

Міністерство освіти і науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Кафедра інформаційних технологій та моделювання

Кваліфікаційна робота
за освітнім ступенем «магістр»
на тему: «Оптимізація вибору інструментального засобу
для обробки геоінформаційних даних сервісу Google Maps»

Виконав: магістр 2 курсу
групи М-КН-21
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
Арсентєв Андрій Олександрович
Керівник:
к.т.н., доцент Шинкарчук Н.В.

Рівне – 2023

АНОТАЦІЯ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Арсентєв А.О. Оптимізація вибору інструментального засобу для обробки геоінформаційних даних сервісу Google Maps. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня «Магістр» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» – Рівненський державний гуманітарний університет. Рівне, 2023. 97 с.

Кваліфікаційна робота присвячена вивченню та оптимізації вибору інструментального засобу для обробки геоінформаційних даних сервісу Google Maps. Розглядаються основні поняття та визначення в галузі геоінформаційних технологій, а також роль геопросторової інформації у геоінформаційних системах. Детально розглядаються етапи розвитку геоінформаційних технологій, важливі історичні події та досягнення, а також ключові компоненти геоінформаційних систем. В роботі здійснено огляд картографічного сервісу Google Maps. Розглядається історія та розвиток сервісу, основні функції та можливості, інтерфейс та інструменти. Також розглядається процес збору та імпорту геоданих, використання власних геоданих, імпорт геоданих з інших джерел, геокодування та геореференції.

Аналіз та візуалізація даних охоплює створення карт та шарів, фільтрацію та обробку геоданих, стилізацію та візуалізацію. Також розглядається геопросторовий аналіз та оптимізація маршрутів, інтеграція та розширення можливостей Google Maps через використання API, розробку застосунків та розширень, а також взаємодію з іншими сервісами. Здійснено загальний огляд та порівняння програмного забезпечення для геоінформаційної візуалізації. Також надається детальний аналіз геоінформаційної системи QGIS, її ролі в геоінформаційних технологіях, історії та розвитку, основних функціональних можливостей, архітектури та інтерфейсу. Сформовано критерії вибору програмного засобу та рекомендації для оптимальної обробки геоінформаційних даних.

ABSTRACT FOR THE QUALIFICATION WORK

Arsentev A.O. Optimizing the selection of a tool for processing geoinformation data of the Google Maps service. Qualification work for obtaining the degree of Magistr in the specialty 122 «Computer science» – Rivne State Humanities University. Rivne, 2023. 97 p.

The diploma thesis is dedicated to the study and optimization of selecting a tool for processing geoinformation data in the Google Maps service. The work explores fundamental concepts and definitions in the field of geoinformation technologies, as well as the role of geospatial information in geoinformation systems. The stages of development of geoinformation technologies, important historical events, and achievements, as well as key components of geoinformation systems, are examined in detail. The thesis provides an overview of the Google Maps cartographic service, covering its history, development, main features, possibilities, interface, and tools. The process of collecting and importing geodata, using custom geodata, importing geodata from other sources, geocoding, and georeferencing are also discussed.

Data analysis and visualization encompass the creation of maps and layers, filtering and processing geodata, stylization, and visualization. Additionally, spatial analysis and optimization of routes, integration, and expanding the capabilities of Google Maps through the use of APIs, application development, and extensions, as well as interaction with other services, are considered. A general overview and comparison of software for geoinformation visualization are conducted. The thesis includes a detailed analysis of the QGIS geoinformation system, its role in geoinformation technologies, history, development, main functionalities, architecture, and interface. Criteria for selecting software and recommendations for optimal processing of geoinformation data are formulated.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ ПРО ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ	10
1.1. Основні поняття та визначення	10
1.1.1. Визначення геоінформаційних технологій	10
1.1.2. Геоінформаційні системи: поняття та основні характеристики	12
1.1.3. Роль геопросторової інформації в ГІС	18
1.2. Історія та розвиток геоінформаційних технологій	19
1.2.1. Етапи розвитку геоінформаційних технологій	19
1.2.2. Важливі історичні події та досягнення у галузі ГІС	23
1.3. Ключові компоненти геоінформаційних систем	25
1.3.1. Архітектура ГІС: аналіз складових та взаємодія між ними	25
1.3.2. Геодані: збір, обробка та зберігання геоінформації	26
1.3.3. Програмне забезпечення для роботи з ГІС	28
1.4. Застосування геоінформаційних технологій	32
1.4.1. Геоінформаційні технології у геодезії та картографії	32
1.4.2. Геоінформаційні системи у природничих науках та екології	34
1.4.3. Геоінформаційні технології в сфері міського планування та транспорту	35
1.4.4. Застосування ГІС у сільському господарстві та інших галузях	37

1.5. Переваги та виклики у використанні геоінформаційних систем	38
1.5.1. Переваги та позитивні аспекти використання ГІС	38
1.5.2. Виклики та обмеження в сфері геоінформаційних технологій	39
РОЗДІЛ 2. ОБРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ КАРТОГРАФІЧНИМ СЕРВІСОМ GOOGLE MAPS	42
2.1. Огляд картографічного сервісу Google Maps	42
2.1.1. Історія та розвиток Google Maps	42
2.1.2. Основні функції та можливості сервісу	43
2.1.3. Інтерфейс та інструменти	46
2.2. Збір та імпорт геоданих	48
2.2.1. Використання власних геоданих	48
2.2.2. Імпорт геоданих з інших джерел	50
2.2.3. Геокодування та геореференція	51
2.3. Аналіз та візуалізація даних	52
2.3.1. Створення карт та шарів	52
2.3.2. Фільтрація та обробка геоданих	53
2.3.3. Стилізація та візуалізація	54
2.4. Геопросторовий аналіз та оптимізація маршрутів	56
2.4.1. Розрахунок відстаней та часу подорожі	56
2.4.2. Пошук найкоротших маршрутів	57
2.5. Інтеграція та розширення можливостей Google Maps	59
2.5.1. Використання API Google Maps	59
2.5.2. Розробка застосунків та розширень	61
2.5.3. Взаємодія з іншими сервісами	62

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ

3.1. Огляд програмного забезпечення для геоінформаційної візуалізації

3.1.1. Популярні програмні продукти для візуалізації геоінформації

3.1.2. Порівняння функціональних можливостей програмного забезпечення для візуалізації геоінформації

3.2. Геоінформаційна система QGIS у вивченні та обробці геопросторової інформації

3.2.1. Роль QGIS в геоінформаційних технологіях 71

3.2.2. Історія та розвиток геоінформаційної системи QGIS 73

3.2.3. Основні функціональні можливості QGIS 74

3.2.4. Архітектура геоінформаційної системи QGIS 77

3.2.5. Інтерфейс геоінформаційної системи QGIS 80

3.3. Приклад застосування інформаційної системи QGIS до обробки кадастрової інформації

РОЗДІЛ 4. КРИТЕРІЇ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ

4.1. Критерії вибору програмного засобу 85

4.2. Рекомендації щодо вибору програмного засобу 91

ВИСНОВКИ 94

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 96

ВСТУП

Актуальність роботи. Сучасний світ переживає еру інформаційних технологій, де геоінформаційні системи та технології стають необхідним інструментом для обробки та аналізу географічних даних. Розширення можливостей цих систем взаємодії з іншими сервісами, такими як Google Maps, відкриває нові перспективи для розвитку геоінформаційної галузі.

Геоінформаційні технології (ГІТ) – це галузь науки і техніки, яка використовується для збору, аналізу та використання географічних даних. Геоінформаційні системи (ГІС) є ключовим елементом цих технологій і надають можливість збирати, зберігати, обробляти та аналізувати геопросторову інформацію. ГІС використовуються в різних галузях, таких як геодезія, картографія, агрономія, екологія, містобудування, транспорт і багато інших.

Однією з ключових задач в геоінформаційних технологіях є обробка геоінформаційних даних. Ця обробка може включати в себе збір даних з різних джерел, їх обробку, аналіз та візуалізацію. Оптимізація вибору інструментального засобу для обробки геоінформаційних даних є важливою задачею для ефективного використання цих даних.

Сервіс Google Maps є одним із найпопулярніших інструментів для роботи з геоінформаційними даними. Він надає можливість відображення географічних карт, пошуку місць, навігації та інших функцій. Оптимізація вибору цього сервісу для обробки геоінформаційних даних може бути корисною для великої кількості застосувань, включаючи веб-розробку, туризм, транспорт і багато інших сфер.

Мета роботи: опис детальних критеріїв і рекомендацій щодо вибору інструментального засобу для обробки геоінформаційних даних сервісу Google Maps.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи можуть бути використані наступні методи дослідження:

- аналіз літературних джерел;
- практичні дослідження;
- порівняльний аналіз.

Об'єкт дослідження. Геоінформаційні технології та системи, з фокусом на вивченні та оптимізації вибору інструментального засобу для обробки геоінформаційних даних в сервісі Google Maps. Дослідження включає в себе аналіз понять та визначень в галузі геоінформаційних технологій, історії та розвитку геоінформаційних систем, ключових компонентів цих систем, а також конкретних аспектів використання Google Maps та геоінформаційної системи QGIS. Дослідження спрямоване на визначення переваг, обмежень та можливостей використання обраних геоінформаційних інструментів у різних сферах, включаючи геодезію, картографію, природничі науки, екологію, міське планування, транспорт, сільське господарство та інші галузі.

Інструмент дослідження. Інтернет-сервіси обробки геоінформаційних даних сервісу Google Maps.

Предметом дослідження є геоінформаційні системи і технології.

Завдання дослідження:

- здійснити аналіз основних понять та визначень геоінформаційних технологій;
- розглянути ролі геопросторової інформації в геоінформаційних системах;
- розглянути функціональні можливості Google Maps та оптимальні підходи до їх використання;
- описати детальні критерії і рекомендації щодо вибору інструментального засобу для обробки геоінформаційних даних сервісу Google Maps.

Апробація кваліфікаційної роботи. Результати виконання кваліфікаційної роботи, окремі її аспекти та одержані узагальнення і висновки були оприлюднені на звітній науковій конференції викладачів, співробітників і здобувачів вищої освіти Рівненського державного гуманітарного університету за 2022 рік (м. Рівне, 2023).

Структура роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. У першому розділі розглянуто поняття, які відносяться до геоінформаційної технології і системи. У другому розділі проведено опис засобів та інструментарію обробки геоінформаційних даних сервісом Google Maps. Третій розділ – огляд програмного забезпечення просторової візуалізації геоінформаційних даних. У четвертому розділі подано критерії і рекомендації щодо вибору програмного засобу для оптимальної геоінформаційних даних. Список літератури містить двадцять сім джерел.

РОЗДІЛ 1.

ПОНЯТТЯ ПРО ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

1.1. Основні поняття та визначення.

1.1.1. Визначення геоінформаційних технологій.

Геоінформаційні технології (ГІТ) є інтегрованою системою методів та засобів, які використовуються для збору, обробки, аналізу, зберігання, відображення і використання географічних (геопросторових) даних. Ці технології дозволяють організувати та оптимізувати роботу з інформацією, яка пов'язана з конкретними географічними об'єктами та їхніми взаєминами на поверхні Землі. У широкому сенсі ГІТ – це набори даних та аналітичні засоби для роботи з координатно прив'язаною інформацією. ГІТ – це інформаційні технології обробки географічно організованої інформації.

Геоінформаційні технології включають в себе [4]:

- Геоінформаційні системи (ГІС): спеціалізовані програмні продукти та апаратні засоби, які дозволяють збирати, зберігати та аналізувати географічні дані, а також виконувати операції з ними, такі як створення карт, аналіз просторових відношень та моделювання.
- Дистанційне зондування: техніка для збору інформації про Землю з використанням дистанційних засобів, які можуть бути супутниками, літаками або дронами. Ця інформація може включати знімки, спектральні дані та радіосигнали.
- Геодезія і картографія: науки та технології, пов'язані з вимірюваннями, моделюванням і створенням географічних карт та планів.
- Геоінформаційний аналіз: процес виявлення, визначення та інтерпретації інформації з географічних даних для прийняття рішень.

- Геоінформаційне моделювання: створення віртуальних репрезентацій географічних об'єктів та процесів для аналізу та передбачення їхньої поведінки.

- Спеціалізовані геоінформаційні дані та бази даних: збір та зберігання географічних даних, таких як кадастрові дані, гідрографічні дані, дані про клімат, транспортні мережі та інше.

Геоінформаційні технології знаходять застосування у різних галузях, включаючи геологію, екологію, сільське господарство, міське планування, транспорт, кадастр та багато інших сфер. Вони допомагають зрозуміти та вирішувати географічно пов'язані проблеми та завдання, сприяючи покращенню управління та прийняттю раціональних рішень.

В області геоінформаційних технологій працювали та досліджували цю галузь багато вчених з усього світу. Деякі з найважливіших імен, які внесли значний внесок у цю область, включають:

- Роджер Томлінсон: Канадський вчений, вважається «батьком ГІС», розробив першу систему ГІС у 1960-х роках, запропонував методологію та термінологію ГІТ.

- Майкл Гудчайлд: Англо-американський географ та та піонер у сфері географічних інформаційних систем та геоінформатики.

Сутність ГІТ проявляється у її здатності пов'язувати з картографічними (графічними) об'єктами деяку описову (атрибутивну) інформацію (насамперед алфавітно-цифрову та іншу графічну, звукову та відеоінформацію). Як правило, алфавітно-цифрова інформація організується як таблиці реляційної бази даних (БД). У найпростішому випадку кожному графічному об'єкту ставиться у відповідність рядок таблиці – запис у БД. Виділяють точкові, лінійні та площинні об'єкти. Використання такого зв'язку, власне, і відкриває такі багаті функціональні можливості перед ГІТ. Ці

можливості, природно, різняться в різних систем, але є базовий набір функцій, зазвичай наявний у будь-якій реалізації ГІТ.

Спостерігається тенденція зростання ролі ГІТ у процесі активізації інформаційних ресурсів, так як великі масиви картографічної інформації ефективно перетворюються на активну форму машинної для обробки інформації лише з допомогою ГІТ. Крім того, у ГІТ карта стає дійсно динамічним об'єктом. Останнє зумовлено наступними новими можливостями ГІТ [3]:

- змінюваність масштабу;
- перетворення картографічних проекцій;
- варіюванням об'єктним складом карти;
- "опитуванням" через карту в режимі реального часу численних БД, що містять інформацію, що змінюється;
- варіюванням символією, тобто способом відображення об'єктів (колір, тип лінії тощо), у тому числі визначення символіки через значення атрибутивних ознак об'єктів, що дозволяє синхронізувати візуалізацію із змінами БД.

В даний час широко поширене розуміння того, що ГІТ – це не клас або тип програмних систем, а базова технологія для багатьох комп'ютерних застосувань (методів і програм), що працюють з просторовою інформацією.

1.1.2. Геоінформаційні системи: поняття та основні характеристики.

Геоінформаційні системи – це спеціалізовані програмно-апаратні комплекси, які призначені для збору, обробки, зберігання, моделювання та аналізу просторових даних, та відображення географічної інформації [3].

Географічна інформація включає в себе дані про розташування об'єктів на Землі, їхні властивості та зв'язки. Основне призначення ГІС полягає у формуванні знань про Землю, окремих територій, місцевості, а також своєчасному доведенні необхідних та достатніх просторових даних до користувачів з метою досягнення найбільшої ефективності їхньої роботи. Сучасні ГІС являють собою новий тип інтегрованих систем, які, з одного боку, включають методи обробки даних існуючих автоматизованих систем, а з іншого - мають специфіку в організації та обробці даних. Основні характеристики ГІС наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Основні характеристики геоінформаційних систем

№ з/п	Характеристика	Опис
1.	Збір та введення даних	ГІС дозволяють збирати географічні дані з різних джерел, таких як супутники, GPS, картографічні аерозйомки, а також вручну вводити дані.
2.	Зберігання та організація даних	ГІС забезпечують систематичне зберігання географічних даних у спеціальних базах даних, які дозволяють ефективно організовувати та категоризувати інформацію.
3.	Аналіз та обробка даних	ГІС надають інструменти для проведення різноманітних аналізів географічних даних, включаючи пошук, фільтрацію, вимірювання, статистичний аналіз та моделювання.

4.	Відображення та візуалізація	ГІС дозволяють створювати графічні представлення географічної інформації у вигляді карт, графіків та інших візуальних елементів.
5.	Інтерактивність	ГІС часто надають можливість взаємодії з географічними даними, що дозволяє користувачам виконувати операції та отримувати результати в режимі реального часу.
6.	Інтеграція з іншими системами	ГІС можуть бути інтегровані з іншими інформаційними системами та базами даних для обміну інформацією та спільної роботи з іншими аплікаціями.
7.	Підтримка прийняття рішень	ГІС допомагають вирішувати географічно пов'язані проблеми та завдання шляхом аналізу та відображення інформації на карті.
8.	Можливість створення спеціалізованих застосунків	ГІС дозволяють розробляти власні програми та застосунки для конкретних завдань та галузей, що вимагають обробки географічних даних.

Основною особливістю ГІС, що визначає її переваги в порівнянні з іншими АІС, є наявність геоінформаційної основи, тобто цифрових карт (ЦК), що дають необхідну інформацію про земну поверхню. При цьому ЦК мають забезпечувати [26]:

- точну прив'язку, систематизацію, відбір та інтеграцію всієї інформації, що надходить і зберігається (єдиний адресний простір);

- комплексність та наочність інформації для прийняття рішень;
- можливість динамічного моделювання процесів та явищ;
- можливість автоматизованого вирішення завдань, пов'язаних із аналізом особливостей території;
- можливість оперативного аналізу ситуації у екстрених випадках.

