

Тема 3. Геоінформаційні системи

Інформація — потужна сила. З правильною інформацією та вірним розумінням, окремі особи та спільноти мають гарну можливість покращити власне життя та зробити правильний вибір на майбутнє. Існує багато людей та організацій, які приймають рішення, що впливають на наше життя. Вірна інформація дозволяє неурядовим організаціям, уряду та громадянам приймати більш обґрунтовані рішення і, ми сподіваємось, робити наше життя кращим. Мапи є гарним способом поширення інформації.

Мапи є наочним відбитком нашого світу. Вони часто можуть демонструвати ідеї краще ніж слова. Що у свою чергу також може допомогти відповісти на важливі питання. Де знаходиться найближча школа чи лікарня? Хто має мінімальний доступ до цих об'єктів? Де рівень бідності є більш проблемним? Питання схожі на ці краще за все можуть бути продемонстровані на мапі і мапа може допомогти знайти відповіді на ці питання.

Геоінформаційна система (абр. ГІС) — сучасна комп'ютерна технологія, що дозволяє поєднати модельне зображення території (електронне відображення карт, схем, космо-, аерозображень земної поверхні) з інформацією табличного типу (різноманітні статистичні дані, списки, економічні показники тощо). Геоінформаційні системи базуються на кількох основних компонентах: проекційні перетворення, класифікація даних, система управління базами даних та аналітичний апарат.

Ключові переваги геоінформаційних систем:

- Зручне для користувача відображення просторових даних

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

- Інтеграція даних всередині організації

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

переваги і збільшує ефективність експлуатації геоінформаційних систем.

- **Прийняття обґрунтованих рішень**

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

- **Зручний засіб для створення карт**

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

Складові геоінформаційних систем

- апаратні засоби
- програмне забезпечення

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

- дані

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

Операції, які здійснюються ГІС

- введення даних

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

- управління даними

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

- запити і аналіз даних

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

- візуалізація даних

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

Основним компонентом будь-якої просторової інформації є дані про положення кожної точки контуру об'єкту на місцевості (метрика об'єктів). При цьому слід враховувати, що реальна місцевість не є плоскою, як екран монітору чи аркуш паперу. Для відтворення земної поверхні на площі в картографії застосовуються спеціальні проекційні перетворення, різні для різних за формою та місцезнаходженням ділянок місцевості. Тому ГІС, що зберігає дані на значні за площею території, має постійно виконувати операції перетворення метрики. Від швидкості та точності виконання операцій проекційних перетворень залежить якість роботи всієї системи в цілому.

Під аналітичним апаратом ГІС слід розуміти набір алгоритмів і задач обробки просторових даних, що включили до складу програмного забезпечення розробники системи. Склад аналітичного апарату ГІС визначається її призначенням. Широкий набір розрахункових і аналітичних операцій розширює можливості ГІС, але ускладнює її інтерфейс і, відповідно, часто впливає на складність роботи користувача, особливо новачка. Тому сучасні геоінформаційні системи мають здебільшого модульний склад. Певна частина операцій включається до базового складу системи, а інші додаються за потреби.

Застосування ГІС

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

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

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

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

Приклади геоінформаційних систем:

- **Google карти:** <https://www.google.com/maps>

Google карта онлайн карта від компанії Google. Напевно одна із найбільш вживаних геоінформаційних систем. Дозволяє шукати географічні об'єкти шукати точки інтересів візуалізувати фотографії з прив'язкою до географічних координат. Також має можливість вибирати різні підложки за основу як звичайно топографічну карту так і супутникові знімки або ж топологію висот. Передбачена можливість прокладання маршрутів з урахуванням трафіку на дорогах. Зокрема дані для визначення трафіку беруть беруться з анонімованих даних з мобільних пристроїв користувачів які використовують цю карту на телефонах або навігатор. Пошук маршруту можливий як на власному авто так на громадському транспорті або ж пішки. Додатково можна встановити різні параметри прокладання маршруту наприклад шукати або коротший шлях або швидший шлях не завжди короткий маршрут є швидше. На відміну від прокладання автомобільного маршруту де враховується односторонній рух і навантаження на дороги прокладання пішого маршруту цього не враховує також піший маршрут може проходити по різного роду стежках де звичайний автомобіль не зможе їхати. Цікавим інструментом даних карт також є хронологія яка відображає ваші подорожі за певний період.

- **Google Планета Земля (Google Earth):** <https://earth.google.com/web>

Google Earth (з англ. Earth — Земля (планета); офіційна назва українською мовою: Google Планета Земля) — це безкоштовна, вільно-завантажувана програма компанії Google що відображає віртуальний глобус. В рамках цього проекту в мережу Інтернет було викладено аерофотознімки та сателітні знімки більшої частини Землі. Для деяких регіонів ці знімки сягають дуже високої якості. Програма поширюється під двома різними ліцензіями: Google Earth, безкоштовна версія з обмеженою функціональністю; та Google Earth Pro, що пропонується для комерційного використання. Програму, яка первісно була англійською, перекладено 45 мовами, зокрема й українською мовою.

