушів карти?

На рисунку 4.5 зображено типову карту з чотирма врізками, дві з яких є фрагментами інших карт, а на двох інших подані легенда, масштабна лінійка, а також довідкова інформація.

Б. *Підготування картографічної основи.* На цьому етапі необхідно визначити, які шари просторових даних будуть відображені на різних аркушах створеної карти, а також виконати необхідну геометричну корекцію даних з урахуванням масштабу друку й призначення карти. При цьому використовуються такі геометричні прийоми:

1. *Генералізація* – заміна маленьких майданних об'єктів лінійними або точковими, наприклад, контур річки зазвичай замінюється її віссю, а межі міста – точкою; заміна безлічі точкових об'єктів одним майданним, наприклад безліч окремих дерев можна замінити полігоном.

2. *Розвантаження карти* – видалення секретних і малозначущих об'єктів, наприклад малонаселених пунктів.

3. *Геометричне редагування* – внесення в деякі місця невеликих геометричних спотворень даних для забезпечення кращого зорового сприйняття карти. Наприклад, на дрібномасштабній карті два розташовані близько міста потрібно видалити не одне від одного, оскільки вони можуть злитися при друці.

3. *Вибір способів відображення просторових даних.* На цьому етапі потрібно визначити, якими умовними знаками потрібно позначати точкові, лінійні й майданні об'єкти (детально різні способи відображення даних розглянуто в наступному розділі).

На цьому ж етапі потрібно розмістити підписи об'єктів на карті. Підписи всіх об'єктів зазвичай спочатку розміщують автоматично, а потім вручну виправляти недоліки. Деякі написи при цьому можуть бути видалені, щоб не затуляли інші, значущі.

4. *Підготовка оригінал-макетів аркушів карти.* На цьому етапі все зображення електронної карти розбивають на окремі аркуші, для кожного аркуша задається деяка рамка і наносяться додаткові елементи внутрішнього й позарамкового оформлення карти, такі як легенда карти, стрілки напрям на північ, масштабні лінійки, додаткові текстові написи тощо. За необхідності на аркуші можна розмістити додаткові фрагменти цієї або іншої карти.

Друкування аркушів карти. На цьому етапі здійснюється друкування аркушів карти на принтері. У наш час більшість ГІС працює у Windows, яка забезпечує вирішення всіх проблем щодо взаємодії з принтерами і плоттерами. Користувач тільки вибирає принтер або плоттер, на який буде виконуватися друкування, вказує параметри друку й скеровує карту на друк.



Рисунок 4.5 – Типова карта України

В деякі ГІС вбудовані додаткові функції для управління процесом друкування. Однією з таких функцій є можливість друкування великих карт на маленьких принтерах. Наприклад, якщо потрібно надрукувати карту розміром 1х1 м, але немає необхідного для цього широкоформатного принтера, то можна використати і звичайний принтер формату А 4, вказавши в ГІС, що при друкуванні карту потрібно поділити на аркуші.

Функціями друкування в ГІС є також растеризація зображення перед друкуванням (що інколи прискорює процес друкування), управління кольорами, управління способом друкування текстових написів тощо.

У наш час в ГІС використовуються три головні підходи підготування карт до друку.

Підхід 1. У ГІС готується картографічна база, яка потім передається в іншу програму – універсальний (типу Corel Draw Або Adobe Illustrator) або спеціалізований векторний редактор для подальшого оброблення та підготовки карти до друку. Цей підхід дає змогу створювати найякісніші з погляду дизайну карти, але він трудомісткий. Простішим і наочнішим є другий підхід, а особливо, третій.

Підхід 2. Карта готується до друку в ГІС для оформлення розширення використовуються методи візуалізації просторових даних, а також додаткових шарів карти з можливістю створення картографічних рамок і малювання різноманітних фігур.

Такий підхід використовується, наприклад, в ГІС IndorGIS. Ця система забезпечує накладання поверх картографічної основи спеціальних шарів

оформлення, які містять картографічну або топографічну рамку, а також різноманітні фігури для внутрішньорамкового й позарамкового оформлення.

У шар оформлення можуть бути включені такі дані: легенда карти, стрілки напрямом на північ, масштабні лінійки, а також фрагменти цієї або іншої карти. Для задання нестандартного оформлення можна використовувати різноманітні типи ліній, багатокутників, прямокутників, кіл, дуг, сплайнів і точкових символів.

Якщо потрібно поверх карти розмістити якісь таблиці, графіки або інші складні зображення, то можна скористатися функцією переміщення на карту довільного OLE-документа. Наприклад, так можна розмістити фрагмент текстового документа Microsoft Word, електронну таблицю, графік або діаграму Microsoft Excel.

Підхід 3. Для підготовки карт до друку в ГІС вводять нове поняття – *макет карти*. Макет – це спосіб розташування різних друкованих елементів карти на аркуші паперу. На макет можна розмістити фрагменти різних карт, легенду, масштабні лінійки, стрілки напрямку на північ, додаткові текстові написи тощо.

Нині цей підхід найповніше реалізований в геоінформаційній системі ArcGIS (рис. 4.6), а також в деяких інших програмах ГІС.

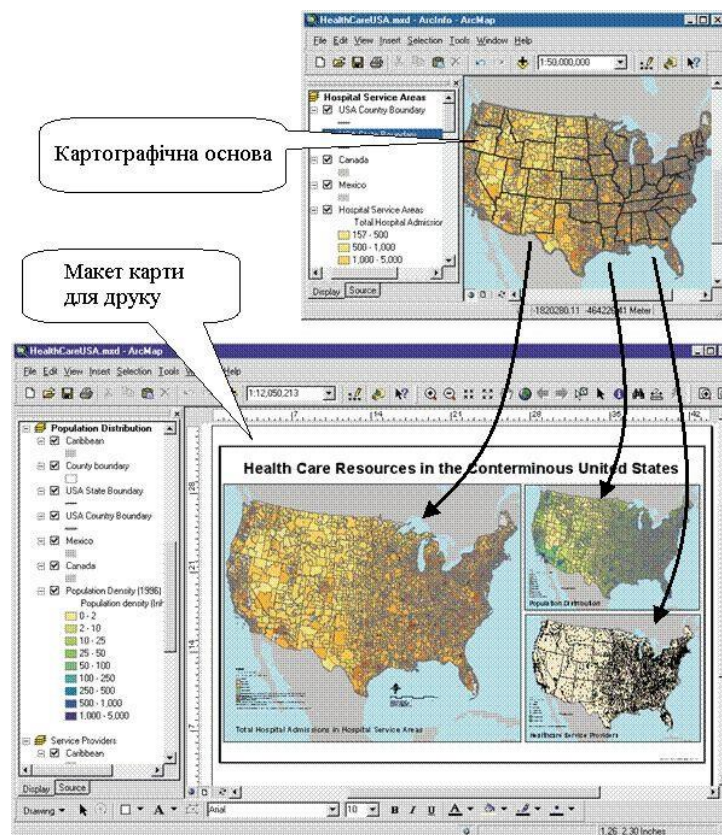


Рисунок 4.6 – Підготовка макета карти для друку в ГІС ArcGIS