Оскільки в ГІС здійснюється комплексна обробка інформації (від її збору до зберігання, оновлення та надання), їх можна розглядати з різних точок зору:

- ГІС як система управління – призначена для забезпечення підтримки прийняття рішень на основі використання картографічних даних;
- ГІС як автоматизована інформаційна система – поєднує ряд технологій відомих інформаційних систем (САПР та інших);
- ГІС як геосистема – включає технології фотометрії, картографії; ГІС як система, що використовує БД - характеризується широким набором даних, що збираються за допомогою різних методів та технологій;
- ГІС як система моделювання система надання інформації є розвитком систем документального обороту, систем мультимедіа і т.д.

Найбільш розвинені ГІС (зазвичай з сильною підтримкою і растрової моделі), що мають хороші засоби програмування, широко використовуються для моделювання природних та техногенних процесів, у тому числі поширення забруднень, лісових пожеж та ін. також включають найпростіші засоби картографічної візуалізації.

Наявність широкого спектра тенденцій розвитку в різних галузях інформаційних технологій, інтереси яких сходяться в галузі ГІТ, а також поява універсальних пакетів широкого застосування призвела до того, що межі визначення ГІТ стають менш чіткими. Тож у час склалося поняття повнофункціональна ГІС (full GIS).

Повнофункціональна ГІС має забезпечувати:

- двосторонній зв'язок між картографічними об'єктами та записами табличної бази даних;

- управління візуалізацією об'єктів, що забезпечує вибір складу та форми відображення;

- роботу з точковими, лінійними та площинними об'єктами;

- введення карток з діджитайзера або сканера та їх редагування;

- підтримку топологічних зв'язків між об'єктами та перевірку за їх допомогою геометричної коректності карти, в т.ч. замкнутості площинних об'єктів, зв'язності, прилягання та ін;

- підтримку різноманітних картографічних проекцій;

- геометричні вимірювання на карті довжини, периметра, площі та ін; побудова буферних зон навколо об'єктів та реалізацію інших оверлейних операцій;

- створення власних позначень, у тому числі нових типів маркерних знаків, типів ліній, типів штрихування та ін; с

- творення додаткових елементів оформлення карти, зокрема підписів, рамок, легенд;

- висновок високоякісних твердих копій карт; вирішення транспортних та інших завдань на графах, наприклад, визначення найкоротшого шляху тощо;

- роботу з топографічною поверхнею.

Крім повнофункціональних ГІС загального призначення, виділяють спеціалізовані, які часто мають нечіткі межі зі спеціалізованими пакетами, що не являються в цьому значенні ГІС. Наприклад, ГІС, орієнтовані завдання планування зв'язку, транспортні і навігаційні завдання, завдання інженерних пошуків і проектування споруд.

Неспеціалізовані ГІС нижчого рівня, ніж повнофункціональні системи загального призначення, зазвичай називають «персональними системами картографічної візуалізації», іноді навіть відокремлюючи цей клас систем від власне ГІС. Відмінною їх рисою є, насамперед, обмежені аналітичні можливості (наприклад, відсутні оверлейні операції для площинних об'єктів) та слабкі можливості введення та редагування картографічної основи.

Так як сучасні ГІС є, як правило, складними програмно-інформаційними комплексами, розробленими спеціально для застосування в конкретних галузях інформаційної діяльності або для вирішення спеціалізованих завдань, то до їх складу входять:

- операційна система;
- модулі тематичної обробки даних;
- інтерактивний інтерфейс користувача.

До модулів тематичної обробки даних належать:

- програмне забезпечення введення-виведення даних;

- прикладне програмне забезпечення аналізу векторної та растрової інформації;

- СУБД;

- програмне забезпечення розпізнавання образів;

- програмне забезпечення вибору картографічної проекції;

- програмне забезпечення для перетворення зображень;

- програмне забезпечення картографічної генералізації;

- програмне забезпечення генерації умовних знаків та інше.

1.1.3 Роль геопросторової інформації в ГІС.

Геопросторова інформація є основною складовою геоінформаційних систем і відіграє ключову роль в їх функціонуванні та застосуванні.

Геопросторова інформація – це дані, які пов'язані з конкретними географічними об'єктами та їх розташуванням на поверхні Землі. Основні аспекти ролі геопросторової інформації в ГІС включають [27]:

1. Локалізацію об'єктів: Геопросторова інформація надає можливість точно визначати місце розташування об'єктів на Землі, включаючи географічні координати, альтитуду та інші параметри.
2. Аналіз просторових відносин: ГІС використовують геопросторову інформацію для визначення відстаней між об'єктами, взаємного відношення, площі, об'єму та інших характеристик, які пов'язані з географічною позицією.
3. Створення географічних карт і планів: Геопросторова інформація дозволяє створювати картографічні візуалізації, які спрощують сприйняття географічних даних та полегшують прийняття рішень.
4. Моделювання та прогнозування: Геопросторова інформація використовується для створення географічних моделей, які

дозволяють аналізувати та прогнозувати різні процеси та явища, які мають географічну складову.

5. **Управління ресурсами та планування:** ГІС допомагають в управлінні ресурсами та плануванні, включаючи земельне господарство, міське планування, транспорт і багато інших сфер, де важлива інформація про розташування об'єктів.
6. **Підтримка рішень:** Геопросторова інформація допомагає приймати обґрунтовані рішення, орієнтовані на географічний контекст, такі як вибір оптимального місця для будівництва, планування маршрутів, міське розташування і багато інших.
7. **Спільна робота та обмін інформацією:** Геопросторова інформація дозволяє різним користувачам спільно працювати над географічними даними та обмінюватися ними для спільних проектів та завдань.

Геопросторова інформація і визначає сутність та цінність ГІС в різних

галузях. Використання географічних даних допомагає покращити ефективність управління та прийняття рішень в сучасному світі.

1.2. Історія та розвиток геоінформаційних технологій.

1.2.1. Етапи розвитку геоінформаційних технологій.

Достеменний час народження ГІС достовірно невідомий. Але перше, найдавніше і найпростіше використання ГІТ було ще у первісної людини. Доказом цього слугують малюнки, знайдені на стінах кроманьйонців у печері Ласко (Франція), вік яких перевищує 15000 років (рис 1.1.) [3].



Рис. 1.1 Найдавніша відома ГІТ

Другий відомий факт вдалого прикладу застосування ГІТ належить Луї-Олександрю Бертє, який застосував технологію суміщення та накладання просторових даних за допомогою узгодженого набору карт. Штабний офіцер Луї-Олександр Бертє використав прозорі пласти, які накладались на базову карту для наочної демонстрації переміщення військ у битві під Йорктауном у 1781 р. [3].

Розвиток геоінформаційних технологій пройшов кілька етапів, від початкового використання картографії до сучасних інтегрованих систем. Нижче наведено загальний огляд цих етапів:

1. Етап піонерів картографії і геодезії (початок 20 століття): Перші спроби створити ГІТ пов'язані з розвитком картографії та геодезії. Люди створювали паперові карти та атласи для детального опису територій та їх властивостей. Теоретичні дослідження в галузі географії і просторових даних, упровадження кількісних методів аналізу інформації сприяли появі нового підкласу інформаційних систем, які отримали назву геоінформаційних [16]. На цьому етапі відбувалися дослідження принципів можливостей ГІС та можливостей суміжних галузей знань і технологій, напрацювання емпіричного досвіду, перші великі проекти та теоретичні роботи. Проте, доволі часто грандіозні

ідеї терпіли фіаско через нестачу комп'ютерних потужностей. Велике значення для цього періоду мали теоретичні праці в галузі географії і просторових взаємозв'язків, а також становлення комп'ютерних методів просторового аналізу растрових зображень й автоматизованого картографування з використанням плотерів у географії в США, Канаді, Англії, Швеції (праці В. Гаррісона, Т. Хагерстранда, Г. Маккарті, Я. МакХарга. Проте, першим і, безумовно, великим успіхом становлення геоінформатики і ГІС стали розробки та створення у 60-х рр. ХХ ст. Географічної інформаційної системи Канади. Ця ГІС була побудована на базі перших великих ЕОМ і пакетної системи обробки даних. "Батьком" ГІС Канади вважається британський географ Роджер Томлінсон, під керівництвом якого було розроблено та реалізовано багато концептуальних і технологічних рішень, який спромігся переконати уряд Канади в необхідності створення CGIS. Саме він запровадив термін «географічні інформаційні системи» [3].

2. Електронні ГІС (1960-1970-ті роки): Перехід до електронних систем та розвиток комп'ютерів дав поштовх створенню перших електронних ГІС. У другій половині 70-х років – на початку 80-х рр. ХХ ст. уряди багатьох країн, приватні фірми, зокрема США і Західної Європи, побачили перспективу використання ГІС і почали інвестувати в розробку цих технологій значні кошти [20]. Крім того, розробка та широке поширення відносно недорогих персональних комп'ютерів із графічним дисплеєм дозволили відмовитись від «пакетного» режиму обробки даних. Показовими для цього періоду є факти офіційного визнання, наприклад, у Великій Британії в 1984 р. методів обробки просторових даних науково-дослідними пріоритетами (Jackson et al., 1990) і створення у США Національного центру географічної інформації й аналізу (NCGIA) Національної академії наук (1987 р.), призначеного для проведення базових досліджень у галузі

географічного аналізу з використанням ГІС. У цей же період відбувається зменшення ролі та впливу окремих дослідників-особистостей і невеликих наукових груп на розвиток ГІС. Поступово накопичується велика кількість статистичних даних у друкованій формі, координованих у просторі, тобто створюються необхідні умови для розробки ГІС [3].

3. Розвиток просторового аналізу (1980-1990-ті роки): ГІС стали більш розвинутими та здатними до проведення складних аналізів та моделювання. В цей період з'явилися поняття, такі як «просторова база даних» і «аналіз просторових зв'язків» [12]. Наприкінці 80-х рр. ХХ ст. ринок геоінформаційних систем належить двом американським системам MapInfo (MapInfo Corp.) і AtlasGIS (Strategic Mapping Inc.). На початку 1990-х рр. у цих пакетів з'явився потужний конкурент – ArcView GIS (ESRI Inc.). У колишньому СРСР дослідження в галузі ГІТ були розпочаті у 80-х рр. ХХ ст. і головним чином, як відзначає В. С. Тікунов, були пов'язані з адаптацією зарубіжного (західного) досвіду. Дослідження проводили Інститут географії та Далекосхідний науковий центр АН СРСР, Московський (кафедра картографії і геоінформатики), Казанський, Тбіліський, Тартуський і Харківський університети. У другій половині 80-х рр. ХХ ст. були розроблені перші автоматизовані системи картографування, зокрема АКС МДУ, яка була орієнтована передусім на потреби тематичного картографування, здійснювалися дослідження з просторового аналізу, картографо-математичного моделювання, тематичного картографування та їх автоматизації (О. М. Берлянт, М. 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 розробки перших геоінформаційних систем М. Л. Беручашвілі, І. В. Гарміз, В. С. Давидчук, В. П. Каракін,

О. В. Кошкар'юв, В. Г. Лінник, М. В. Панасюк, А. М. Трофімов та інші [3].

4. Зростання доступності супутникових знімків (1990-2000-ті роки): Супутникова та повітряна зйомка стала більш доступною, що важливо покращило можливості ГІС для визначення розташування та моніторингу об'єктів на Землі [16].

5. Розвиток геопросторових інформаційних систем у веб-середовищі (2000-нині): Завдяки Інтернету та веб-технологіям ГІС стали доступними в онлайн-режимі. Це призвело до появи веб-ГІС та збільшило доступність та використання ГІС [13].

6. Інтегровані ГІС та сучасні технології (сучасність): Сьогоднішні ГІС використовуються в різних галузях, включаючи екологію, транспорт, геологію, міське планування та багато інших. Вони поєднуються з сучасними технологіями, такими як штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей (IoT) [14].

Ці етапи відображають еволюцію ГІС від початкових фаз розвитку до сучасного стану справ. Спостереження за історичним розвитком ГІС може допомогти зрозуміти, як ця технологія стала важливою в сучасному світі та її потенціал для майбутнього.

1.2.2. Важливі історичні події та досягнення у галузі ГІС.

Важливі історичні події та досягнення у галузі Геоінформаційних систем свідчать про її поступовий розвиток та важливий внесок у наш сучасний світ. Окреслимо ключові події та досягнення в історії ГІС:

1. Перша електронна ГІС (1960-1970 роки): У цей період з'явилися перші програмні продукти, спрямовані на обробку географічних даних за допомогою комп'ютерів. Наприклад, в 1963 році в США була розроблена система SYMAP, яка стала однією з перших електронних ГІС.

2. Створення терміну "Геоінформаційні системи" (1968 рік): Джон Райкер заснував термін "Геоінформаційні системи" на конференції в Канаді. Цей термін став загальноприйнятим для позначення комплексів засобів та методів обробки географічної інформації.

3. Створення перших супутників для зйомки Землі (1970-1980 роки): Запуск штучних супутників, таких як Landsat, в ранні 1970-і роки відкрив можливості для дистанційного зондування Землі та збору географічних даних з космосу.

4. Поширення ГІС в сфері міського планування та геології (1980-1990 роки): ГІС стали широко використовуватися в міському плануванні, транспорті, геології, агрономії та інших галузях.

5. Заснування компанії Esri (1969 рік): Компанія Environmental Systems Research Institute (Esri) була заснована Джеком Дангласом у 1969 році і стала однією з провідних у галузі ГІС, розробляючи популярне програмне забезпечення ArcGIS.

6. Розвиток веб-ГІС та мобільних додатків (2000-нині): Розвиток Інтернету дав поштовх створенню веб-ГІС та мобільних додатків, що зробило ГІС доступним для широкого загалу.

7. Зростання застосування в сфері сучасних технологій (сучасність): ГІС поєднуються з сучасними технологіями, такими як штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей (IoT), що відкриває нові можливості для аналізу та використання географічної інформації.

Ці історичні події та досягнення визначили сучасний стан ГІС та їхню важливу роль у різних галузях, від науки та досліджень до планування та управління ресурсами.

1.3. Ключові компоненти геоінформаційних систем.

1.3.1. Архітектура ГІС: аналіз складових та взаємодія між ними.

Архітектура Геоінформаційних систем – це структурний та функціональний склад системи, яка дозволяє збирати, зберігати, обробляти, аналізувати та відображати географічну інформацію. ГІС включають в себе декілька ключових компонентів, які взаємодіють між собою для досягнення мети системи. Основні складові архітектури ГІС включають:

1. Джерела географічної інформації: Ця складова включає в себе джерела географічних даних, такі як супутникові знімки, карти, геодезичні вимірювання, аерозйомки, даних GPS та інші. Джерела географічної інформації надають вихідні дані для ГІС [27].

2. Збір та введення даних: Ця складова включає в себе процес збору та введення географічних даних до системи. Це може бути введення даних вручну, використання сучасних засобів збору інформації (наприклад, GPS-пристроїв), або імпорт даних з інших джерел.

3. Система зберігання географічних даних: Ця складова включає в себе базу даних, яка забезпечує зберігання та організацію географічної інформації. Це може бути реляційна база даних або спеціалізована система зберігання географічних даних, така як географічна база даних.

4. Аналіз і обробка даних: Ця складова включає в себе інструменти та алгоритми для проведення аналізу географічних даних. Це включає в себе функції для виконання операцій, таких як буферизація, вимірювання відстаней, визначення зон та інше.

5. Візуалізація та виведення результатів: Ця складова дозволяє відображати географічну інформацію у вигляді карт, графіків та інших візуальних елементів. Вона також включає в себе інтерактивний інтерфейс для користувачів.

6. Інтерфейс користувача: Ця складова забезпечує взаємодію користувачів з ГІС. Вона включає в себе різноманітні інструменти для введення даних, виконання аналізу та відображення результатів.

7. Інтеграція з іншими системами: ГІС може бути інтегрована з іншими інформаційними системами та базами даних для обміну інформацією та спільної роботи з іншими додатками.

Взаємодія між цими складовими створює повноцінну ГІС, яка дозволяє користувачам збирати, зберігати, аналізувати та використовувати географічну інформацію для прийняття рішень та вирішення географічно пов'язаних завдань. Розуміння архітектури ГІС важливо для ефективного впровадження та використання цієї технології в різних галузях.

1.3.2. Геодані: збір, обробка та зберігання геоінформації.

Геодані - це географічна інформація, яка включає в себе дані про розташування об'єктів на Землі, їхні властивості та взаємовідносини. Збір, обробка та зберігання геоданих важливі для розробки та використання Геоінформаційних систем та знаходять застосування в різних галузях, від картографії та міського планування до екології та транспорту. Основні аспекти збору, обробки та зберігання геоданих включають такі етапи:

1. Збір геоданих:

- Термінологія і класифікація: Важливо узгодити термінологію та класифікацію геоданих для однозначного сприйняття та обробки інформації.
- Джерела даних: Визначення джерел геоданих, такі як супутникові знімки, GPS-дані, картографічні аерозйомки, дрони, геодезичні вимірювання тощо.

- Збір на місцевості: Проведення теренних вимірювань та збору даних на місцевості за допомогою GPS-пристроїв та інших засобів.