- **Bing карти:** <https://www.bing.com/maps>

Bing Maps — картографічний сервіс від Microsoft, частина portalу Bing. Спочатку створений в липні 2005 як MSN Virtual Earth та переймований в грудні 2005 на Windows Live Local, що використовував технології Microsoft MapPoint і TerraServer. У листопаді 2006 додався 3D режим, продукт був перейменований в «Live Search Maps» і інтегрований в портал Live Search. У червні 2009 став називатися Bing Maps, а платформа Virtual Earth отримала назву Bing Maps for Enterprise. У 2012 році оцінювався comScore як 3-й за відвідуваністю картографічний портал в США, поступаючи тільки Google Maps і MapQuest. Відзначалося зростання кількості відвідувачів.

- **Візіком карти:** <https://maps.visicom.ua>

Візіком Карти (англ. Visicom Maps) — онлайнний картографічний сервіс. Проєкт розробляється компанією Візіком. Сервіс надає докладну карту України і понад 4310 міст з адресною частиною.

- **Офіційна карта повітряних тривог України:**
<https://map.ukrainealarm.com>

Від початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну саме сигнал повітряної тривоги сповіщає українців про можливу небезпеку. На інтерактивній онлайн-карті повітряних тривог в Україні можна переглянути, де саме зараз є небезпека ракетного удару, а де ситуація спокійна. Офіційна карта повітряних тривог також є прикладом геоінформаційних систем щоправда. Ця ГІС є достатньо вузько направлена, тобто в ній немає такого переліку можливостей як наприклад карта Google чи карта від Microsoft Bing, проте це саме той функціонал який потрібний для такого виду спеціалізованих геоінформаційних систем.

- **Open Street Map (OSM):** <https://www.openstreetmap.org/#map>

Open Street Map - Open Source карта. Безкоштовно онлайн карта яку можна використовувати для власних потреб. Дані цієї карти можна завантажити і використовувати у власних цілях. Зокрема карта системи оперативно-диспетчерського управління використовує дані з OSM. Особливістю даної

системи є вільний доступ до редагування географічних об'єктів. Це означає що будь-хто хто зареєстрований в системі Open Street Map може редагувати карту за власними баченням. Який би не був досвідчений картограф скільки би не було ресурсів по великих корпорацій таких як Google чи Microsoft краще ніж місцеві жителі карти ніхто не оцифрує. Так наприклад користувач OSM їздив в Карпати користувався картою Open Street Map і знайшов розбіжності або ж знайшов географічні об'єкти, яких немає на карті цей користувач виправив і встановив правильні координати наніс правильні географічні позначки відредагував атрибутивні записи, помітки щодо тих чи інших точок інтересів (POI point of interest).

OpenStreetMap — це інструмент для створення та розповсюдження картографічної інформації. Будь-хто може внести свій вклад в OSM і тисячі людей додають інформацію в проєкт кожного дня. За рахунок того що редагуванням карти займаються звичайні користувачі дані карти бувають більш точними більш актуальним. Більше того при розрахунках районів і зон виїздів підрозділів були помічені неточності на карті наприклад по геометричній віддаленості населений пункт за 10-15 км від підрозділу а коли система будує маршрут відстань виходить 40-60 км. За допомогою інструментів Open Street Map було оперативно відкориговано картографічний матеріал: в деяких випадках бракувало реального мосту через який може проїхати пожежний автомобіль, в деяких випадках на картах була штучна перешкода через яку рух далі неможливий. Після коригування карти пошук маршруту давав правильні дані для розрахунку.

В онлайн карт є свої особливості, але так чи інакше основний функціонал приблизно однаковий.

- **GeoServer:** <https://geoserver.org>

GeoSever - open source server для публікації геопросторових даних. Це також геоінформаційна система. Маючи власні просторові дані нам потрібно їх для оприлюднити, показати. GeoServer дає можливість створити власну онлайн карту. Дані карти зберігаються в різного роду картографічних форматах таких як

shape-файли або бази просторових даних таких як Oracle Spatial або PostgreSQL postgis, повний перелік є достатньо великий. GeoServer рендерить (промальовує) ці дані у графічні тайли (плитки). Отже коли нам потрібно отримати зображення шару в якомусь екстенті (області, прямокутнику) із відповідним масштабом, сервер відповідно до шаблонів, які підготовлені завчасно, робить вибірку з джерел даних і промальовує їх. Щоб зображення легше було завантажити його розділяють на тайли і завантажуються паралельно. Щоб зібрати ці зображення одну суцільну картину можна використати javascript бібліотеку Leaflet і відобразити її у веб-браузері. Використовуючи Leaflet GeoServer будується власна онлайн карта для власних потреб так як це працює в системі оперативно-диспетчерського управління.

Десктопне програмне забезпечення ГІС

Десктопне програмне забезпечення ГІС — це програмні продукти, які встановлюються на комп'ютер і дозволяють користувачам працювати з географічними даними: створювати карти, проводити просторовий аналіз, обробляти геодані тощо. Основні можливості ГІС-десктопів: візуалізація, аналіз, редагування даних, формати даних, інтеграція з різними базами даних. Ділиться на пропрієтарне програмне забезпечення (proprietary software) ArcGis, MapInfo і вільне програмне забезпечення (OpenSource) Qgis, Crass, gvSIG.

Векторний та растровий спосіб відображення географічних об'єктів

Дані в ГІС можуть мати растрове або векторне подання, причому векторне подання може містити або не містити топологічні характеристики. Всі ці моделі взаємно перетворені. Крім цього, слід зазначити GRID і TIN-моделі для відображення географічних полів і тривимірних об'єктів. Між векторними і растровими зображеннями є велика різниця, характерна саме для ГІС. Растрові моделі відображають поля даних, тобто носять польовий (безперервний) характер. Векторні моделі в ГІС, як правило, відображають об'єкти, тобто мають об'єктний (локалізований) характер

Растрові об'єкти - це зображення, побудовані з пікселів, крихітних кольорових квадратиків, які у великій кількості можуть формувати високодеталізовані зображення, такі як фотографії. Чим більше пікселів у

зображенні, тим вища його якість, і навпаки. Кількість пікселів залежить від формату (наприклад, JPEG, GIF або PNG).

Векторні об'єкти зберігають координати точок або координати вершин лінійних чи полігональних об'єктів. В залежності від масштабу на основі математичних функцій електронно-обчислювальна машина малює на основі цих даних малюнки. Багато джерел векторних даних зберігають дані у вигляді класів об'єктів, які є наборами просторових об'єктів, що мають однакові геометрію, перелік атрибутів та просторову прив'язку.

Географічне відображення даних

Будь-який географічний об'єкт має в собі дві складові геометрію і атрибутивну частину, що описує характеристики цього об'єкту. По суті атрибутивна частина - це є табличне представлення даних. Географічне відображення даних дозволяє представити інформацію в просторовому контексті, використовуючи карти. Це дуже корисно для аналізу, візуалізації та розуміння даних, які мають географічну прив'язку, наприклад, розташування об'єктів, демографічна інформація, транспортні маршрути тощо.

Геометрія може бути трьох видів точка (point), лінія або полілінія (line, polyline), полігон (polygon).

Зазвичай точка має дві координати **xy** (широта, довгота) також зустрічаються точки з трьома координатами **xyz** де **z** - це висота над рівнем моря. Прикладами точок є гідранти, адресні точки, ретранслятори тощо.

Лінія або полі лінія має список вершин з'єднаних між собою відрізками. Прикладами ліній є туристичні стежки, маршрут слідування.

Полігон також має список вершин і початкова і кінцева вершина з'єднані між собою. Таким чином полігон є завжди замкнений. Прикладами полігонів є торфополя райони і зони виїзду.

Широта і Довгота

Широта і довгота містить сіткову систему ліній, що оточують земну кулю, і використовується для визначення місць розташування точок на землі.

Лінії широти, також звані паралелями, проходять схід - захід. Лінії широти завжди проходять паралельно один одному, а значить, вони завжди знаходяться

на рівній відстані один від одного. Лінії широти ніколи не сходяться і не перетинаються.

Екватор дорівнює 0° широти, а Північний і Південний полюси розташовані на 90° північної та 90° південної широти відповідно.

Лінії довготи, також звані меридіанами, проходять північ - південь.

Меридіани знаходяться найдалше один від одного на екваторі і сходяться на Північному і Південному полюсах. Лінії довготи вимірюють відстань на схід або захід від простого меридіана.

Простий меридіан, який проходить через Грінвіч, Англія, називається 0° довгота. Точки вимірюються на схід або захід від простого меридіана, поки не досягне протилежної сторони простого меридіана, який називається Міжнародною лінією дати. Це вважається 180° довгота, і є найвищим значенням, яке може приймати довгота. Іншими словами, значення довготи варіюються від мінімуму 0° до максимуму 180° .

Шари даних у ГІС.

Шар даних у ГІС — це набір географічних елементів або об'єктів, що представляють певний тип інформації (наприклад, дороги, будівлі, річки, ґрунти). Шари дозволяють організувати дані так, щоб їх можна було аналізувати та візуалізувати окремо або в поєднанні з іншими шарами.

У геоінформаційних системах для прив'язки географічних об'єктів до місцевості використовуються шари різних типів. Як видно на карті річки стежки і дороги позначаються лініями (сині та зелені лінії), дерева помічаються точками (червоні точки), будинки помічаються полігонами (білі прямокутники) (рис. 1).