2. Обробка геоданих:

- Геопроцесінг: Обробка та аналіз геоданих за допомогою ГІС-програмних засобів, включаючи знешумлення даних, корекцію помилок, об'єднання та агрегацію даних.
- Просторовий аналіз: Застосування різних аналітичних методів для визначення взаємовідносин між географічними об'єктами та розробки картографічних продуктів.

3. Зберігання геоданих:

- Бази даних ГІС: Створення та управління спеціалізованими базами даних для зберігання географічних даних.
- Геоінформаційні системи: Використання ГІС для створення інтерфейсу доступу до збережених геоданих та їх аналізу.

4. Стандартизація та метадані:

- Стандартизація: Встановлення стандартів для форматів та обміну геоданими для забезпечення сумісності між різними джерелами і системами.
- Метадані: Додавання інформації про геодані, такої як джерело, дата створення, автор і інші метадані, для кращого управління та пошуку інформації.

Збір, обробка та зберігання геоданих важливі для створення точних та корисних географічних інформаційних систем та додатків. Цей процес є фундаментом для розробки географічних рішень та допомагає вирішувати різноманітні географічно пов'язані завдання у сучасному світі.

1.3.3. Програмне забезпечення для роботи з ГІС.

Програмне забезпечення для роботи з Геоінформаційними системами представляє собою набір програм та інструментів, розроблених для збору, зберігання, аналізу та відображення географічної інформації. Це програми, які допомагають користувачам працювати з геоданими та вирішувати різноманітні географічно пов'язані завдання.

На сьогодні кількість ГІС-пакетів, що пропонуються на ринку, обчислюється кількома тисячами. Проте здебільшого це спеціалізовані системи. Реальних повнофункціональних ГІС-пакетів загального призначення на ринку є кілька десятків. Здебільшого програмне забезпечення для ГІС розробляють спеціалізовані фірми, лише у деяких випадках це продукти великих фірм, де ГІС - не основний продукт (IBM, Intergraph, Computervision, Westinghouse Electric Corp., McDonnell Douglas, Siemens Nixdorf). За кількістю відомих пакетів та за кількістю інсталяцій переважають ПК (MS DOS, MS Windows) та UNIX- робочі станції.

Слід зазначити, що в даний час повнофункціональні ГІС загального призначення переважно орієнтовані на робочі станції з операційною системою UNIX. На ПК, як правило, функціонують системи з обмеженими можливостями. Частково це визначається специфікою користувачів ПК, для багатьох з яких проста ГІС потрібна лише як доповнення до звичайного ПЗ. Але головна причина – у вимогах, які потужна ГІС висуває до апаратних засобів комп'ютера.

Топологічні векторні структури даних за своєю природою складні, а процеси їх використання вимагають інтенсивних розрахунків, значно більших, ніж робота зі звичайною векторною графікою, у тому числі й в

області операцій із плаваючою точкою. Серйозні програми часто вимагають роботи з довгими цілими та дійсними числами подвійної точності. Для роботи з ГІС потрібні дисплеї високої роздільної здатності та швидкоавідеосистема, причому вимоги до палітри жорсткіші, ніж у САПР. Вони аналогічні вимогам до видавничих систем професійної поліграфії. Особливо високі вимоги до швидкості малювання пред'являє типове для ГІС (і менш типове для САПР) завдання заливання штрихуванням великої кількості замкнутих багатокутників (полігонів) складної форми.

Серйозні проекти з використанням ГІС вимагають роботи з великими обсягами даних від сотень мегабайт до кількох десятків гігабайт. Особливо високі вимоги до обсягів дискової та основної пам'яті, а також швидкодії комп'ютера, пред'являють ГІС з обробкою зображення у вигляді растрових структур, наприклад, в задачах геометричної корекції аерознімків, моделювання природних процесів і при роботі з рельєфом земної поверхні. Один кольоровий аерознімок високої роздільної здатності стандартного формату, якщо перевести його в цифрову форму без втрати «точності» (24 bit, 1200 dpi) займає близько 200 Мб. Багато завдань регіонального характеру потрібно використовувати суміщену і геометрично відкориговану мозаїку з таких знімків, тим паче, що визнано доцільним використовувати растрову підкладку з такої мозаїки аеро- чи космічних знімків (digital orthophoto) як базового шару для векторних карт, тобто. фотознімки «вдруковуються» у зображення карти. Те ж зауваження справедливе і для роботи з аерокосмічними знімками, які, як правило, повинні оброблятися різними способами, щоб вибірково виділити на них різну інформацію (операції різного роду фільтрації, контрасту, операції з використанням швидкого

перетворення Фур'є, класифікаційні алгоритми, дискримінантний, кластерний і факторний аналіз, і навіть спосіб основних компонент). Тому замість того, щоб зберігати десятки версій обробки, що вимагало б до сотень Гбайт на 1 кадр, раціональніше виконувати їх на вимогу. Сучасні спеціалізовані робочі станції справляються з таким завданням, для ПК вони ще важкі. Іноді операція з одним кадром на ПК триває кілька хвилин. Коли необхідно моделювати складні природні процеси, зокрема поширення забруднення, лісових пожеж або застосовувати дані аерокосмічних зйомок, використання спеціалізованої робочої станції є єдиним прийнятним варіантом.

Слід зазначити, що швидкість накопичення обсягів аерокосмічних (особливо космічних) даних поки що йде в тому ж темпі або навіть випереджає темпи зростання обчислювальних потужностей ПК та робочих станцій. Дійсно, щомісяця над кожною ділянкою Землі розміром із велике місто збирається не менше 800-1000 Мбайт супутникових зображень. І якщо навіть врахувати, що половина їх за умов хмарності непридатна для використання в ГІТ-додатках, все одно це становить величезний потік. І ще одне зауваження: роздільна здатність систем збору дистанційної інформації постійно зростає, а збільшення геометричного дозволу на території з 20 до 10 м збільшує обсяг даних у 4 рази. Так що кожні 2-4 роки комп'ютерна система має у кілька разів збільшувати свою продуктивність, щоб не відстати від темпів розвитку пристроїв збирання інформації. Звідси зрозуміло, що тривалий час технічною основою потужних повнофункціональних ГІС з аналітичними функціями залишатимуться спеціалізовані робочі станції. Ще одним моментом, який зумовлює необхідність звернення суттєвої уваги до

робочих WVZY-станцій, є той факт, що сьогодні основні пакети найбільш «серйозних» ГІС ще не переведені на ПК.

Основними напрямками використання ПК під час роботи з ГІС на даний час є [6]:

- використання ПК як терміналів спільно з робочими станціями для роботи з великими ГІС (ARC/INFO);

- використання ПК як станцій введення та модифікації цифрових карток місцевості з дигітайзера або сканера (PC ARC/INFO, ArcCAD);

- використання ПК для ГІТ-проектів із невеликим обсягом одночасно активної інформації (PC ARC/INFO, ArcCAD, ArcView);

- використання ПК у навчальних цілях для знайомства з методологією ГІТ;

- використання ПК на початкових стадіях великих проектів, коли обсяг бази даних ще не зріс, не потрібно повна функціональність на великих обсягах і потрібно ще доводити корисність використання ГІТ і необхідність вкладення серйозних коштів.

Основні види програмного забезпечення для ГІС включають [7]:

1. ГІС-платформи: це потужні програми, призначені для створення та управління геоінформаційними проектами. Вони надають можливості для збору та аналізу геоданих, створення карт та візуалізації результатів. Приклади включають Esri ArcGIS, QGIS, та GRASS GIS.

2. Спеціалізовані ГІС-програми: ці програми розроблені для конкретних галузей та завдань, таких як транспортне планування, лісове господарство, геологія тощо. Вони надають спеціалізовані функції та інструменти для вирішення конкретних завдань.

3. Веб–ГІС: вони дозволяють користувачам взаємодіяти з геоінформаційними даними через веб-браузери. Веб–ГІС надають можливість створювати та розповсюджувати географічні дані онлайн. Приклади включають ArcGIS Online, Google Maps API, та Mapbox.

4. Мобільні застосунки для ГІС: картографічні застосунки для смартфонів та планшетів призначений для доступу, обробки, аналізу та графічної візуалізації просторових даних, що дозволяє працювати з інформацією безпосередньо на місцевості. Мобільна ГІС стає все більш затребуваною у зв'язку з широким розповсюдженням смартфонів і планшетів, володіє порівняно простим інтерфейсом, адаптованим під пристрої з невеликими екранами, і обмеженим набором функцій. [25]

Приклади включають Collector for ArcGIS, Survey123 for ArcGIS, та Fulcrum.

5. Геопроцесінгові інструменти: ці програми надають інструменти для виконання специфічних операцій та аналізу геоданих. Вони допомагають виконувати складні обчислення та операції, такі як буферизація, злиття даних та аналіз просторових відносин.

6. Бібліотеки та SDK: це набори програмних інструментів для розробки власних додатків та розширень ГІС. Вони надають програмістам доступ до геоданих та функцій ГІС для інтеграції з іншими програмами.

Ці види програмного забезпечення розроблені для різних потреб і користувачів, від картографів та геологів до управлінців та розробників додатків. Вибір програмного забезпечення залежить від конкретних завдань та потреб користувача в обробці та аналізі геоданих.

1.4. Застосування геоінформаційних технологій.

1.4.1. Геоінформаційні технології у геодезії та картографії.

Геоінформаційні технології відіграють важливу роль у сферах геодезії та картографії, допомагаючи збирати, обробляти та аналізувати географічну

інформацію для створення точних карт, планів, моделей і вирішення геопросторових завдань. Нижче наведено основні аспекти використання ГІТ у геодезії та картографії [23]:

1. Геодезичні вимірювання і GPS: ГІТ дозволяють здійснювати точні геодезичні вимірювання та визначати географічні координати точок з високою точністю. Глобальна система позиціонування надає можливість визначати місцезнаходження об'єктів на Землі з використанням супутникових сигналів.

2. Аерозйомка та супутникові знімки: ГІТ дозволяють аналізувати та інтегрувати аерозйомку та супутникові знімки для створення актуальних карт і планів, а також для моніторингу змін на поверхні Землі.

3. Системи координат і проекції: ГІТ надають засоби для перетворення географічних координат в різні системи координат та проекції для побудови карт у різних масштабах та для різних цілей.

4. Картографування і візуалізація: ГІТ допомагають створювати інтерактивні та динамічні карти, які можуть бути використані для візуалізації географічної інформації. Вони також надають засоби для додавання символіки, легенд та анотацій до карт.

5. Аналіз просторових зв'язків: ГІТ дозволяють проводити аналіз просторових зв'язків між об'єктами, такі як визначення відстаней, визначення зон, пошук найкоротших шляхів тощо.

6. Моделювання географічних процесів: ГІТ надають можливість моделювати географічні процеси, такі як зміни клімату, розповсюдження водних ресурсів, міське планування та багато інших.

7. Системи інформаційних джерел та бази даних: ГІТ дозволяють зберігати та керувати географічною інформацією у вигляді баз даних, що спрощує доступ до даних та їх обмін між користувачами.

8. Геопросторовий аналіз і прийняття рішень: ГІТ надають засоби для виконання геопросторового аналізу та прийняття рішень, що сприяє покращенню процесів прийняття рішень у галузі геодезії та картографії.

Геоінформаційні технології впроваджуються в різних аспектах геодезії та картографії для підвищення точності та ефективності роботи, а також для створення більш детальних та інтерактивних географічних продуктів для вирішення різних завдань.

1.4.2. Геоінформаційні системи у природничих науках та екології.

Використовуються для рішення таких задач [8]:

- Біорізноманітність та охорона природи: ГІС допомагають вивчати та відстежувати розподіл різних видів рослин і тварин, а також встановлювати зони охорони природи та управляти ними. Вони сприяють розвитку наукових досліджень і стратегій збереження біорізноманіття.
- Гідрологія та водні ресурси: ГІС допомагають аналізувати розподіл та стан водних ресурсів, включаючи річки, озера, джерела питної води та водні екосистеми. Вони дозволяють вирішувати проблеми з водними ресурсами та водним управлінням.
- Геологія та геологічне картографування: ГІС використовуються для аналізу геологічних структур, розподілу корисних копалин, а також для створення геологічних карт та моделей земної кори. Вони допомагають в розробці родовищ та оцінці геологічних ризиків.
- Екологічне моделювання: ГІС дозволяють створювати моделі екосистем та прогнозувати впливи на природне середовище внаслідок різних факторів, таких як зміни клімату, забруднення та зміни використання землі.

- Гірськолижний та лісовий менеджмент: ГІС використовуються для планування та управління лісовими ресурсами та гірськими територіями, враховуючи екологічні аспекти та сталий розвиток.
- Дослідження природних катастроф та рятування: ГІС надають інструменти для аналізу та моніторингу небезпечних природних явищ, таких як повені, землетруси та лісові пожежі. Вони сприяють плануванню заходів зі зменшення ризику та рятуванню.
- Багатофакторний аналіз: ГІС дозволяють враховувати багато різних факторів, що впливають на природні процеси, що допомагає дослідникам розуміти складні взаємозв'язки та приймати обґрунтовані рішення.

Використання ГІС у природничих науках та екології розширює можливості досліджень і допомагає вирішувати найважливіші проблеми, пов'язані з природним середовищем і збереженням біорізноманіття.

1.4.3. Геоінформаційні технології в сфері міського планування та транспорту.

Використання геоінформаційних технологій у сфері міського планування та транспорту відкриває безліч можливостей для оптимізації управління міськими та транспортними системами. ГІТ надають інструменти для збору, аналізу та візуалізації географічних даних, що допомагає вирішувати важливі завдання в цих галузях. Нижче наведено ключові аспекти використання ГІТ у міському плануванні та транспорті [14]:

1. Міське планування і зонування: ГІТ дозволяють створювати детальні міські плани та зонування, враховуючи різні параметри, такі як використання землі, інфраструктура, густина населення, транспортні мережі та екологічні аспекти.

2. Транспортне планування: ГІТ допомагають аналізувати рух та транспортні мережі, розробляти оптимальні маршрути, визначати проблемні місця та розраховувати плани для розвитку транспортної інфраструктури.

3. Громадський транспорт і маршрутизація: ГІТ допомагають визначати маршрути для громадського транспорту, враховуючи попит та оптимізуючи розклади, щоб поліпшити доступність та зменшити транспортні затори.

4. Паркування і трафік: ГІТ дозволяють аналізувати проблеми з паркуванням та рухом на дорогах, розробляти системи керування паркуванням та впливати на трафік для зменшення заторів.

5. Сміттєзвалища і відходи: ГІТ допомагають визначати місця для сміттєзвалищ, а також відстежувати об'єми та управляти відходами в місті.

6. Забезпечення безпеки та рятування: ГІТ допомагають агентствам забезпечення безпеки та рятувальним службам відстежувати події, які вимагають негайної реакції, та керувати рятувальними операціями.

7. Екологічний моніторинг: ГІТ дозволяють визначати впливи міської інфраструктури на навколишнє середовище, включаючи викиди CO₂, забруднення повітря та води, а також розвиток зелених зон та екологічних коридорів.

8. Інфраструктура і обслуговування міста: ГІТ допомагають управляти міською інфраструктурою, такою як електромережі, водопостачання та системи водовідведення, забезпечуючи їх ефективне функціонування та ремонти.

Використання ГІТ у міському плануванні та транспорті допомагає оптимізувати процеси управління міськими системами, зменшити витрати, покращити якість життя мешканців та зробити міста більш стійкими до викликів сучасності.

1.4.4. Застосування ГІС у сільському господарстві та інших галузях.

Геоінформаційні системи мають широке застосування у багатьох галузях, включаючи сільське господарство та інші наукові та професійні галузі. Нижче наведено основні області застосування ГІС у цих сферах:

Сільське господарство та агрономія:

1. Землекористування і планування: ГІС дозволяють сільським господарям аналізувати земельні ділянки та вибрати найкращі місця для вирощування рослин.
2. Урожайність і агрономічний аналіз: ГІС допомагають вимірювати та аналізувати урожайність, якість ґрунту та інші агрономічні параметри для покращення виробництва.
3. Ландшафтне планування та розташування сільгосп підприємств: ГІС використовуються для оптимізації розташування сільгосп підприємств, доріг та систем поливу.

Інші галузі:

1. Соціальна географія та демографія: ГІС використовуються для аналізу розподілу населення, доступу до освіти, охорони здоров'я та інших соціальних аспектів.
2. Туризм і рекреація: ГІС допомагають туристичним компаніям та мандрівникам планувати маршрути, визначати місця для відпочинку та дослідження.

Застосування ГІС у сільському господарстві та інших галузях розширює можливості досліджень та допомагає вирішувати складні завдання, пов'язані з управлінням ресурсами, плануванням та збереженням навколишнього середовища.

1.5. Переваги та виклики у використанні геоінформаційних систем.

1.5.1. Переваги та позитивні аспекти використання ГІС.

Використання геоінформаційних систем в різних галузях та професійних сферах має безліч переваг і позитивних аспектів. Нижче наведено ключові переваги використання ГІС:

1. Підвищення продуктивності та ефективності: ГІС дозволяють автоматизувати процеси збору та аналізу географічної інформації, що значно прискорює роботу та зменшує ризик помилок.

2. Покращення прийняття рішень: ГІС надають засоби для аналізу геопросторових даних, що сприяє більш обгрунтованому та точному прийняттю рішень у різних галузях, від бізнесу до наукових досліджень.

3. Оптимізація ресурсів: ГІС допомагають ефективно використовувати ресурси, такі як земля, вода, енергія та людські ресурси, зменшуючи витрати і збільшуючи виходи.