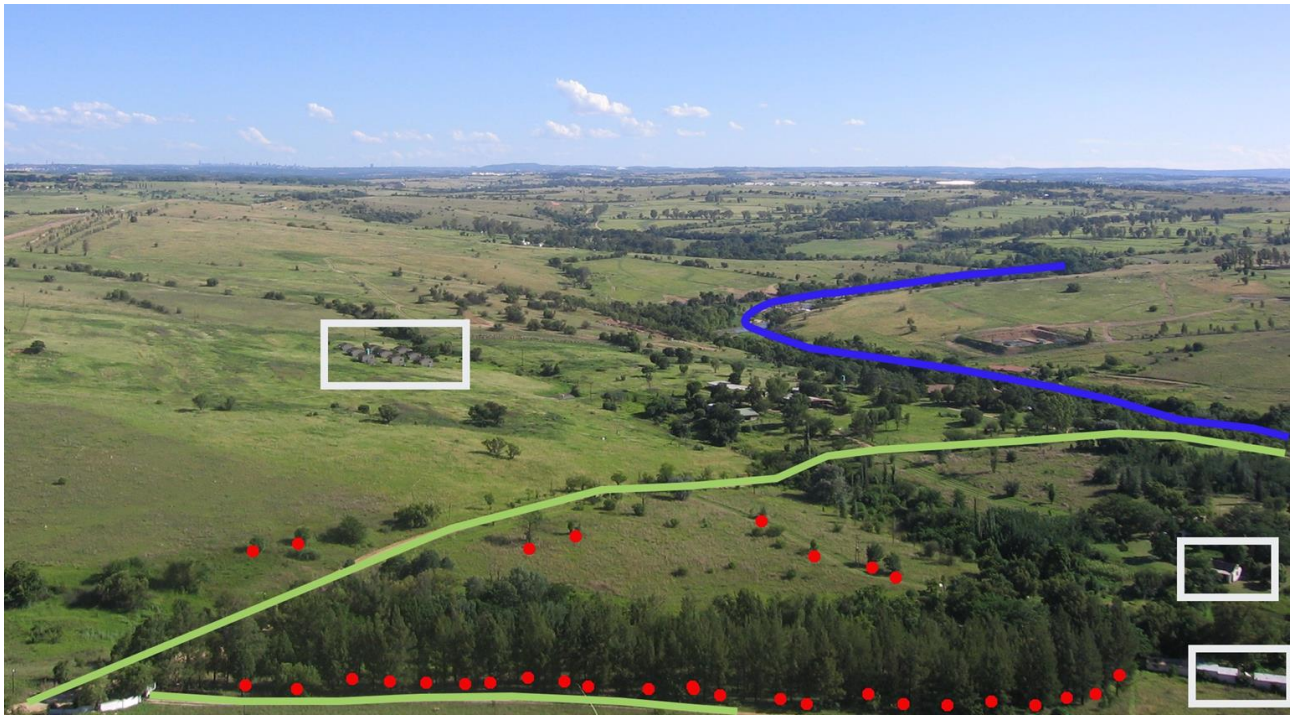


Рисунок 1. Карта об'єктів

Зазвичай шари формуються у такому порядку: нижні шари - це полігони далі йдуть лінії і верхні шари це точкові об'єкти. Найбільша перевага шарів карт GIS полягає у тому, що на одному екрані легко накладати різні типи карт одна на одну. Отже, шари перетинаються і об'єднуються, що дає значно більше інформації. Користувач також може миттєво перемикатися між окремими шарами, не плутаючи їх.

Основним шаром є так звана базова карта ГІС. Однак, залежно від конкретної цілі, можна використати будь-який тип даних як базову карту, на яку надбудовуватимуться інші шари.

Ключові принципи роботи з шарами

Логічна структура

Шари даних організовуються так, щоб кожен з них представляв окремий тип інформації (наприклад, один шар — дороги, інший — водойми). Це дозволяє уникати плутанини й легко додавати або видаляти інформацію.

Поєднання шарів

ГІС дозволяє комбінувати шари для отримання нових аналітичних результатів. Наприклад:

Шар із кордонами адміністративних областей.

Шар із демографічною інформацією (населення, щільність).

Поєднання дає можливість аналізувати щільність населення по областях.

Відображення даних

Для кожного шару можна налаштувати візуальні параметри (колір, товщина ліній, стиль точок), щоб зробити карту зрозумілою.

Аналіз шарів

Використовуються геообчислення (перетин, буферизація, об'єднання, аналіз покриття), щоб отримувати нові шари.

Наприклад: створення буферної зони навколо річок для оцінки екологічного впливу.

Формати файлів ГІС

Формат GPX

Файли з розширенням GPX представляють формат GPS Exchange для обміну даними GPS між програмами та веб-сервісами в Інтернеті. Це легкий формат XML-файлу, який містить дані GPS, тобто маршрутні точки, маршрути та треки, які потрібно імпортувати та відображати кількома програмами. Формат файлу GPX є відкритим і підтримується різними програмами та пристроями GPS. Дані GPS із таких файлів можна завантажити для відображення в програмах картографування для геопросторових цілей.

Файл GPX містить дані про широту та довготу, значення висоти та іншу, можливо, іншу описову інформацію. Дані про місцезнаходження виражаються в десяткових градусах, а висота виражається в метрах. Час у файлі GPX вказано за всесвітнім координованим часом (UTC) у форматі ISO 8601. Переваги використання файлу GPX такі:

- GPX дозволяє обмінюватися даними з дедалі більшим списком програм для Windows, MacOS, Linux, Palm і PocketPC.
- GPX можна перетворити в інші формати файлів за допомогою простої веб-сторінки або програми-конвертера.
- GPX базується на стандарті XML, тому багато нових програм, які ви використовуєте (наприклад, Microsoft Excel), можуть читати файли GPX.
- GPX дозволяє будь-кому в Інтернеті легко розробляти нові функції, які миттєво працюватимуть із вашими улюбленими програмами

Формат GPX

KML, Keyhole Markup Language) містить геопросторову інформацію в нотації XML. Файли, збережені як KML, можна відкривати в програмах Географічної інформаційної системи (ГІС), якщо вони її підтримують. Багато програм почали підтримувати формат файлу KML після того, як він був прийнятий як міжнародний стандарт. KML використовує структуру на основі тегів із вкладеними елементами й атрибутами. Усі теги чутливі до регістру, і важливо дотримуватися порядку цих тегів відповідно до довідки KML.

KML спочатку був розроблений для використання з Google Планета Земля, який спочатку був відомий як Keyhole Earth Viewer. KML був прийнятий як міжнародний стандарт у 2008 році Відкритим геопросторовим консорціумом у 2008 році. Оскільки цей формат було розроблено для використання з Google Планета Земля, він має честь бути першим у форматі для перегляду та редагування файлів KML. З плином часу з'являється все більше проєктів, які забезпечують підтримку форматів файлів KML, включаючи кілька API різними мовами.

Формат SHP

SHP — це розширення файлу для одного з основних типів файлів, які використовуються для представлення ESRI Shapefile. Він представляє геопросторову інформацію у формі векторних даних для використання програмами географічних інформаційних систем (ГІС). Формат розроблено як відкриті специфікації, щоб полегшити взаємодію між ESRI та іншими програмними продуктами.

Представлення даних

Як згадувалося, формат шейп-файлу описує геопросторову інформацію набору даних як векторні об'єкти. Ці векторні функції включають: точки, лінії, багатокутники Ці об'єкти в поєднанні можуть представляти майже будь-які типи фігур, як-от колодязі, кордони країни, просторові точки, течії річок, озера тощо. Кожен векторний об'єкт може мати атрибути, які фактично визначають призначення цього об'єкта. Наприклад, шейп-файл, що містить міста Лос-

Анджелеса, може мати назву міста та температуру як атрибути, що надає змістовне представлення просторовим даним.

Пов'язані файли

Окремий файл shp не може використовуватися програмним забезпеченням для визначення значення даних, які він містить. Щоб зрозуміти інформацію, що міститься в такому файлі, шейп-файл використовує такі додаткові обов'язкові файли.

файл shx - індексний файл

файл dbf - файл dBASE, який зберігає всі атрибути фігур у головному файлі

файл prj - зберігає інформацію про проект файлу.

Формат GeoJSON

GeoJSON — це формат на основі JSON, призначений для представлення географічних об'єктів з їх непросторовими атрибутами. Цей формат визначає різні об'єкти JSON (JavaScript Object Notation) і спосіб їх об'єднання. Формат JSON представляє сукупну інформацію про географічні об'єкти, їх просторові масштаби та властивості. Об'єкт цього файлу може вказувати на геометрію (Точка, рядок ліній, багатокутник), об'єкт або набір об'єктів. Об'єкти відображають адреси та місця у вигляді вулиць точки, головні дороги та кордони у вигляді ліній, а країни, провінції та земельні регіони у вигляді багатокутників. Використовуючи GeoJSON, різні мобільні додатки для маршрутизації та навігації можуть вказувати покриття своїх послуг. Розширенням GeoJSON є TopoJSON, який має менший розмір і кодує геопросторову топологію.

Інженерна робоча група Інтернету (IETF) у співпраці з авторами формату сформувала Робочу групу GeoJSON для випуску GeoJSON у квітні 2015 року. Замінивши 2008 Специфікація GeoJSON, RFC 7946, нова стандартна специфікація формату GeoJSON, опублікована в серпні 2016 року.

Координата є основним елементом будь-яких географічних даних. Це єдиний вимір (довгота, широта), що представляє одне число (у десятковому форматі), а також іноді записує координату висоти. Час також є виміром, але його складність ускладнює запис його як координати. Координати в обох JSON GeoJSON відформатовані як числа.