4. Покращення планування та дизайну: ГІС надають можливість візуалізувати та аналізувати географічну інформацію для планування проектів та розвитку інфраструктури.

5. Моніторинг та прогнозування: ГІС дозволяють відстежувати зміни у часі, виявляти тенденції та прогнозувати майбутні події, що важливо для різних галузей, включаючи метеорологію, кліматологію та інші.

6. Підвищення якості обслуговування клієнтів: ГІС дозволяють підприємствам та установам покращувати обслуговування клієнтів, забезпечуючи точні інформаційні послуги та вироби.

7. Вплив на природне середовище: ГІС допомагають мінімізувати негативний вплив на природне середовище шляхом точного спостереження і контролю над екологічними процесами та ризиками.

8. Сприяння розвитку наукових досліджень: ГІС надають інструменти для проведення наукових досліджень та розширення знань у різних наукових галузях, включаючи географію, екологію та соціальні науки.

9. Збільшення прозорості та доступності інформації: ГІС допомагають публічним організаціям та громадянам отримувати доступ до географічної інформації, що сприяє прозорості та взаємодії.

10. Розширення можливостей мережевої інтеграції: ГІС дозволяють інтегрувати географічну інформацію з іншими системами, що підвищує можливості спільної роботи та обміну даними.

Всі ці переваги роблять ГІС незамінними інструментами для вирішення різних завдань та використання в різних галузях, від науки та досліджень до бізнесу та громадського управління.

1.5.2. Виклики та обмеження в сфері геоінформаційних технологій.

Незважаючи на безліч переваг та можливостей, які надають геоінформаційні технології, існують певні виклики та обмеження, які варто враховувати при їх використанні. Нижче наведено деякі з найважливіших з цих аспектів:

1. Вартість та доступність програмного забезпечення і даних: поширення та розвиток ГІТ може бути обмеженим високими витратами на програмне забезпечення та доступ до якісних географічних даних. Це особливо важливо для країн з обмеженими фінансовими ресурсами.

2. Спростування та конфіденційність даних: розповсюдження географічної інформації може ставити під загрозу приватність та безпеку даних. Важливо забезпечувати адекватний рівень захисту та конфіденційності геоданих.

3. Стандартизація даних та інтероперабельність: різноманітні стандарти та формати даних можуть ускладнювати обмін інформацією між різними системами ГІТ. Це вимагає стандартизації та розробки механізмів інтероперабельності.

4. Необхідність навчання та навичок: використання ГІТ вимагає спеціалізованих навичок та знань. Навчання персоналу та користувачів може бути витратною та часомісткою задачею.

5. Залежність від якості інтернет-з'єднання: багато ГІТ базуються на хмарних технологіях та потребують стабільного інтернет-з'єднання. Це може бути проблемою в регіонах з нестабільними мережами.

6. Акумуляція великих обсягів даних: велика кількість географічних даних може вимагати потужних обчислювальних ресурсів та великої кількості сховища. Це ставить питання щодо обробки та зберігання даних.

7. Етичні та правові питання: використання ГІТ може виникати етичні та правові питання, особливо в контексті моніторингу та використання геоданих для комерційних цілей.

8. Системи координат і джерела похибок: важливо враховувати системи координат та похибки при роботі з геоданими, оскільки невірно визначені координати можуть призвести до серйозних помилок.

9. Відсутність даних у деяких регіонах: у деяких регіонах може бути відсутній або обмежений доступ до якісних географічних даних, що обмежує можливості використання ГІТ.

10. Збільшення обсягу роботи та відповідальності: впровадження ГІТ може призвести до збільшення обсягу роботи та відповідальності для організацій та фахівців, що працюють з цими технологіями.

Для успішного використання ГІТ варто враховувати ці виклики та обмеження, розробляти стратегії їх подолання та дотримуватися етичних та правових стандартів при роботі з геоданими.

РОЗДІЛ 2.

ОБРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ КАРТОГРАФІЧНИМ СЕРВІСОМ GOOGLE MAPS

2.1. Огляд картографічного сервісу Google Maps.

2.2.1. Історія та розвиток Google Maps. Можна виділити кілька історичних етапів розвитку Google Maps [1]:

1. Початок розвитку (2004-2005).

2004 рік: Google Maps був вперше представлений 8 лютого 2004 року. Спочатку це був віддільний продукт, але вже через три роки став доступним як інтерактивний веб-сервіс.

2. Запуск інтерактивної версії (2005).

2005 рік: Google випускає інтерактивну версію Google Maps, що дозволяє користувачам пересуватися, масштабувати та взаємодіяти з картою в реальному часі.

3. Додавання Street View (2007).

2007 рік: У Google Maps була додана функція Street View, яка надає користувачам можливість переглядати вулиці у вигляді панорамних знімків.

4. Запуск Google Maps API (2005).

2005 рік: Google випускає Google Maps API, що дозволяє розробникам вбудовувати функціональність Google Maps у свої власні веб-сайти.

5. Розвиток мобільних додатків (2008-2009).

1. 2008 рік: З'являється перша версія Google Maps для мобільних пристроїв.

2. 2009 рік: Додано навігацію для мобільних пристроїв на платформі Android.

6. Запуск Google Earth (2005).

2005 рік: Google придбаває Keyhole Inc. і випускає Google Earth, який пізніше інтегрується з Google Maps.

7. Розвиток функцій та сервісів (2010-2020).

1. Запуск нових функцій, таких як маршрутизація громадським транспортом, додавання рецензій та фотографій.
2. Поступове вдосконалення інтерфейсу та додавання інтерактивних можливостей.

8. Розширення географічного охоплення (2010-2023).

1. Послуга Google Maps стає доступною для більшої кількості країн та регіонів.
2. Впровадження технологій штучного інтелекту та машинного навчання для покращення функціоналу.

Google Maps продовжує розвиватися, пропонуючи нові функції та покращуючи якість своїх картографічних послуг, щоб задовольнити потреби користувачів у географічній інформації та навігації.

2.1.2. Основні функції та можливості сервісу.

Google Maps надає широкий спектр функцій, які полегшують користувачам спілкування з географічною інформацією та забезпечують навігацію в реальному часі.

Google Maps надає користувачам можливість переглядати інтерактивні карти з деталізованою інформацією про географічні об'єкти та місцевості. Сервіс пропонує різні режими навігації, включаючи автомобільні, пішохідні та громадські транспортні маршрути, а також режим перегляду вулиць Street View. Це унікальна функція, яка надає можливість віртуального переходу по вулицях та перегляду панорамних знімків. Є можливість швидкого та точного пошуку місць, підприємств, ресторанів та інших об'єктів за допомогою ключових слів та категорій. Google Maps відтворює супутникові знімки та

аерофотознімки, що дозволяє переглядати місцевості з високою деталізацією. Google Maps розраховує оптимальні маршрути для різних видів транспорту, враховуючи поточні умови руху, відображати різні шари інформації на карті, такі як географічні мітки, лінії, полігони та інші об'єкти. Google Maps інтегрований з іншими продуктами Google, такими як Google Earth, Google Photos, Google My Business, що розширює його функціональність. Надає можливість створення персональних мап, відзначення власних місць, анотації та додавання фотографій. Доступ до Google Maps з мобільних пристроїв дозволяє користувачам користуватися сервісом в режимі реального часу та в будь-якому місці. Google Maps надає користувачам потужний інструмент для вивчення світу, планування подорожей та знаходження необхідної інформації про різні локації [2].

Основні функції сервісу узагальнено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Основні функції Google Maps

№ з.п.	Категорія	Функції
1.	Карти та навігація	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відображення деталізованих карт світу. 2. Навігація для пішоходів, автомобільних та громадських транспортних маршрутів.
2.	Street View	Перегляд вулиць у вигляді 360-градусних панорамних знімків.
3.	Маршрутизація транспортними засобами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Розрахунок оптимальних маршрутів для різних видів транспорту. 2. Інформація про транспорт,

		розташування зупинок та стан громадського транспорту.
4.	Мапи організацій та підприємств	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пошук підприємств, ресторанів, готелів та інших закладів. 2. Відгуки та рейтинги користувачів.
5.	Геозонування та мітки місць	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановлення міток на карті та додавання власних анотацій. 2. Створення власних списків місць та збереження їх для майбутнього використання.
6.	Інтерактивні можливості	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повертання, масштабування та пересування карти в режимі реального часу. 2. Відображення об'єктів із високою деталізацією та тривимірних моделей.
7.	Геолокація та обслуговування маршрутів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення власного місцезнаходження за допомогою GPS. 2. Попередження про затори та інші події на маршруті.
8.	Інтеграція з іншими сервісами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Використання Google Maps API для інтеграції карт у власні додатки. 2. Можливість використання сервісу в мобільних додатках.
9.	Пошук місцевості та цікавих об'єктів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пошук за ключовими словами та категоріями.

		2. Відображення інформації про місцевості та туристичні об'єкти.
10.	Забезпечення безпеки користувачів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Захищений доступ до особистих міток та збережених місць. 2. Керування налаштуваннями конфіденційності та обмеженнями доступу.

2.1.3. Інтерфейс та інструменти.

Інтерфейс Google Maps включає в себе різноманітні інструменти та функції, які роблять користування картографічним сервісом зручним та ефективним. Інтерфейс Google Maps наведено на рис. 2.1.

Інтерфейс та інструменти Google Maps

1. Головне меню:

- Пошук: можливість знаходження різних об'єктів за ключовими словами.
- Карти: перехід до географічних карт та режимів перегляду.
- Громадський транспорт: інформація про маршрути та графіки руху громадського транспорту.

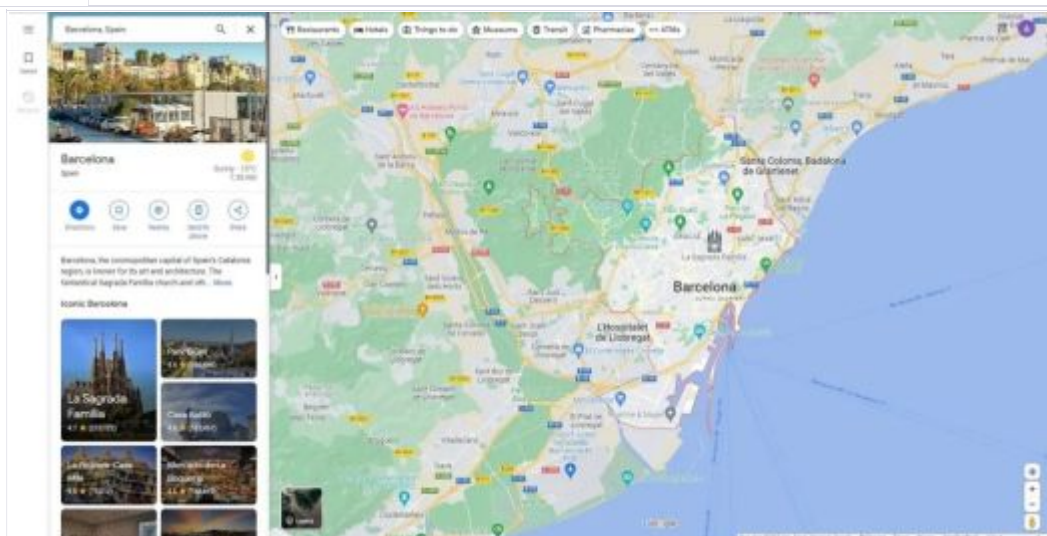


Рис. 2.2. Інтерфейс Google Maps

2. Карта:

- Масштабування: зміна масштабу карти за допомогою кнопок або жестів.
- Пересування: переміщення карти за допомогою миші або тачпаду.

3. Street View:

- 3D-панорами: можливість перегляду вулиць у формі 360-градусних панорам.
- Навігація: переміщення вулицями та вивчення деталей місцевості.

4. Шари карти:

- Супутникові знімки: перегляд зображень з супутників у реальному часі.
- Транспортні шари: відображення доріг, зупинок громадського транспорту та інших об'єктів.

5. Інструменти вибору місць:

- Мітки та анотації: додавання власних міток та коментарів на карті.
- Збережені місця: створення списків та збереження обраних місць.

6. Навігаційні інструменти:

- Маршрутизація: розрахунок оптимальних маршрутів для різних видів транспорту.
- Навігація в режимі реального часу: оповіщення про затори, важливі точки та пробки.

7. Інші налаштування:

- Профіль користувача: управління налаштуваннями та перегляд історії.

- Мови та одиниці вимірювання: вибір мови та системи одиниць вимірювання.

8. Інтеграція з іншими сервісами:

- Google Earth: з'єднання з програмою для вивчення тривимірного світу.
- Google Photos: перегляд фотографій, пов'язаних з місцями на карті.

9. Інструменти для бізнесу:

- Google My Business: управління інформацією про компанії на мапі.
- Реклама на мапах: виведення реклами та просування бізнесу.

2.2. Збір та імпорт геоданих.

2.2.1. Використання власних геоданих.

Використання зручних інструментів для збору та імпорту геоданих дозволяє користувачам ефективно створювати та редагувати інформацію на картах Google Maps. Використання власних геоданих у Google Maps дозволяє користувачам персоналізувати та розширювати функціональність сервісу з урахуванням власних потреб та інтересів. Це дає можливість :

1. Завантаження та додавання геоданих:

- Формати файлів: можливість завантаження геоданих у різних форматах, таких як KML, KMZ, GPX, або CSV.
- Імпорт з інших джерел: завантаження геоданих з GPS-пристроїв, мобільних додатків чи інших картографічних сервісів.

2. Додавання власних міток та шарів:

- Створення персональних маркерів: додавання власних міток на карту для позначення важливих місць.

- Створення власних шарів: групування об'єктів за категоріями та додавання їх на карту.

3. Редагування та оновлення даних:

- Зміни атрибутів: редагування інформації про об'єкти, таку як назва, опис, або інші властивості.
- Оновлення координат: коригування географічних координат для точного визначення місць.

4. Створення власних маршрутів:

- Додавання точок маршруту: визначення початкових та кінцевих точок, а також проміжних пунктів маршруту.
- Налаштування параметрів: вибір режиму подорожі (пішки, автомобілем, громадським транспортом) та оптимізація маршруту.

5. Візуалізації та фільтрації:

- Відображення геоданих на карті: перегляд власних об'єктів та маршрутів на карті.
- Фільтрація за категоріями: відокремлення об'єктів за категоріями для кращого управління великим обсягом геоданих.

6. Спільного доступу та обміну:

- Публікації карт: можливість робити свої геодані загальнодоступними для інших користувачів.
- Делегування доступу: надання прав на перегляд або редагування власних геоданих іншим користувачам.

7. Інтеграції з іншими сервісами:

- Експорт та імпорт: взаємодія з іншими картографічними сервісами та програмами для обміну геоданими.
- Використання API: інтеграція власних геоданих у власні веб-сайти чи додатки за допомогою API.

2.2.2. Імпорт геоданих з інших джерел.

Імпорт геоданих з різних джерел дозволяє користувачам об'єднувати та використовувати інформацію з різних джерел для більш повного та розширеного розуміння географічного середовища. Виділимо випадки імпорту геоданих [16]:

1. Завантаження KML та GPX файлів: користувачі мають можливість імпортувати дані у форматах KML (Keyhole Markup Language) та GPX (GPS eXchange Format), які часто використовуються для збереження географічної інформації та треків.

2. Синхронізація з GPS-пристроями: Google Maps дозволяє синхронізувати дані з зовнішніми GPS-пристроями, щоб імпортувати маршрути, мітки та інші геодані безпосередньо з пристроїв, що використовують системи позиціонування.

3. Імпорт з фотографій та Google Photos: користувачі можуть додавати геодані до Google Maps із фотографій, які вже мають геотеги, або з Google Photos, співставляючи фотографії із місцями на карті.

4. Google My Maps: дані, створені або редаговані в іншому сервісі Google, такому як Google My Maps, можуть бути імпортовані в Google Maps для подальшого використання та спільного доступу.

5. Експорт-імпорт карт та шарів: користувачі можуть експортувати дані карти або окремі шари у форматах KML або KMZ (архівований KML) і потім імпортувати їх до інших джерел чи обмінюватися ними з іншими користувачами.

6. Використання Google Earth: Google Earth і Google Maps інтегровані, що дозволяє користувачам імпортувати дані між цими двома сервісами. Об'єкти та дані, створені в Google Earth, можуть бути використані на Google Maps та навпаки.

7. Інші інтерфейси та API: за допомогою інтерфейсів програмування застосунків (API) Google Maps, розробники можуть створювати зв'язки з іншими джерелами даних або імпортувати інформацію з інших геосервісів.

8. Взаємодія з іншими онлайн-сервісами: користувачі можуть імпортувати геодані з інших онлайн-ресурсів чи джерел, які надають дані у відкритих форматах, що підтримуються Google Maps.

2.2.3. Геокодування та геореференція.

Геокодування та геореференція в Google Maps грають важливу роль у забезпеченні точності та взаємодії з географічними даними, роблячи їх доступними та зрозумілими для користувачів. Можна виділити такі види геокодування та геореференції:

1. Геокодування адрес: Google Maps дозволяє геокодувати текстові дані, такі як адреси, та перетворювати їх в географічні координати (широта та довгота).

2. Визначення місця за координатами: користувачі можуть визначити точне місце на карті, введучи географічні координати, що спрощує роботу з конкретними точками.

3. Геореференція фотографій: Google Maps дозволяє користувачам додавати географічні координати до фотографій, що дозволяє їх відображати на мапі в правильному місці.

4. Розпізнавання місць на зображеннях: застосовуючи технології машинного навчання, Google Maps може розпізнавати об'єкти та місця на фотографіях, автоматично прив'язуючи їх до географічних координат.

5. Інтерактивна геореференція: користувачі можуть вручну вказувати точки на карті для геореференції зображень чи інших графічних елементів, надаючи їм прив'язку до конкретних місць.

6. Геореференція з інших джерел: дані, імпортовані з інших картографічних сервісів або джерел, можуть бути геореференційовані для їх відображення на карті Google Maps.

7. Використання власних геоданих: геореференція може включати в себе використання власних геоданих, дозволяючи користувачам створювати зв'язки та асоціації між різними видами географічної інформації.

8. Географічна інтеграція з іншими сервісами: інтеграція з іншими сервісами та джерелами геоданих, наприклад, з базами даних або спеціалізованими географічними сервісами, для обміну та обробки інформації.

2.3. Аналіз та візуалізація даних.

2.3.1. Створення карт та шарів.

За допомогою аналізу та візуалізації даних в Google Maps користувачі можуть отримати комплексне розуміння географічних патернів, тенденцій та взаємозв'язків у своїх даних. Створення карт та шарів в Google Maps відкриває безліч можливостей для організації та візуалізації геоданих, роблячи їх доступними та зрозумілими для користувачів.

Користувачі можуть створювати нові карти, які слугуватимуть основними географічними контекстами для відображення та аналізу своїх геоданих. Можливість додавання різних шарів на карту дозволяє групувати та відокремлювати різні типи геоданих для зручності аналізу. Користувачі можуть призначати різні символи, кольори та стилі для об'єктів на карті, роблячи їхнє візуальне відображення більш інформативним. Є можливість інтерактивного редагування карт та шарів безпосередньо на мапі для додавання, видалення чи зміни геоданих.

Функціонал, що дозволяє користувачам зберігати створені карти та відокремлені шари для подальшого використання чи обміну, а також завантажувати готові карти у різних форматах.

Google Maps API надає можливості розширеного створення карт та шарів для розробників, використовуючи різноманітну функціональність та інтерфейси програмування. Існує можливість імпортувати геодані з зовнішніх джерел, таких як файли KML, GPX, чи інші, для використання на створюваних картах. Вставка текстових міток, описів та іншої інформації розширює можливості анотування та пояснення геоданих на карті. Функціонал спільного доступу та редагування дозволяє кільком користувачам спільно працювати над картами та шарами, що полегшує обмін та розробку.

Інтеграція із засобами аналізу, що дозволяє застосовувати різноманітні інструменти для отримання більш детальної інформації та взаємодії з геоданими.

2.3.2. Фільтрація та обробка геоданих.

Фільтрація та обробка геоданих в Google Maps дозволяє користувачам ефективно керувати та аналізувати великі обсяги географічної інформації, роблячи процес взаємодії з даними більш гнучким та інтуїтивним.

В Google Maps доступні такі види фільтрів:

1. Фільтрація за категоріями: користувачі можуть застосовувати фільтри до геоданих на карті згідно з категоріями, що дозволяє відображати лише ту інформацію, яка відповідає конкретним параметрам.

2. Часові фільтри: можливість фільтрації геоданих за часом дозволяє користувачам виводити або приховувати інформацію в залежності від діапазону часу, що сприяє аналізу динаміки подій.

3. Фільтри за критеріями: користувачі можуть використовувати різноманітні критерії, такі як значення атрибутів чи географічні параметри, для точної фільтрації геоданих на карті.

4. Застосування умов та логічних виразів: можливість створення складних умов та логічних виразів для фільтрації дозволяє користувачам точно налаштувати відображення геоданих на карті.

5. Групова обробка даних: функціонал, що дозволяє застосовувати однакові зміни чи фільтри до групи об'єктів, що полегшує масову обробку геоданих.

6. Обчислення та статистика: вбудовані інструменти для обчислення різних параметрів та виведення статистики на геоданих для отримання додаткової інформації.

7. Застосування аналітичних інструментів: інтеграція з аналітичними інструментами дозволяє користувачам використовувати розширені методи обробки та аналізу геоданих.

8. Видалення та редагування даних: можливість вилучати чи редагувати геодані безпосередньо на карті, що дозволяє коригувати інформацію та виправляти помилки.

9. Експорт та імпорт оброблених даних: користувачі можуть експортувати оброблені дані у різноманітні формати чи імпортувати їх з інших джерел для подальшого використання.

10. Завдання та автоматизація: можливість налаштувати завдання та процеси автоматичної обробки геоданих за певними правилами чи умовами.

2.3.3. Стилзація та візуалізація.

Стилзація та візуалізація у Google Maps грає ключову роль у розумінні та сприйнятті геоданих, наступні засоби роблячи взаємодію з ними більш захопливою та ефективною.

У Google Maps є наступні засоби стилізації та візуалізації:

1. Налаштування кольорів та заповнення об'єктів: користувачі можуть вибрати різні кольори для об'єктів та їх заповнення, надаючи карті більш виразний та привабливий вигляд.

2. Визначення розмірів та форми: можливість налаштовувати розміри та форму об'єктів на карті, що дозволяє виділяти та відзначати певні елементи.

3. Символьне відображення даних: застосування різних символів та іконок для представлення різних категорій чи характеристик геоданих на карті.

4. Лінійні та заповнювальні градієнти: використання градієнтів для визначення відмінностей у величинах геоданих, що допомагає в окресленні патернів та трендів.

5. Анімація та рухомі ефекти: додавання анімацій та рухомих ефектів для підсилення виразності та привертання уваги до певних елементів на карті.

6. 3D та перспективи: можливість відображення геоданих в тривимірному просторі, що додає глибину та реалістичність візуалізації.

7. Використання шаблонів та стилів карт: вибір заздалегідь визначених стилів карт або створення власних шаблонів для однорідної та професійної візуалізації.

8. Теплові карти та поверхні: застосування теплових карт для відображення густини точок чи площин геоданих, що дозволяє виділяти області інтенсивності.

9. Відображення залежностей: графічне визначення зв'язків та залежностей між геоданими для кращого розуміння взаємодії між різними елементами.

10. Інтерактивні маркери та віджети: використання інтерактивних маркерів та віджетів, що надає користувачам можливість отримувати додаткову інформацію при взаємодії з об'єктами на карт

2.4. Геопросторовий аналіз та оптимізація маршрутів.

2.4.1. Розрахунок відстаней та часу подорожі.

Геопросторовий аналіз та оптимізація маршрутів у сервісі Google Maps дозволяють ефективно планувати та використовувати різноманітні маршрути з урахуванням географічних та транспортних умов: використовувати геодані для проведення аналізу маршрутів, включаючи визначення оптимальних шляхів та оцінку часу подорожі. Здійснювати врахування географічних особливостей, таких як рельєф, водойми, транспортні мережі та інші, для точнішого планування маршрутів, використовувати алгоритми оптимізації для визначення найкращих маршрутів з урахуванням різних факторів, таких як відстань, час подорожі або вартість, можливість враховувати різні умови, такі як дорожні роботи, затори або інші обмеження, для автоматичного коригування маршрутів, використовувати геозонування для виділення областей із схожими характеристиками та аналіз щільності маршрутів у конкретних регіонах, можливість встановлення пріоритетів для конкретних точок маршруту або врахування обмежень, таких як важливі об'єкти чи зони обмеженого доступу, здатність до моніторингу та оновлення маршрутів в реальному часі на основі змін у дорожньому русі чи інших факторів, враховувати різні режими транспорту для оптимізації мультимодальних маршрутів, що включають піші проміжки, громадський транспорт та інше.

Розрахунок відстаней та часу подорожі у Google Maps надає користувачам точні та актуальні дані для планування ефективних маршрутів та оптимізації подорожей. Сервіс Google Maps надає можливість [1]:

- точно визначити відстані між різними географічними точками на мапі;

- автоматично розраховувати час подорожі для різних видів транспорту, враховуючи поточні умови дорожнього руху та інші фактори;
- здійснювати вибір оптимального маршруту між двома точками та надання альтернативних варіантів з розрахунками відстаней та часу подорожі;
- обирати різні транспортні засоби (автомобіль, велосипед, громадський транспорт, пішки) для визначення відстаней та часу подорожі;
- враховувати актуальність інформації про дорожні затори та інтенсивність руху для точного розрахунку часу подорожі;
- додавання проміжних точок для оптимізації маршруту та розрахунку часу подорожі з урахуванням цих точок;
- здійснювати актуальний розрахунок часу подорожі та маршрутів в реальному часі, що дозволяє коригувати плани у випадку непередбачених обставин;
- враховувати вартість подорожі для різних видів транспорту або здійснювати обчислення вартості пального для автомобільних маршрутів.
- інтеграції зі службами таксі та громадського транспорту для автоматичного розрахунку вартості та часу подорожі.
- зручно експортувати розраховані маршрути або зберігати їх для подальшого використання.

2.4.2. Пошук найкоротших маршрутів.

Google Maps дозволяє ефективно та швидко планувати подорожі, надаючи користувачам зручні та оптимальні варіанти переміщення [1].

Опишемо критерії за якими можлива оптимізація маршрутів у Google Maps:

1. Оптимізація за значенням відстані: сервіс Google Maps дозволяє користувачам швидко та точно знайти найкоротший маршрут між двома або більше точками.

2. Маршрутизація за видами транспорту: врахування різних видів транспорту при розрахунку найкоротших маршрутів, включаючи автомобіль, велосипед, громадський транспорт та піші прогулянки.

3. Автоматичне планування проміжних зупинок: можливість додавати проміжні точки для оптимізації маршруту та знаходження найкоротшого шляху через визначені точки.

4. Маршрутизація в режимі реального часу: врахування актуальної інформації про дорожні умови для пошуку найшвидших маршрутів в реальному часі.

5. Альтернативні маршрути та варіанти: надання користувачам альтернативних маршрутів для вибору, враховуючи різні фактори, такі як відстань, час подорожі та умови руху.

6. Автоматичне керування пропозиціями: сервіс Google Maps може автоматично пропонувати оптимальні маршрути з урахуванням вхідних параметрів та обраного виду транспорту.

7. Інтерактивна маршрутизація: взаємодія користувача з картою для зручного вибору та налаштування маршруту за допомогою перетягування точок чи зміни параметрів.

8. Врахування пріоритетів та умов: можливість встановлення пріоритетів для певних точок маршруту або врахування обмежень для знаходження оптимального шляху.

9. Збереження та синхронізація маршрутів: можливість зберігання знайдених маршрутів та їх синхронізація між різними пристроями користувача.

10. Експорт та друк маршрутів: зручні опції для експорту та друку найкоротших маршрутів для подальшого використання.

Оптимізація маршрутів у Google Maps допомагає бізнесу підвищити ефективність та зменшити витрати, особливо в галузі логістики, торгівлі та обслуговування клієнтів.

2.5. Інтеграція та розширення можливостей Google Maps.

2.5.1. Використання API Google Maps.

Інтеграція та розширення можливостей Google Maps дозволяє налаштовувати та розширювати функціональність карт для відповіді на конкретні потреби користувачів чи бізнес-сегментів. Використання API Google Maps дозволяє розширити функціональність веб-сайтів чи застосунків за допомогою потужних сервісів та інструментів для роботи з географічною інформацією.

Встановлення на сайт – умовно безкоштовна функція, але з обмеженнями. Власнику сайту потрібно буде зареєструватися на Google Maps Platform і отримати API ключ, без введення якого мапа не буде працювати. Ціна використання сервісу 7\$ за кожну 1000 переглядів. Водночас, перший рік користування нею безкоштовно до перевищення ліміту в 300\$, а потім щомісяця отримуватимете за 200\$ на свій рахунок Google Maps Platform. Платити ті самі \$ 7 за кожну 1000 переглядів потрібно буде тільки якщо при перевищенні ліміту. Отже, можливо безкоштовно взаємодіяти з мапою 28 000 разів на місяць [1]. Ці тарифи діють із 2018 року, але можуть змінитися.

Для використання API Google Maps необхідно здійснити такі кроки:

1. Реєстрація та отримання API ключа: процес реєстрації на платформі Google Cloud та отримання API ключа для використання сервісів Google Maps API.

2. Інтеграція API у веб-сайт чи додаток: вставлення API ключа в код веб-сайту або мобільного додатка для активації та забезпечення доступу до функціональності Google Maps.

Можливості використання API Google Maps:

- Відображення карти: використання API для відображення інтерактивних карт на веб-сайті чи в застосунку (рис. 2.2.).

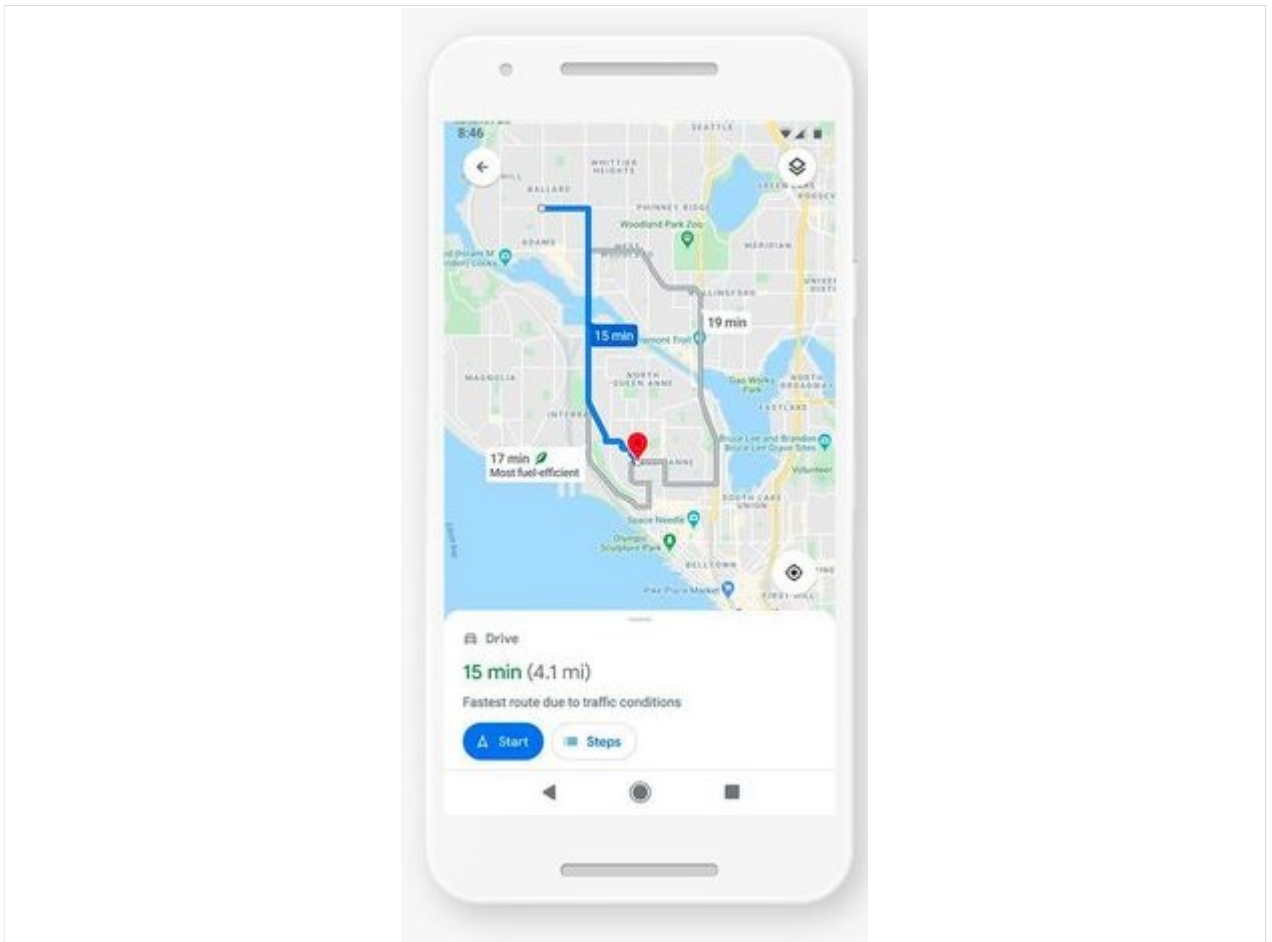


Рис. 2.2. Відображення інтерактивних карт в застосунку

- Додавання маркерів та інших об'єктів: встановлення маркерів, ліній, полігонів та інших об'єктів на карті за допомогою API.
- Керування маршрутами: використання API для створення, відображення та оптимізації маршрутів між різними точками.
- Геозонування: використання API для визначення географічних зон та встановлення визначених областей для отримання повідомлень або виконання певних дій.
 - Пошук місць та геоданих: інтеграція функціоналу пошуку для знаходження місць, адрес та географічних об'єктів.
 - Використання служб реєстрації та введення адрес: забезпечення можливості користувачам вводити адреси, отримувати автозаповнення та виправлення помилок за допомогою служб реєстрації та введення адрес.

- Аналіз територій: використання API для аналізу географічних територій, визначення площ, відстаней та інших характеристик.
- Інтеграція з іншими сервісами Google: здійснення взаємодії з іншими сервісами Google, такими як Google Places, Google Street View, для розширення функціоналу мапи.

2.5.2. Розробка застосунків та розширень.

Для Google Maps вимагає вивчення API та забезпечення користувачів зручним та функціональним інструментом для взаємодії з географічною інформацією.