Геометрія

Геометрії — це прості форми (точки, криві та поверхні) у GeoJSON, які складаються з типу та набору координат.

Точка - це найпростіша геометрія, яка представляє одну позицію

LineStrings. Для представлення лінії використовуються принаймні дві з'єднані точки.

Точкові та лінійні рядки є двома найпростішими категоріями геометрії. Обидва типи геометрії не турбують багатьох геометричних правил. Точка може бути представлена в будь-якому місці, а лінія може мати більше однієї точки, навіть якщо точки перетинаються між собою.

Багатокутники. Геометрії GeoJSON здаються значно складнішими в Polygons. Багатокутники мають внутрішню та зовнішню зони та можуть містити отвори всередині.

Системи координат

Система координат - це спосіб однозначного визначення місця розташування будь-якої позиції в просторі щодо еталонного початку. Будь-яка точка визначається перетином трьох взаємно перпендикулярних поверхонь. Потім координатні осі визначаються нормлями до цих поверхонь у точці. Звичайно, рішення будь-якої задачі завжди не залежить від вибору використовуваної системи координат, але, скориставшись симетрією, обчислення часто можна спростити правильним вибором опису координат. За типом проєкції: конусоподібні, циліндричні, азимутальні. За характером деформації: конформний (рівнокутний), гомолографічний (автентичний), рівнокутний, довільний.

Проекції

Земна поверхня є вигнутою, тоді як карти мають пласку форму. Проекційна система координат (PCS) — це система відліку, яка дозволяє визначати місцезположення та вимірювати об'єкти на пласкій поверхні карти. Вона складається зі сітки, утвореної перпендикулярними лініями, що формують координатну систему. PCS базується на декартових координатах і включає початок координат, осі xxx і ууу, а також лінійну одиницю вимірювання. Для

переходу від географічної системи координат (GCS) до PCS необхідно виконати математичні перетворення. Існує багато типів картографічних проекцій, які поділяються на три основні групи: **площинні, циліндричні та конічні**.

Площинна проекція (вона ж азимутальна проекція) відображає елементи земної поверхні на плоску поверхню, яка торкається земної поверхні в точці, або вздовж лінії дотику (січна).

Цю проекцію часто використовують для картографування полярних регіонів, але її можна використовувати для будь-якого місця на земній поверхні (у цьому випадку вони називаються косими планарними проекціями).

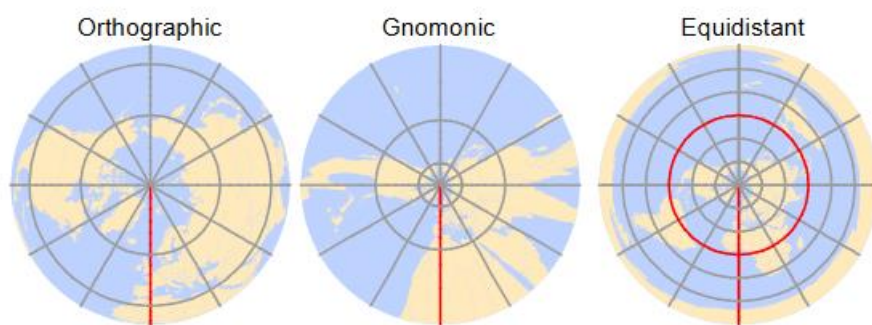


Рисунок 2. Приклади трьох планарних проекцій: ортографічної (ліворуч), гномонічної (у центрі) і рівновіддаленої (праворуч).

Кожен охоплює різний просторовий діапазон (причому останній охоплює як північну, так і південну півкулі), і кожен зберігає унікальний набір просторових властивостей

Циліндрична проекція

Циліндрична картографічна проекція відображає земну поверхню на карті, згорнутій у циліндр (який потім можна сплющити у площину). Циліндр може торкатися поверхні землі по одній лінії дотику, або вздовж двох ліній дотику (січна).

Циліндрична проекція може бути дотичною до екватора, нахиленою або, у спеціальному випадку, поперечною, коли вона дотикається до ліній довготи. Поперечна проекція широко використовується в таких системах координат, як універсальна поперечна проекція Меркатора (UTM) і державна площинна система. UTM є глобальною проекційною системою координат і користується популярністю, особливо в США.

UTM розділена на зони шириною 6° , що обмежує її застосування в межах цих зон. Наприклад, штат Мен (США) переважно використовує UTM (зона 19 Північ) для створення своїх ГІС-карт. Більшість топографічних карт USGS також представлені в системі координат UTM. У США поширеними датурами для UTM є NAD27, NAD83, а також система на основі WGS84.

Викривлення зведено до мінімуму вздовж дотичних або січних ліній і збільшується зі збільшенням відстані від цих ліній.