Сформуємо послідовність дій по розробці застосунка з використанням сервісу Google Maps:

1. Визначення функціональності застосунка: визначення конкретної функціональності, яку має виконувати застосунок на основі вимог користувачів чи бізнес-цілей.
2. Вибір платформи та засобів розробки: обрання платформи для розробки застосунка (веб, мобільна) та вибір відповідних засобів розробки, таких як мови програмування та фреймворки.
3. Інтеграція Google Maps API: включення та налаштування Google Maps API в код додатка для взаємодії з картографічним сервісом.
4. Дизайн та UX/UI розробка: створення ефективного та зручного інтерфейсу для користувачів, враховуючи дизайн-принципи та навігаційні можливості Google Maps.
5. Маркери та інші графічні елементи: додавання маркерів, ліній, полігонів та інших графічних елементів на мапу для відображення важливих точок чи областей.

6. Реалізація функцій маршрутизації: використання API для реалізації функцій пошуку маршрутів, враховуючи різні види транспорту та оптимізацію.

7. Інтеграція з додатковими сервісами: взаємодія з іншими сервісами Google та сторонніми сервісами для збагачення функціональності додатка.

8. Мобільна адаптація: врахування особливостей мобільних платформ та забезпечення адаптивності інтерфейсу для зручного використання на різних пристроях.

9. Тестування та відлагодження: проведення ретельного тестування для виявлення та виправлення помилок, а також забезпечення стабільної роботи застосунка.

10. Публікація та підтримка: розміщення застосунка на відповідних магазинах (Google Play, App Store) та надання підтримки для користувачів.

11. Оновлення та розширення: регулярне оновлення застосунка для врахування змін у Google Maps API, виправлення помилок та розширення функціональності за потреби.

2.5.3. Взаємодія з іншими сервісами.

Допомагає розширити функціональність застосунка та забезпечити користувачам комплексний та зручний інструмент для роботи з географічною інформацією.

Класифікуємо сервіси та служби з якими найчастіше реалізують взаємодію з Google Maps:

1. Google Places API: інтеграція з Google Places для отримання інформації про підприємства, ресторани, готелі та інші місця, що дозволяє користувачам знаходити та отримувати деталі про точки інтересу.
2. Google Street View API: використання Google Street View для додавання панорамних зображень та віртуального огляду визначених місць на мапі.
3. Google Directions API: взаємодія з Directions API для отримання детальної інформації щодо маршрутів, відстаней та часу подорожі між двома точками.
4. Google Geocoding API: використання Geocoding API для перетворення адреси чи назви місця в географічні координати та навпаки.
5. Соціальні мережі: інтеграція з соціальними мережами, такими як Facebook або Twitter, для обміну місцезнаходженням, оглядами та оцінками.
6. Платіжні системи: взаємодія з платіжними системами для можливості розрахунків чи оплати послуг, пов'язаних з використанням географічних даних.
7. Транспортні системи та доставка: інтеграція з транспортними службами та системами доставки для реалізації функцій маршрутизації та відстеження вантажів.
8. CRM та ERP системи: взаємодія з системами управління відносинами з клієнтами (CRM) та системами планування ресурсів підприємства (ERP) для обміну даними та автоматизації бізнес-процесів.
9. Метеорологічні служби: інтеграція з метеорологічними службами для відображення погодних умов та інформації на карті.
10. Служби бронювання: об'єднання з онлайн-системами бронювання готелів, ресторанів чи інших послуг для надання користувачам можливості планування та бронювання.

11.Спільноти та форуми: взаємодія з географічними спільнотами чи форумами для обміну досвідом, рекомендаціями та відгуками.

РОЗДІЛ 3.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ

3.1. Огляд програмного забезпечення для геоінформаційної візуалізації.

3.1.1. Популярні програмні продукти для візуалізації геоінформації.

Розглянемо програмні продукти, які відзначаються своєю популярністю та широким спектром функціональних можливостей, що дозволяє користувачам візуалізувати та аналізувати геоінформаційні дані в різноманітних виробничих та дослідницьких задачах.

1. ArcGIS (Esri)

Опис: ArcGIS від компанії Esri є високопродуктивною та розширеною системою геоінформаційної візуалізації, яка надає широкі можливості для обробки та аналізу геоінформаційних даних. Вона є однією з найпопулярніших систем геоінформаційної візуалізації, що надає широкі можливості для роботи з векторними та растровими геоданими, а також має розширені інструменти для аналізу та візуалізації [15].

Переваги:

- Велика кількість інструментів для обробки та візуалізації геоданих.
- Підтримка 3D-візуалізації та великих обсягів даних.
- Активна спільнота користувачів та обширна документація.

Обмеження: Високі витрати на ліцензії та обслуговування.

2. QGIS (Quantum GIS)

Опис: QGIS є відкритою та безкоштовною системою геоінформаційної візуалізації, яка надає різноманітні інструменти для роботи з геоданими. Вона підтримує різноманітні формати даних та має ряд розширень для роботи з

геоданими [5].

Переваги:

- Відкрите програмне забезпечення з активною спільнотою користувачів.
- Можливість розширення функціональності за допомогою плагінів.
- Крос-платформенність (доступний для Windows, macOS, Linux).

Обмеження: За визначеними умовами, інтерфейс може виглядати менш сучасно порівняно з іншими системами.

3. Google Earth Engine

Опис: Google Earth Engine є хмарною платформою для обробки та візуалізації геоінформаційних даних. Вона має потужні інструменти для аналізу великих обсягів супутникових знімків та часових рядів.

Переваги:

- Велика база даних з супутниковими знімками.
- Висока продуктивність завдяки хмарному середовищу.
- Інтеграція з іншими Google сервісами.

Обмеження: Обмежена можливість роботи без інтернет-підключення.

4. Mapbox

Опис: Mapbox - це платформа для створення інтерактивних та стилізованих карт, яка надає інструменти для візуалізації геоінформації в реальному часі. Mapbox пропонує SDK для веб-додатків, мобільних додатків та інших гео-проектів.

Переваги:

- Зручні інструменти для створення креативних та інтерактивних карт.
- Підтримка векторної графіки та можливості налаштування стилів.
- SDK для різних платформ.

Обмеження: Деякі функції можуть вимагати платного тарифу.

5. Leaflet

Опис: Leaflet - це легкий та гнучкий JavaScript-фреймворк для веб-карт. Він призначений для простого відображення геоданих на веб-сайтах. Leaflet - це легкий та простий JavaScript-фреймворк для створення інтерактивних веб-карт.

Переваги:

- Простота використання та легкість інтеграції.
- Широка підтримка різних веб-браузерів.
- Активна спільнота та наявність плагінів.

Обмеження: Може вимагати великої кількості власних налаштувань для складних геоінформаційних проектів.

Цей огляд надає загальний погляд на різні програмні засоби для геоінформаційної візуалізації. Вибір конкретного інструменту може залежати від конкретних потреб та завдань користувача.

3.1.2. Порівняння функціональних можливостей програмного забезпечення для візуалізації геоінформації.

Проведене на основі декількох ключових аспектів. Нижче подано загальний план порівняння:

1. Типи геоданих та формати:

- Опис того, які типи геоданих (векторні, растрові, точкові, тощо) підтримуються.
- Підтримка різних форматів файлів для завантаження та імпорту геоданих.

2. Аналітичні та оброблювальні можливості:

- Рівень підтримки базових та розширених геоаналітичних

операцій.

- Інструменти для обробки геоінформаційних даних та виконання аналізу.

3. Можливості візуалізації:

- Гнучкість у визначенні стилів та візуальних параметрів.
- Підтримка 2D та 3D візуалізації геоданих.

4. Інтерактивність та навігація:

- Рівень інтерактивності карт та можливості навігації.
- Присутність інтерактивних елементів (вказівники, маркери, тощо).

5. Інтеграція з іншими джерелами даних:

- Здатність інтегрувати геодані з різних джерел (хмарні сервіси, бази даних, тощо).
- Підтримка роботи з різними форматами та джерелами геоданих.

6. Спеціалізовані функції та модулі:

- Наявність спеціалізованих інструментів для конкретних сфер (геологія, екологія, транспорт, тощо).
- Підтримка додаткових модулів та плагінів.

7. Інтерфейс та легкість використання:

- Оцінка зручності та інтуїтивності інтерфейсу.
- Наявність документації та навчальних матеріалів.

8. Інтеграція з іншими платформами та SDK:

- Здатність інтеграції з іншими платформами та сервісами.
- Наявність SDK для розробки власних додатків та розширень.

9. Вартість та ліцензійна політика:

- Визначення вартості продукту та умов ліцензування.
- Наявність безкоштовних або відкритих аналогів.

Порівняння функціональних можливостей подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Порівняння програмного забезпечення для візуалізації геоінформації

Критерії	ArcGIS (Esri)	QGIS (Quantum GIS)	Google Earth Engine	Mapbox	Leaflet
Тип ліцензування	Пропріетарний, платний	Відкритий код, безкоштовний	Хмарна платформа, обмежені безкоштовні тарифи	Мішана модель, безкоштовні та платні тарифи	Відкритий код, безкоштовний
Типи геоданих	Векторні, растрові, точкові	Векторні, растрові, точкові	Супутникові знімки, часові ряди	Векторні, растрові, точкові	Векторні, растрові
Аналітичні операції	Розширені геоаналітичні можливості	Базові та розширені геоаналітичні операції	Можливості аналізу великих обсягів супутникових даних	Базові геоаналітичні операції	Базові геоаналітичні операції
Візуалізація	2D та 3D візуалізація, гнучкість стилізації	2D та 3D візуалізація, можливість створення власних стилів	2D візуалізація в хмарному середовищі	Стилізація та візуалізація в реальному часі	Проста 2D візуалізація
Інтерактивність	Велика кількість інтерактивних елементів та	Зручна навігація, інтерактивність на рівні	Змога взаємодії з великими обсягами	Інтерактивні та стилізовані карти	Зручна навігація та елементи взаємодії

	навігаційних опцій	базових функцій	даних у хмарі		
Інтеграція	Широка підтримка форматів та джерел геоданих	Здатність інтегрувати геодані з різних джерел	Інтеграція з іншими Google сервісами	Інтеграція з іншими платформами та SDK	Зручна інтеграція з веб-сайтами
Спеціалізовані функції	Різноманітні галузеві модулі та розширення	Широкий спектр плагінів для конкретних галузей	Зосереджено на обробці супутникових знімків та часових рядах	Спеціалізовані можливості для картографії та візуалізації	Базовий функціонал для загального використання
Спільнота та підтримка	Велика спільнота користувачів та офіційна підтримка	Активна спільнота та зручна документація	Підтримка від Google, але менша спільнота користувачів	Активна спільнота користувачів та офіційна підтримка	Велика та активна спільнота, документація
Легкість використання	Вищий поріг входження, але потужний та гнучкий	Зручний для новачків, але із потужним функціоналом	Потребує деякого часу для освоєння, зорієнтований на розробників та науковців	Відмінна легкість використання та швидкість налаштування	Легкий у використанні для базових завдань

Ця таблиця надає загальний огляд ключових характеристик продуктів

ArcGIS (Esri), QGIS (Quantum GIS), Google Earth Engine, Mapbox та Leaflet.

Кожен продукт має свої унікальні переваги та обмеження, і вибір повинен залежати від конкретних вимог та задач користувача.

Для обробки кадастрової інформації можна вибрати ArcGIS (Esri) або QGIS (Quantum GIS), оскільки обидва ці продукти мають розширені геоаналітичні та візуалізаційні можливості, а також широку підтримку форматів геоданих. Між ArcGIS (Esri) та QGIS (Quantum GIS) QGIS є більш

дешевою альтернативою, оскільки він є відкритим програмним забезпеченням з безкоштовною ліцензією. ArcGIS (Esri) використовує платну ліцензійну модель.

Таким чином, економічно доступна інформаційна система QGIS для обробки кадастрової інформації, може бути відмінним вибором, оскільки вона безкоштовна та має велику спільноту користувачів для підтримки та розвитку.

3.2. Геоінформаційна система QGIS у вивченні та обробці геопросторової інформації.

3.2.1. Роль QGIS в геоінформаційних технологіях.

QGIS, або Quantum GIS, є відкритою та безкоштовною геоінформаційною системою з відкритим вихідним кодом, яка надає користувачам широкі можливості обробки та візуалізації геопросторової інформації. Заснована на принципах відкритості та доступності, QGIS визначається своєю безкоштовністю та зручністю використання, що робить її популярним інструментом серед геодезистів, картографів, науковців та інших фахівців, які працюють із геопросторовою інформацією. Використання QGIS у вивченні та обробці геопросторової інформації має на меті надання дослідникам, студентам та фахівцям у географічних дисциплінах ефективного та зручного інструменту для проведення геоінформаційних досліджень та має велике значення в сучасному контексті геоінформаційних технологій [5].

Активне використання QGIS сприяє розвитку геоінформаційної грамотності серед користувачів, надаючи їм можливість працювати з географічними даними та використовувати їх для аналізу та прийняття рішень. Використання QGIS у вивченні є важливою складовою підготовки фахівців у галузі геоінформаційних технологій, допомагаючи їм отримати практичні навички та досвід роботи з сучасними геопросторовими інструментами. QGIS відіграє активну роль у підтримці географічної освіти, створюючи можливості для викладачів та студентів вдосконалювати свої знання та навички у сфері

геоінформації.

QGIS актуальний у контексті наукових досліджень та проектів, надаючи інструменти для обробки та візуалізації геопросторової інформації, що є ключовим для успішної реалізації різних наукових завдань. Актуальність QGIS також полягає в його здатності вирішувати практичні завдання, такі як аналіз геоданих, картографування, планування міського розвитку, екологічні оцінки та інші завдання, пов'язані із геопросторовою інформацією.

Роль QGIS в геоінформаційних технологіях полягає в наданні користувачам доступу до розширеного набору інструментів для роботи з географічними даними. Основні аспекти його ролі включають [5]:

1. Обробка та аналіз геоданих. QGIS надає широкий спектр інструментів для обробки та аналізу векторних та растрових геоданих, що дозволяє здійснювати різноманітні геоаналітичні операції.
2. Візуалізація та картографія. Засоби візуалізації QGIS дозволяють створювати вражаючі картографічні вироби з великою гнучкістю в регулюванні вигляду та стилізації.
3. Інтероперабельність. QGIS підтримує широкий спектр форматів геоданих, що дозволяє імпортувати, експортувати та взаємодіяти із даними з інших геоінформаційних систем.
4. Відкритий вихідний код та спільнота. Будучи проектом з відкритим вихідним кодом, QGIS залучає активну спільноту розробників та користувачів, що призводить до постійного вдосконалення та оновлення програмного забезпечення.
5. Навчання та освіта. QGIS широко використовується у географічних навчальних програмах та дослідженнях, надаючи студентам та вченим зручний інструмент для вивчення та застосування геоінформаційних концепцій.

Разом із цим, QGIS виступає ключовим інструментом для великої групи користувачів, що варіюється від професіоналів у сфері геодезії та картографії

до науковців у різних галузях, де геоінформаційні технології використовуються для розв'язання різноманітних завдань.

3.2.2. Історія та розвиток геоінформаційної системи QGIS.

QGIS був започаткований у 2002 році групою географів та програмістів як відкритий проект з метою створення потужної геоінформаційної системи, доступної для всіх. Робота над Quantum GIS була розпочата американським геологом Гарі Шерманом (Gary Sherman) у лютому 2002 року. Це був його персональний проект, викликаний бажанням у неробочий час переглядати дані PostGIS на домашньому Linux-комп'ютері, тоді як на роботі він використовував Windows. Для забезпечення кросплатформенності Гарі почав розробляти інтерфейс Quantum GIS за допомогою інструментарію Qt. У червні 2002 року створено проект на майданчику спільної розробки SourceForge, проте Гаррі працював поодиноці аж до жовтня. За рік після старту команда зросла до трьох осіб. Через чотири роки розробників було вже двадцять, крім активних користувачів, які допомагають із документацією, графікою тощо [18].

У 2005 році була випущена перша стабільна версія QGIS, що відобразила робочий потенціал та можливості програми.

У 2007 році Quantum GIS стає офіційним проектом Фонду з відкритого геопросторового програмного забезпечення (OSGeo), місія якого полягає в тому, щоб сприяти спільній розробці програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом для геоінформатики. Це означало отримання командою Quantum GIS організаційної підтримки та нових перспектив для розвитку.

Починаючи з версії 2.0, що вийшла влітку 2013 року, команда проекту відмовилася від назви «Quantum GIS» на користь «QGIS».

З роками QGIS пройшов чергові виходи, кожен із яких додавав нові функції, покращення та підтримку для різних форматів геоданих. Завдяки відкритому вихідному коду та активній спільноті розробників, QGIS отримав

широкий попит та став важливим інструментом для географічних досліджень та професійного картографування.

Деякі ключові випуски, такі як QGIS 2.0 (2013) та QGIS 3.0 (2018), внесли значні зміни в архітектуру та функціонал програми.

QGIS отримав визнання від геоінформаційної спільноти та придбав популярність в усьому світі, знаходячи застосування у різних галузях, від науки до бізнесу.

На сьогоднішній день QGIS – це зрілий програмний продукт, який можна порівняти з комерційними аналогами і підтримувати міжнародною спільнотою розробників і користувачів.

Сучасна версія QGIS продовжує вдосконалюватися, додаючи нові інструменти, покращення та функції, щоб задовольняти зростаючі потреби користувачів геоінформаційних технологій.

3.2.3. Основні функціональні можливості QGIS.

QGIS є високофункціональною та розширюваною геоінформаційною системою з великим набором інструментів та функцій для роботи з географічними даними. Основні функціональні можливості QGIS включають [19]:

- Робота з векторними та растровими даними. Повна підтримка векторних та растрових форматів даних, що дозволяє користувачам працювати з різноманітними типами географічної інформації. Можна переглядати та накладати один на одного векторні та растрові дані у різних форматах та проєкціях без перетворення у внутрішній або загальний формат. У QGIS можна створювати та редагувати векторні дані, а також експортувати їх у різні формати. Щоб мати можливість редагувати та експортувати в інші формати растрові дані, необхідно спочатку імпортувати їх у GRASS. Підтримуються такі основні формати:

- просторові таблиці PostgreSQL з використанням PostGIS, векторні

формати, що підтримуються встановленою бібліотекою OGR, включаючи GeoJSON, shape-файли ESRI, MapInfo, SDTS (Spatial Data Transfer Standard) та GML (Geography Markup Language) та ін.

- формати растрів та графіки, що підтримуються бібліотекою GDAL (Geospatial Data Abstraction Library), такі як GeoTIFF, Erdas IMG, ArcInfo ASCII Grid, JPEG, PNG та ін.
- формати World-файлу разом з типами растрових зображень, що підтримуються.
- бази даних SpatiaLite.
- растровий та векторний формати GRASS (область/набір даних).

- Візуалізація та стилізація. Можливості візуалізації даних включають стилізацію, підтримку різних типів символів та кольорів, що дозволяє створювати вражаючі картографічні продукти.
- Геоаналітика та аналіз даних. Широкий набір геоаналітичних інструментів для виконання операцій над географічними даними, таких як буферизація, злиття, розбиття та аналіз зв'язків. Можливість аналізувати векторні просторові дані в PostgreSQL/PostGIS та інших форматах, які підтримує OGR, використовуючи модуль Processing, написаний мовою програмування Python. В даний час QGIS надає можливість використовувати інструменти аналізу, вибірки, геопроекування, управління геометрією та базами даних. Також можна використовувати інтегровані інструменти GRASS, які включають функціональність більш ніж 300 модулів GRASS.
- Підтримка координатних систем. Можливість роботи з різними системами координат, включаючи підтримку проекцій та геодезичних координат.
- Інтерактивність та зручні інтерфейси. Інтерактивні інтерфейси для

зручної навігації та взаємодії з картами та даними. За допомогою зручного графічного інтерфейсу можна створювати карти та досліджувати просторові дані.

- Можливості планування та аналізу міського розвитку. Інструменти для аналізу міського розвитку, включаючи планування територій, аналіз зон та взаємодію з архітектурними проектами.
- Мережевий та просторовий аналіз. Можливості для виконання мережевого аналізу та аналізу просторових відносин, що корисно у плануванні транспортних маршрутів та інших завдань. За допомогою модуля QTiles можна генерувати тайли для роздачі карток за протоколом TMS. QGIS може використовуватися для експорту даних до map-файлу та публікації його в мережі Інтернет, використовуючи встановлений веб-сервер Mapserver. QGIS може використовуватися як клієнт WMS/WFS та як сервер WMS.
- Взаємодія із системами БД та веб-сервісами. Підтримка взаємодії з базами даних та веб-сервісами для отримання та обміну географічною інформацією.
- Модульність та розширюваність. Здатність розширювати функціонал за допомогою плагінів та модулів, що дозволяє користувачам адаптувати систему до своїх потреб. Розширення функціональності QGIS за допомогою модулів розширення QGIS може бути адаптований до особливих потреб за допомогою модулів, що розширюється. QGIS надає бібліотеки, які можуть бути використані для створення модулів. Можна створювати окремі програми за допомогою мов програмування C++ або Python.
- Відкритий вихідний код та спільнота. Забезпечення відкритим вихідним кодом, QGIS активно підтримується глобальною спільнотою, що сприяє постійному вдосконаленню та розвитку програми.

3.2.4. Архітектура геоінформаційної системи QGIS.

Quantum GIS – вільна кросплатформова геоінформаційна система, що складається з настільної та серверної частини [19]:

- QGIS Desktop – настільна ГІС для створення, редагування, візуалізації, аналізу та публікації геопросторової інформації. Під QGIS часто мають на увазі саме QGIS Desktop.
- QGIS Server і QGIS Web Client – серверні програми для публікації в мережі проектів, створених у QGIS Desktop, через сервіси, сумісні з стандартами OGC (наприклад, WMS і WFS).

QGIS працює в Windows і в більшості платформ Unix (включаючи Mac OS), підтримує безліч векторних та растрових форматів та баз даних, а також має багатий набір вбудованих інструментів.

Основні компоненти архітектури включають:

1. Ядро (QGIS Core): це основна частина QGIS, яка відповідає за обробку та управління географічними даними. Ядро надає основні функції, такі як завантаження даних, аналіз, відображення карт та взаємодія з користувачем.

2. Бібліотеки та залежності: QGIS використовує різноманітні бібліотеки, такі як GDAL/OGR для роботи з растровими та векторними форматами даних, GEOS для геометричних операцій, та інші. Ці бібліотеки забезпечують базові функціональність та підтримують різні формати даних.

3. Плагіни та модулі: QGIS має систему плагінів, яка дозволяє користувачам розширювати функціонал системи. Плагіни можуть включати нові інструменти, обробники даних, аналітичні засоби та інші розширення.

4. Інтерфейс користувача: QGIS надає графічний інтерфейс користувача, що включає в себе картографічне вікно, панелі інструментів, меню та інші елементи для зручної взаємодії з програмою.

5. Модуль символізації та візуалізації: відповідає за стилізацію та

візуалізацію географічних об'єктів на карті. Цей модуль дозволяє налаштовувати вигляд об'єктів за допомогою різних символів, кольорів та текстур.

6. Модуль аналізу та обробки даних: забезпечує інструменти для виконання геоаналітичних операцій, таких як буферизація, перетин, злиття, фільтрація та інші операції для обробки географічних даних.

7. Взаємодія з базами даних: QGIS може взаємодіяти з реляційними базами даних, такими як PostgreSQL, SQLite, а також іншими форматами даних, що дозволяє користувачам ефективно зберігати та обробляти великі обсяги географічної інформації.

8. Модуль геопроектингу: надає інструменти для виконання геопроектингових операцій, таких як буферизація, класифікація та інші операції, що дозволяють обробляти географічні дані з точністю та ефективністю.

9. Інтерфейси програмування додатків (API): для розробників, QGIS надає API для розробки власних додатків та інтеграції з іншими програмами та сервісами.

Основні модулі QGIS [19]:

1. Додати шар із тексту з роздільниками (завантажує та виводить текстові файли, що містять координати x,y).
2. Захоплення координат (отримує координати миші у різних системах координат).
3. DB Manager (Імпорт/експорт, редагування та перегляд шарів та таблиць; виконання SQLзапитів).
4. Накладення діаграм (накладення діаграм на векторні шари).
5. Перетворювач Dxf2Shp (перетворення файлів DXF у shapе-файли).
6. Інструменти GPS (завантаження та імпорт даних GPS).
7. GRASS (підтримка ГІС GRASS).
8. Інструменти GDAL (інтеграція інструментів GDAL у QGIS).

9. Прив'язка растрів GDAL (географічна прив'язка растрів).
10. Теплокарта (Створення растрової теплокари з точкових даних).
11. Модуль інтерполяції (інтерполяція векторних даних).
12. Експорт у Mapserver (експорт проекту QGIS до map-файлу Mapserver).
13. Офлайнове редагування (офлайнове редагування шарів та синхронізація з базами даних).
14. Модуль OpenStreetMap (перегляд та редагування даних OpenStreetMap).
15. Доступ до даних Oracle Spatial GeoRaster.
16. Установник модулів Python (завантаження та встановлення модулів QGIS).
17. Морфометричний аналіз (морфометричний аналіз растрових шарів).
18. Road graph (пошук найкоротшого маршруту).
19. SPIT (інструмент імпорту shape-файлів у PostgreSQL/PostGIS).
20. SQL Anywhere (робота з векторними шарами у БД SQL Anywhere).
21. Зональна статистика (розрахунок кількості, суми, середнього значення осередків растру в межахзаданих полігонів).
22. Просторові запити (просторові запити для векторних шарів).
23. eVIS (інструмент візуалізації подій - показ зображень, пов'язаних з векторними об'єктами).
24. fTools (інструменти для управління векторними даними та їх аналізу).

Архітектура QGIS розроблена з урахуванням принципів гнучкості, розширюваності та відкритості, що робить його популярним інструментом у галузі геоінформаційних технологій.

3.2.5. Інтерфейс геоінформаційної системи QGIS.

проведенням атрибутивного аналізу.

6. Вікно застосунків. Надає доступ до різноманітних інструментів, таких як геопроектинг, налаштування проекту, робота з плагінами та інші опції.

7. Панель загальних налаштувань. Містить загальні налаштування проекту, такі як системні одиниці вимірювання, мову інтерфейсу та інші опції.

8. Панелі інформації та легенди. Відображають інформацію про об'єкти на карті та легенду, яка пояснює символи та кольори, використовувані у проекті.

9. Контекстні меню та швидкі клавіші. Дозволяють виконувати різноманітні операції за допомогою правого кліку миші та швидких клавіш для полегшення роботи та прискорення доступу до функцій.

10. Вікно повідомлень. Відображає системні та інші повідомлення, пов'язані з роботою QGIS.

Інтерфейс QGIS розроблений таким чином, щоб надати користувачеві зручний та інтуїтивно зрозумілий інструмент для роботи з географічними даними та створення картографічних продуктів.

3.3. Приклад застосування інформаційної системи QGIS до обробки кадастрової інформації

Завантажити QGIS можливо за посиланням: <https://www.qgis.org/ru/site/forusers/download.html>.

Для завантаження необхідно вибрати варіант операційної системи та натиснути на посилання «Автономный установщик QGIS версия 3.x (64 bit)» для 64-розрядних систем та «Автономный установщик QGIS версия 3.x (32 bit)» для 32-розрядних систем.

Відповідно до статті 36 Закону України «Про державний земельний кадастр» держава забезпечила доступ до основних даних державного

земельного кадастру. В публічній кадастровій карті можна знайти інформацію про кадастровий номер земельної ділянки, її межі, площу, форму власності, цільове призначення, згідно із класифікатором, наявні обмеження у використанні та іншу корисну інформацію [24].

У зв'язку із введенням в Україні воєнного стану, публічна кадастрова карта була відключена. До припинення дії воєнного стану, відновлювати роботу публічної кадастрової карти поки що не планується.

Кадастрові округи, райони та квартали, доступні у векторному форматі, також можна підключити до QGIS. Алгоритм підключення наступний (рис. 3.2.):

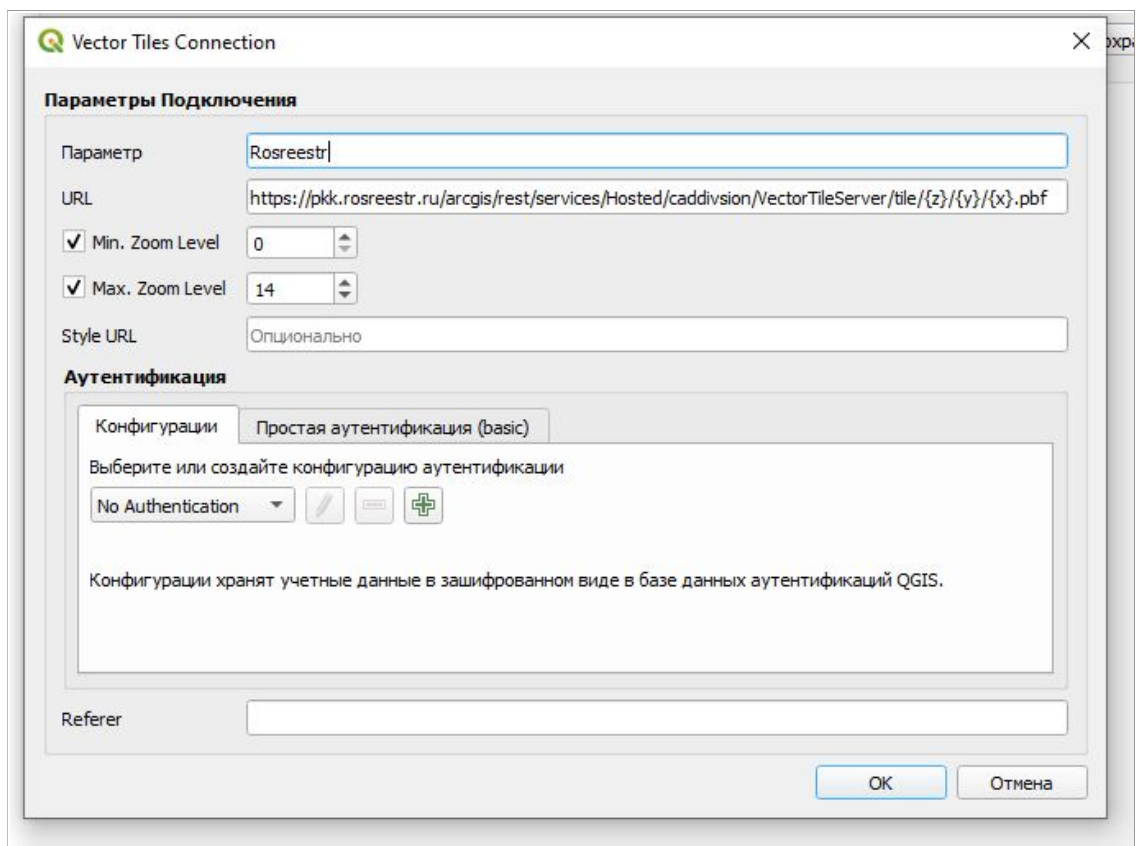


Рис. 3.2. Підключення кадастрової карти

Меню - Шар - Додати шар - Додати WMS (WMST). У діалозі, що відкрився, на закладці **Шари - Створити**. Далі, **Назва** (наприклад rkk), **Url:** `https://pkk.rivne.ua/arcgis/service... /WMSServer`, **Ок**. У першому діалозі вибираємо у комбібоксі зверху – rkk **Підключиться**. Визначаємо шар, **Формат**

зображення (PNG), Додати.

Потрібно бути готовим до того, що rkk WMS не стабільний, часто не віддає окремі тайли, буває, що не підключається. Можна спробувати підключати у великому масштабі – у дрібних відсікання за рівнем/масштабом, немає картинки. Необхідно пам'ятати, що це інформаційно-довідкова інформація. До неї не можна ставитися як до геодезично точної. Вихідна геодезична мережа пунктів буває деформована на метри щодо польових вимірів. Для робіт, що вимагають геодезичної точності, необхідно замовляти виписки реєстру, населеного пункту і ногами в «полі», знаходити параметри локалізації на конкретній території.

Наприклад, карта України матиме вигляд (рис. 3.3.) Виділимо кольором історичні регіони України.



Рис. 3.3. Історичні регіони України

Далі перетворимо карту на інтерактивну. В інтерактивній карті

представляється картографічна інформація, зміст якої викладений пошарово з можливістю підключення до відображення різноманітних шарів тематичної інформації та редагування змісту [26]. Ефективність використання інтерактивних карт досягається внаслідок гнучкої бази даних. Вона може містити довідкову інформацію у вигляді текстових описів об'єктів, числових даних, фотографій, графіків, діаграм тощо. Інтерактивні карти містять максимально повний набір функцій, доступних у настільних геоінформаційних системах: навігація по карті, редагування даних, маніпуляція векторними шарами карти, просторовий аналіз, адресний пошук, геокодування та багато іншого.

РОЗДІЛ 4.

КРИТЕРІЇ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ

4.1. Критерії вибору програмного засобу

1. Функціональність: здатність програмного засобу виконувати необхідні операції обробки та аналізу геоданих, включаючи векторний та растровий аналіз, геоаналітику, стилізацію та візуалізацію [9].

Найбільш функціональними ГІС можна вважати:

- ArcGIS (Esri): високий рівень функціональності для аналізу, візуалізації та обробки геоданих.
- QGIS (Quantum GIS): відкритий інструмент для аналізу та візуалізації геоданих зі значним функціоналом.
- Google Earth Engine: спеціалізується на обробці великих обсягів супутникових та растрових даних.
- MapInfo Professional: ГІС з різноманітними інструментами для карти та аналізу.
- GRASS GIS: має велику кількість функцій для обробки растрових та векторних геоданих.
- PostGIS: простірний розширений об'єкт для бази даних PostgreSQL, спеціалізується на геопросторових операціях.
- ERDAS IMAGINE: функціональний пакет для обробки та аналізу супутникових знімків.
- Mapbox: сервіс для створення та публікації красивих інтерактивних карт.
- Leaflet: легка та ефективна JavaScript-бібліотека для створення веб-карт.

- PostgreSQL с расширением PostGIS: використовується для зберігання та обробки геоданих в базі даних PostgreSQL.

2. Підтримка форматів даних: можливість імпорту та експорту геоданих у різноманітні формати, такі як Shapefile, GeoJSON, KML, та растрові формати. ArcGIS (Esri) вважається однією з геоінформаційних систем, яка підтримує найбільше різноманітних форматів геоданих. Esri активно розвиває та оновлює своє програмне забезпечення, додаючи підтримку нових форматів.