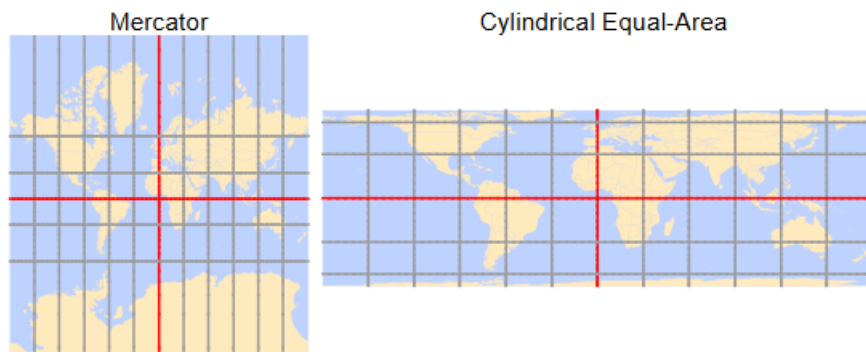


Рисунок 3. Приклади двох циліндричних проекцій: Меркатора (зберігає форму, але спотворює площу та відстань) і рівнобластної (зберігає площу, але спотворює форму)

Конічна проекція

Конічна картографічна проекція відображає земну поверхню на карту, згорнуту в конус. Як і циліндрична проекція, конус може торкатися поверхні землі по одній лінії дотику (дотичний випадок), або вздовж двох ліній дотику (січна).

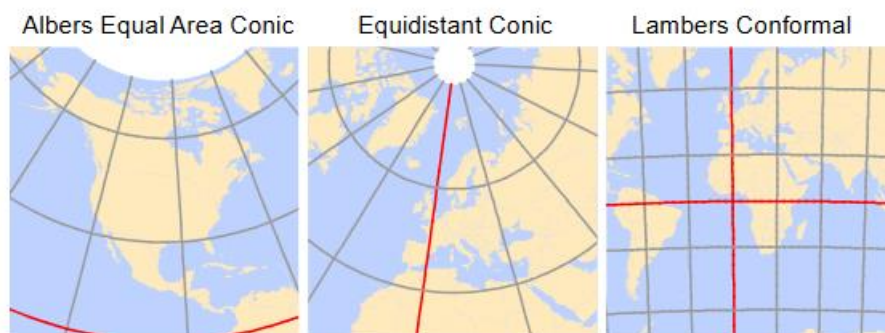


Рисунок 4. Приклади трьох конічних проекцій: рівноплоща Альберса (зберігає площу), еквідистантна (зберігає відстань) і конформна (зберігає форму)

Визначення місця знаходження. Тріангуляція.

Геолокація (англ. geolocation) — визначення реального географічного розташування електронного пристрою, наприклад радіопередавача, мобільного телефону або комп'ютера, підключеного до інтернету. Словом «геолокація» можна називати як процес визначення місця розташування такого об'єкта, так і саме місцерозташування, встановлене таким способом. Часто для цілей геолокації використовують системи позиціонування.

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.

Коли мова йде про GPS, найчастіше мається на увазі система NAVSTAR, розроблена на замовлення військового відомства — Міністерства оборони США, але зараз існують або розробляються також інші системи глобального позиціонування (Galileo та інші).

Принцип дії

Станом на сьогодні основою системи NAVSTAR (Navigation Satellite Time and Ranging) є 31 супутник (всього наявно 32), що працюють у єдиній мережі й обертаються на шести різних кругових орбітах, розташованих під кутом 60° одна до одної. На кожній орбіті розміщено по 4 супутники, висота орбіт приблизно дорівнює 20 200 км а період обертання кожного супутника навколо землі дорівнює 12 годинам. Таким чином, із будь-якої точки земної поверхні зазвичай одночасно видно від чотирьох до дванадцяти таких супутників.

Супутники перебувають під контролем станцій, які розташовані на Землі. Розміщуються такі станції на Колорадо-Спрінгз, Дієго-Гарсія, острові Вознесіння, атолі Кваджелейн і на Гаваях. Вся інформація, що проходить через

ці станції, записується ними та передається на головну станцію на військовій базі Falcon (штат Колорадо).

GPS-приймач обчислює власне місцезнаходження, вимірюючи час проходження сигналу від GPS-супутників. Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, в якому міститься інформація про час, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення (ефемерида), та загальний стан системи й приблизні дані орбіт усіх інших супутників системи GPS (альманах). Ці сигнали розповсюджуються зі швидкістю світла в космосі (і з трохи меншою швидкістю — в атмосфері). Приймач визначає час затримки в надходженні сигналу та обчислює відстань до супутників, виходячи з якої, застосувавши метод трилатерації, визначає своє місце[1]. Отримані координати перетворюються в наочну форму (широта та довгота чи положення на карті) та відображаються користувачеві.

Теоретично для визначення власних координат достатньо визначити відстань до трьох супутників. Однак для обчислення положення необхідно знати час із високою точністю. Щоб усунути потребу в високоточному годиннику, отримують інформацію з 4-х чи більше супутників, тобто, GPS-приймач використовує чотири параметри для обчислення чотирьох невідомих: x , y , z та t .

У деяких окремих випадках можна обійтися меншою кількістю супутників. Якщо заздалегідь відома одна змінна (наприклад, висота над рівнем моря човна в океані дорівнює 0), приймач може обчислити положення, використовуючи дані з трьох супутників. Також на практиці приймачі використовують різну допоміжну інформацію для обчислення положення з меншою точністю в умовах відсутності одразу чотирьох супутників.

Тріангуляція — це метод визначення місця розташування об'єкта на основі його відстаней або кутів відомих точок. Метод широко використовується в географії, геодезії, навігації, телекомунікаціях, а також в системах позиціонування, таких як GPS. Тріангуляція базується на створенні трикутників між об'єктом, що визначається, і кількома відовими точками (маячками). Відомі точки мають координати або фіксоване положення, а відстань чи кут між ними та об'єктом використовується для визначення його положення.

Про QGIS

QGIS це зручна географічна інформаційна система (ГІС) з відкритим кодом, що розповсюджується на умовах GNU General Public License. QGIS є проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Вона працює на Linux, Unix, Mac OSX, Windows та Android, підтримує безліч растрових та векторних форматів, бази даних та має багаті можливості.

GIS QGIS дозволяє користувачам створювати карти з безліччю шарів, використовуючи різні картографічні проєкції. Карти можуть бути зібрані в різні формати і використовуватися з різною метою. У системі QGIS карти можуть складатися з растрових або векторних шарів. Типовими для такого роду програмного забезпечення, векторні дані зберігаються як точка, лінія, полігон. Підтримуються різні види растрових зображень. Програмне забезпечення може виконувати геоприв'язку зображень (рис. 5).

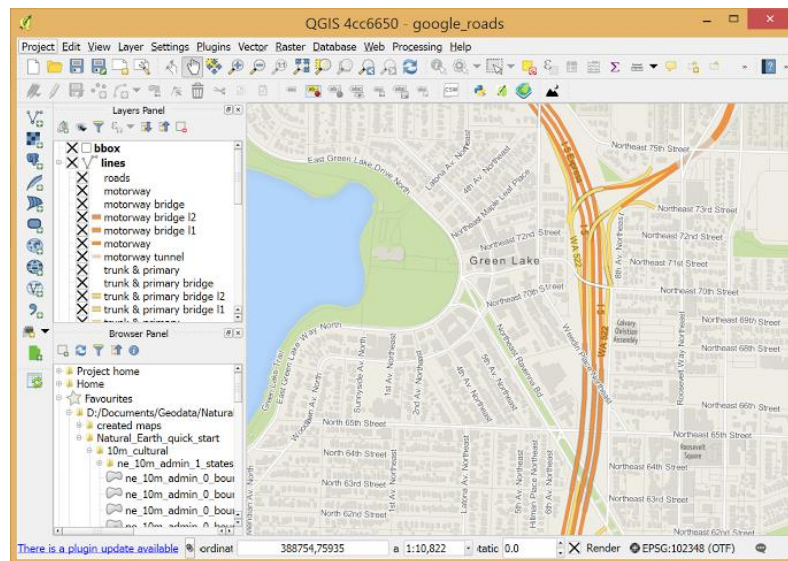


Рисунок 5. Вигляд робочої області QGIS

За допомогою зручного графічного інтерфейсу можна створювати карти та досліджувати просторові дані. Графічний інтерфейс містить у собі безліч корисних інструментів, наприклад:

- браузер QGIS;
- перепроєктування «на льоту»;
- компоновальник карт;
- панель огляду;
- просторові закладки;

- визначення/вибірка об'єктів;
- редагування/перегляд/пошук атрибутів;
- підписування об'єктів;
- зміна символіки векторних і растрових шарів;
- додавання шару координатної сітки - засобами розширення fTools і у вигляді елемента оформлення;
- додавання до макета карти стрілки півночі, лінійки масштабу і знака авторського права;
- збереження та завантаження проєктів.

QGIS може використовуватися для експорту даних у map-файл і публікації його в мережі Інтернет, використовуючи встановлений веб-сервер Mapserver. Крім того, QGIS може використовуватися як клієнт WMS, WMS-C, WFS і WFS-T і як сервер WMS або WFS.

Таким чином, геоінформаційні системи (ГІС) є потужними інструментами для збору, зберігання, аналізу та візуалізації географічних даних. Їх головна перевага полягає у здатності інтегрувати просторову (географічну) інформацію з іншими даними для вирішення комплексних завдань у різних галузях. ГІС стають ключовим інструментом для вирішення сучасних проблем у глобальному масштабі. Вони дозволяють ефективно працювати з просторовими даними, сприяючи інноваціям у науці, бізнесі та суспільному житті. Інтеграція ГІС із новітніми технологіями, такими як штучний інтелект, великі дані та хмарні обчислення, відкриває нові горизонти для їх розвитку та застосування.