3. Легкість використання та інтуїтивний інтерфейс: зручний та легкий у використанні інтерфейс, який дозволяє користувачеві швидко освоювати програму та використовувати її функції. Легкість використання та інтуїтивний інтерфейс – це важливі критерії для багатьох користувачів ГІС. Ось деякі геоінформаційні системи (ГІС), які відомі своєю легкістю використання:

- QGIS (Quantum GIS). QGIS славиться своїм інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом та можливістю швидко освоювати його. Він є відкритим програмним забезпеченням і забезпечує багато функцій для аналізу та візуалізації геоданих.
- ArcGIS Online (Esri). ArcGIS Online володіє простим інтерфейсом та інтуїтивно зрозумілими інструментами для створення та редагування веб-карт. Він часто використовується для простих задач взаємодії з геоданими в онлайн-середовищі.
- Mapbox. Mapbox надає легкий у використанні інтерфейс для створення красивих та інтерактивних карт. Його інструменти стилізації та візуалізації можуть бути особливо привабливими для користувачів, які шукають простоту.
- Leaflet. Leaflet – це легка JavaScript-бібліотека для створення веб-карт. Вона є простою у використанні та ідеально підходить для швидкого впровадження веб-карт на власному веб-сайті.

- Google Earth Engine. Google Earth Engine пропонує онлайн-середовище для аналізу великих обсягів супутникових даних. Його інтерфейс забезпечує легкий доступ до різноманітних інструментів аналізу та візуалізації.

4. Швидкодія: ефективність та швидкодія при обробці та відображенні великої кількості геоданих. Швидкодія геоінформаційних систем (ГІС) може залежати від різних факторів, таких як обсяг та тип оброблюваних даних, продуктивність комп'ютерної апаратури, оптимізація програмного забезпечення та інші чинники. Крім того, різні ГІС можуть вирізнятися в швидкодії залежно від конкретних завдань. Однак деякі ГІС відомі своєю швидкодією та ефективністю.

Наприклад:

1. Google Earth Engine: цей сервіс від Google спеціалізується на обробці великих обсягів супутникових даних та високопродуктивних обчисленнях у хмарі. Він розроблений для ефективної роботи з великими масивами геоданих.

2. Mapbox: Mapbox відомий своєю швидкодією в створенні та візуалізації веб-карт. Використання векторних та растрових тайлів дозволяє досягти високої продуктивності при завантаженні карт.

3. ArcGIS Pro (Esri): ArcGIS Pro від Esri використовує сучасні технології для покращення швидкодії та продуктивності порівняно з попередніми версіями ArcGIS Desktop.

4. PostGIS (розширення для PostgreSQL): використання PostGIS для роботи з просторовими даними в базі даних PostgreSQL може бути ефективним, особливо при оптимальній індексації та конфігурації.

Важливо враховувати, що швидкодія може бути питанням компромісу, оскільки додаткові функції та аналітичні інструменти часто призводять до збільшення обчислювального навантаження. Вибір конкретної ГІС також залежатиме від ваших конкретних потреб та завдань.

5. Підтримка проєкцій та систем координат: можливість працювати з різними системами координат та забезпечення правильної проєкції даних. Підтримка проєкцій та систем координат є важливою характеристикою геоінформаційних систем (ГІС), оскільки вона визначає можливість працювати з різними видами картографічних даних та геопросторовою інформацією. Тут кілька ГІС, які відомі своєю відмінною підтримкою проєкцій та систем координат: Esri ArcGIS, QGIS, MapInfo Professional, MapInfo Professional, GeoServer. Ці ГІС надають засоби для роботи з різними системами координат та проєкціями, що дозволяє користувачам легко і точно працювати з геоданими в різних географічних контекстах [10].

6. Модульність та розширюваність: здатність до розширення функціоналу за допомогою плагінів та модулів для вирішення конкретних завдань. Багато геоінформаційних систем (ГІС) дозволяють розширювати свої можливості за допомогою плагінів, модулів або розширень. Це робить їх більш гнучкими та відкритими для індивідуальних потреб користувачів. Ось деякі ГІС, які відомі своєю здатністю до розширення: QGIS, Esri ArcGIS, GeoServer, MapServer, OpenLayers. Здатність до розширення є важливою для адаптації ГІС до конкретних потреб користувачів та впровадження нових функцій.

7. Підтримка великих обсягів даних: можливість ефективно обробляти та аналізувати великі обсяги геоданих без втрати продуктивності. Підтримка великих обсягів даних є важливою характеристикою для багатьох геоінформаційних систем (ГІС), особливо при обробці та аналізі великих масивів геопросторової інформації. Ось кілька ГІС, які відомі своєю здатністю до обробки великих обсягів даних: Google Earth Engine, Esri ArcGIS, MapInfo Professional, PostGIS (розширення для PostgreSQL), Mapbox. Важливо враховувати, що обробка великих обсягів даних також може залежати

від обладнання, налаштувань та оптимізації самого процесу обробки у конкретній ситуації.

8. Сумісність з базами даних: здатність взаємодіяти з різними базами даних для зберігання та обміну географічною інформацією. Багато геоінформаційних систем можуть взаємодіяти з різними системами управління базами даних. Тут декілька ГІС, які відомі своєю сумісністю з базами даних: Esri ArcGIS, PostGIS, QGIS, MapInfo Professional, GeoServer.

9. Підтримка спільноти та оновлення: активна спільнота користувачів та регулярні оновлення програмного засобу для вирішення проблем та покращення функціоналу. На сьогоднішній день, QGIS (Quantum GIS) відомий своєю великою та активною спільнотою користувачів. QGIS є відкритим програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом, що сприяє розвитку спільноти. Насамперед, велика спільнота визначається активністю користувачів та розвитком усередині спільноти, і QGIS відомий своєю відкритістю для співпраці та обміну знаннями

10. Вартість та ліцензію: приділення уваги вартості програмного продукту та ліцензійним умовам, які відповідають бюджету та правилам використання. Цінова політика може бути різною для різних видів користувачів (академічна, комерційна, урядова та інші). Також ціни можуть визначатися в залежності від обсягу функціоналу та послуг, які вибрав користувач. Однією з висококласних та відомих ГІС є ArcGIS (Esri). ArcGIS пропонує різноманітні продукти, включаючи ArcGIS Pro, ArcGIS Online, та різні розширення та додатки. Вартість використання ArcGIS може варіюватися від вартості одноразового ліцензійного пакету до підписних планів, а також може залежати від обсягу користувачів та вимог до функціоналу. Однак ціни на геоінформаційні системи можуть різнитися, і інші високоякісні ГІС,

такі як MapInfo Professional або комерційні рішення від інших провайдерів, також можуть мати високий рівень вартості в залежності від обраного плану та послуг.

11. **Наявність технічної підтримки:** наявність технічної підтримки від розробника або спільноти для вирішення можливих проблем та отримання допомоги. Оцінка технічної підтримки ГІС може бути суб'єктивною і залежить від досвіду та очікувань користувача. Проте, оцінювати “найкращу” чи “найгіршу” технічну підтримку може бути складно, оскільки це може змінюватися з часом і в залежності від конкретного випадку. Деякі ГІС можуть мати високий рівень технічної підтримки, а інші можуть мати менш розвинену або менш ефективну підтримку. Наприклад, відкриті програмні продукти, такі як QGIS, можуть покладатися на підтримку спільноти, а не на комерційні служби підтримки. Рекомендується звернутися до офіційних джерел, таких як веб-сайти, форуми, інструкції користувача та зворотній зв'язок інших користувачів для конкретної ГІС, яку ви розглядаєте. Здійснення власних досліджень та оглядів також може допомогти визначити, як видається технічна підтримка для конкретного продукту в даному часі.

12. **Безпека та конфіденційність:** забезпечення високого рівня безпеки та конфіденційності геоданих при їх обробці та зберіганні. Безпека у використанні геоінформаційних систем часто визначається комплексом заходів, включаючи захист від несанкціонованого доступу, забезпечення конфіденційності даних та забезпечення стійкості системи до потенційних загроз. Існують різні ГІС, які враховують питання безпеки у своєму функціоналі. Однак важливо зазначити, що безпека часто залежить від належного конфігурування та використання заходів безпеки користувачем. Наприклад:

ArcGIS (Esri): платформа ArcGIS надає можливості для управління доступом, захисту даних та інших аспектів безпеки. Це може включати в себе налаштування прав доступу, шифрування даних та інші заходи.

QGIS (Quantum GIS): QGIS, як відкрите програмне забезпечення, сприяє безпеці через перевірені спільнотою заходи безпеки. Важливо дотримуватися належних практик безпеки в самому програмному забезпеченні та його використанні.

Mapbox: Mapbox надає інструменти для керування доступом та конфіденційністю даних, а також можливості шифрування для певних послуг.

PostGIS (розширення для PostgreSQL): При правильній конфігурації PostgreSQL та PostGIS може забезпечувати високий рівень безпеки для просторових даних.

Google Earth Engine: Google Earth Engine використовується для обробки великих обсягів супутникових даних та має вбудовані заходи безпеки для зберігання та обробки цих даних.

Вибір «найбільш безпечної» ГІС також пов'язаний з тим, які саме заходи безпеки вам потрібні та наскільки добре ви їх налаштуєте. Лідери ринку, такі як Esri та Google, часто розробляють та оновлюють свої продукти, включаючи заходи безпеки. Найважливіше - дотримуватися рекомендацій безпеки та надавати лише необхідний доступ до даних.

Враховання цих критеріїв допоможе здійснити оптимальний вибір програмного засобу для обробки геоінформаційних даних відповідно до конкретних потреб та умов користувача.

4.2. Рекомендації щодо вибору програмного засобу.

1. Аналіз задач та потреб: ретельно проаналізуйте конкретні завдання та потреби вашого проекту. Вибирайте програмний засіб, який оптимально відповідає цим вимогам.

2. Визначення функціональності: переконайтеся, що обране програмне забезпечення має необхідну функціональність для виконання планованих завдань, включаючи аналіз, візуалізацію та обробку геоданих.

3. Сумісність із іншими ІТ-засобами: врахуйте сумісність обраного програмного продукту з іншими інформаційно-технічними засобами, які використовуються в вашій організації.

4. Розширюваність та модульність: оцініть можливості розширення функціоналу через плагіни та модулі. Це важливо для адаптації програмного засобу під специфічні вимоги проекту.

5. Підтримка та оновлення: переконайтеся, що програмний продукт отримує регулярні оновлення та надає технічну підтримку. Активна спільнота користувачів також може бути важливою.

6. Легкість використання: оберіть програмне забезпечення з інтуїтивно зрозумілим та зручним інтерфейсом. Це сприяє швидкому освоєнню та ефективному використанню.

7. Вартість та ліцензію: оцініть вартість програмного продукту та виберіть варіант, який відповідає вашому бюджету. Також важливо уточнити ліцензійні умови використання.

8. Підтримка геоданих: переконайтеся, що програмне забезпечення підтримує роботу з різними форматами геоданих та може ефективно працювати з великими обсягами цих даних.

9. Технічні вимоги: перевірте, чи відповідають технічні характеристики програмного засобу можливостям вашого обладнання та операційної системи.

10. Відгуки та рейтинги: проведіть дослідження, прочитайте відгуки користувачів та оцінки програмного засобу від інших користувачів для отримання об'єктивної інформації.

11. Термін експлуатації: розгляньте питання терміну експлуатації програмного продукту та можливості майбутнього оновлення.

Обираючи програмний засіб для обробки геоінформаційних даних, слід враховувати конкретні потреби та умови вашого проекту, а також здійснити комплексний аналіз відповідно до вищезазначених рекомендацій.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена вивченню та оптимізації вибору інструментального засобу для обробки геоінформаційних даних у сервісі Google Maps. В роботі надано комплексний огляд та практичні рекомендації щодо використання геоінформаційних технологій у контексті обраного об'єкта дослідження. Дослідження фокусується на розгляді основних понять та визначень в галузі геоінформаційних технологій, історії та розвитку геоінформаційних систем, а також конкретних можливостей та функціональних особливостей Google Maps.

В процесі дослідження аналізується процес збору, імпорту, аналізу та візуалізації геоданих у Google Maps, а також проводиться порівняльний аналіз цього сервісу з іншими геоінформаційними інструментами, зокрема з використанням геоінформаційної системи QGIS.

Дана робота охоплює етапи розвитку геоінформаційних технологій, важливі історичні події та досягнення у галузі геоінформаційних систем. Також розглядається архітектура та ключові компоненти геоінформаційних систем, сприяючи розумінню їхньої структури та функціональних можливостей.

Особлива увага приділяється огляду та аналізу картографічного сервісу Google Maps, його історії, функціональним можливостям, інтерфейсу та інструментію. Вивчення процесів збору, імпорту, аналізу та візуалізації геоданих в Google Maps визначає можливості та переваги його використання.

Детально розглядається геоінформаційна система QGIS як інструмент для обробки геопросторової інформації. Аналіз ролі QGIS у геоінформаційних технологіях, її історії, функціональних можливостей та архітектури сприяє визначенню переваг цього програмного засобу.

Розділ «Критерії і рекомендації щодо вибору програмного засобу для оптимальної обробки геоінформаційних даних» визначає критерії вибору програмного засобу та формулює рекомендації для забезпечення ефективності обробки геоінформаційних даних.

Враховуючи вищесказане можна сформулювати наступні висновки по виконанню кваліфікаційної роботи:

1. Детально розглянуто ключові поняття та визначення в галузі геоінформаційних технологій, охоплено етапи їхнього розвитку, важливі історичні події та досягнення, а також ключові компоненти геоінформаційних систем.

2. Проведено огляд картографічного сервісу Google Maps, надано загальну картину його історії, розвитку та основних можливостей, включаючи інтерфейс та інструменти користувача.

3. Розглянуто процес обробки геоінформаційних даних за допомогою Google Maps. Вивчено методи збору, імпорту, та аналізу геоданих, а також їх візуалізацію та оптимізацію маршрутів.

4. Досліджено можливості використання API Google Maps для інтеграції та розширення функціоналу сервісу, що відкриває широкі перспективи для розробки застосунків та взаємодії з іншими сервісами.

5. Здійснено огляд та порівняння програмного забезпечення для геоінформаційної візуалізації, а також детальний аналіз геоінформаційної системи QGIS.

Сформовано критерії вибору та рекомендації для оптимального вибору програмного засобу для обробки геоінформаційних даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Brown M. C. Hacking Google Maps and Google Earth, 2006. ISBN: 9780471790099.
2. Gibbs S. Google says sorry over racist Google Maps White House search results. *The Guardian*. Retrieved on 15 April 2022.
3. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя., 2014. 492 с.
4. Кравченко О.М., Шелестов А.Ю. Застосування реалізацій стандартів OGC для створення розподілених систем візуалізації та надання геопросторових даних. *Проблеми програмування*. №2-3. 2006. С. 135-139.
5. Кравченко О.М., Шелестов А.Ю. High performance Intelligent Computations for Environmental and Disaster Monitoring. *Intelligent Data Processing in Global Monitoring for Environment and Security* (Krassimir Markov, Vitalii Velychko editors). ITHEA, Sofia, 2010. pp. 64-92.
6. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи: навч. посіб. Харків: Вид. ХНЕУ., 2013. 345 с.
7. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатики: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Суми: ВТД «Унів. кн.», 2006. 126 с.
8. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2021.
9. Best GIS Software Applications. URL: <https://gisgeography.com> (дата звернення: 22.10.2022).
10. Annual Report 2007 Compiled. URL: <https://osgeo.org> (дата звернення: 20.10.2022).
11. GeoGuide. URL: <https://geoguide.com.ua> (дата звернення: 20.09.2022).

12. GIS_history. URL: <https://www.researchgate.net/publication/328724010> (дата звернення: 20.09.2022).
13. GIS Lounge. URL: <https://www.gislounge.com/what-is-gis/> (дата звернення: 20.09.2022).
14. GIS – основа ефективного і територіального планування. URL: <https://esri.ua> (дата звернення: 20.10.2023).
15. Change the world with the power of geography. URL: <https://esri.com> (дата звернення: 24.09.2023).
16. Google Maps Metrics and Infographics – Google Maps for iPhone. URL: <https://sites.google.com> (дата звернення: 21.09.2023).
17. GWPrime: The First Subscription based Geospatial Media Platform. URL: <https://geospatialworld.net> (дата звернення: 10.10.2023).
18. Founder of QGIS: Gary Sherman – хуНт. URL: <https://xyht.com> (дата звернення: 5.10.2023).
19. QGIS Web site. URL: <https://qgis.org> (дата звернення: 8.10.2023).
20. The Remarkable History of GIS – GIS Geography. URL: <https://gisgeography.com> (дата звернення: 10.10.2022).
21. Геопортал містобудівного кадастру громади. URL: <https://magneticonemt.com> (дата звернення: 11.10.2023).
22. ГІС-Асоціація України. URL: <https://gisa.org.ua> (дата звернення: 14.10.2023).
23. ГІС Карти: види та застосування цифрової картографії. URL: <https://eos.com> (дата звернення: 12.10.2023).
24. Законодавство України про ГІС. URL: <https://zakon4.rada.gov.ua> (дата звернення: 10.10.2023).
25. Мобільна геоінформаційна система. URL: <https://magneticonemt.com> (дата звернення: 4.10.2023).
26. Поняття про геоінформаційні технології і системи. URL: <https://magneticonemt.com> (дата звернення: 5.10.2023).
27. ТОП 10 джерел даних для ГІС. URL: <https://softpro.ua> (дата звернення: 2.10.2023).