

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Дослідження методів географічної візуалізації даних»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Комп'ютерні науки
(назва)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело*

(підпис)

Нікіта МАКАРОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Виконав:

здобувач вищої освіти
група КНД-42

Нікіта Макаров

Керівник: Щербина Ірина Сергіївна

науковий ступінь,
вчене звання

К. Т. Н

Рецензент:

науковий ступінь,
вчене звання

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Київ 2024

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Комп'ютерних наук

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність Комп'ютерні науки

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Комп'ютерних наук

_____ Віктор ВИШНІВСЬКИЙ
«_____» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

_____ Макаров Нікіті Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Дослідження методів географічної візуалізації даних

керівник кваліфікаційної роботи Ірина ЩЕРБИНА, к. т. н., доцент.

(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «27» лютого 2024р. №36

2. Строк подання студентом роботи 31.05.2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, Google Maps API, технічні характеристики дрона DJI Mavic 3.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження принципів роботи географічної візуалізації даних

Дослідження бібліотек Python, Google Maps API та Кропиви

Дослідження і аналіз дронів у війні та їх взаємодію з географічною візуалізацією

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

1. Типи візуалізації даних

2. Сфери використання географічної візуалізації даних
3. Формати представлення геоданих
4. Дослідження технічних засобів для роботи з геоданими в інтелектуальній обробці даних
5. Схема роботи DJI Mavic 3 з геоданими
6. Типи БПЛА
7. Функціональні можливості системи “Кропива”
6. Дата видачі завдання 23.02.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	23.02-26.02.24	Виконав
2	Вивчення матеріалів для аналізу розвитку технологій географічного візуалізації даних	27.02-05.03.24	Виконав
3	Дослідження географічної візуалізації даних	06.03-10.03.24	Виконав
4	Дослідження бібліотек Python та Google Maps API	10.03-25.03.24	Виконав
5	Дослідження роботи дронів у війні	25.03-30.03.24	Виконав
6	Дослідження та застосування системи “Кропива”	30.03-10.04.24	Виконав
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	10.04-25.04.24	Виконав
8	Розробка демонстраційних матеріалів	25.04-10.05.24	Виконав

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Нікіта МАКАРОВ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

кваліфікаційної роботи

(підпис)

Ірина ЩЕРБИНА

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 64 стор., 3 табл., 7 рис., 9 джерел.

Наукове завдання – дослідження і аналіз взаємодії дрона з географічною візуалізацією даних у війні.

Мета роботи – Метою дипломної роботи є дослідження та аналіз методів географічної візуалізації даних, їх застосування у різних сферах, а також оцінка ефективності використання геопросторових технологій у військовій і цивільній діяльності.

Об'єкт дослідження – географічна візуалізація даних.

Предмет дослідження – технології географічної візуалізації даних.

Короткий зміст роботи: Проведено дослідження сучасних технологій географічної візуалізації даних. Проаналізовано їх використання у різних сферах життя, а також і у військовій справі. Досліджено використання бібліотек Python а також використання Goggle maps API. Проаналізовано і досліджено використання дронів у сучасній війні, їх взаємодію з географічними даними, та види дронів. Проаналізована система “Кропива” її особливості та використання у війні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГЕОГРАФІЧНА, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, ДРОНИ, ВІЙСЬКОВА СПРАВА, ГЕОДАНИ.

ABSTRACT

Text part of the master's qualification work: 64 pages, 7 pictures, 3 table, 9 sources.

The scientific task is to study and analyze the interaction of a drone with geographic data visualization in war.

The purpose of the work - The purpose of the thesis is research and analysis of geographic data visualization methods, their application in various areas, as well as an assessment of the effectiveness of the use of geospatial technologies in military and civilian activities.

Object of research – geographic visualization of data.

Subject of research – technologies of geographic visualization of data.

Summary of the work: A study of modern technology of geographic data visualization was conducted. Their use in various spheres of life, as well as in military affairs, is analyzed. The use of Python libraries and the use of Goggle maps API were studied. The use of drones in modern warfare, their interaction with geographic data, and types of drones are analyzed and researched. Analyzed the "Nettle" system, its features and use in war.

KEYWORDS: GEOGRAPHIC, VISUALIZATION, DRONES, MILITARY, GEODANES. Тема - Дослідження методів географічної візуалізації даних.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 СУТНІСТЬ ТА МІСЦЕ ГЕОГРАФІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБЦІ ДАНИХ	10
1.1 Візуалізація даних та методи аналізу даних в інтелектуальній обробці даних	11
1.2 Географічна візуалізація даних та області її застосування	15
1.3 Використання географічної візуалізації у військовій справі	24
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМАТІВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ГЕОДАНИХ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ДАНИХ.....	31
2.1 Типи форматів для представлення геоданих	31
2.2 Формат SHP та його особливості.....	32
2.3 Формат GeoJSON.....	37
2.4 Дослідження областей застосування форматів геоданих.....	47
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОБОТИ З ГЕОДАНИМИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ДАНИХ.....	51
3.1 Використання мови програмування Python.....	51
3.2 Дослідження можливостей бібліотеки Matplotlib.....	52
3.3 Дослідження можливості бібліотеки Seaborn.....	55
3.4 Функціонал сервісу Гугл Марс арі.....	58
4 ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДАНИХ В СУЧАСНІЙ ВІЙСЬКОВІЙ СПРАВІ..	62
4.1 Використання безпілотних літальних апаратів в проведенні сучасних бойових дій.....	62
4.2 Програмне забезпечення “Кропива”	72
ВИСНОВОК.....	74
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА.....	75
ДОДАТОК А.....	76

ВСТУП

У сучасному світі обробка та візуалізація географічних даних стають невід'ємною частиною багатьох галузей, від урбаністики до військових технологій. Дипломна робота присвячена дослідженню географічної візуалізації даних, її інструментів, методів та застосувань у різних сферах, зокрема в умовах бойових дій.

Робота розглядає сутність географічної візуалізації даних та її значення в інтелектуальній обробці інформації. Використовуючи різні інструменти та методи, такі як картографія, ГІС-системи та тематичні карти, візуалізація дозволяє аналізувати складні просторові дані, виявляти тенденції та приймати обґрунтовані рішення. Наведені приклади ілюструють широке застосування географічної візуалізації в різних галузях, від екології до бізнесу. Форми представлення геоданих, розглядаються різні формати, які використовуються для зберігання та обробки географічної інформації. Визначення оптимального формату є ключовим для забезпечення точності та ефективності аналізу даних.

Досліджуються методи представлення геоданих залежно від поставлених завдань. Розглядаються інструменти програмування на Python та використання бібліотек, таких як Geopandas та Folium, а також можливості Google Maps API. Використання цих інструментів дозволяє створювати інтерактивні карти та забезпечувати динамічний аналіз геоданих. Аналізуємо використання геоданих у військових цілях. Особливу увагу приділено використанню безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для розвідки та бойових дій, а також системі "Кропива", яка стала невід'ємною частиною військового обладнання українських збройних сил. Висвітлено особливості застосування БПЛА для різних завдань, їх переваги та недоліки, а також роль "Кропиви" в координації дій на полі бою та підвищенні ефективності військових операцій.

Ця робота демонструє важливість та актуальність географічної візуалізації даних у різних сферах, підкреслюючи її ключову роль у прийнятті рішень та оптимізації процесів. Військове застосування геоданих, зокрема в контексті сучасних конфліктів, є яскравим прикладом того, як технології можуть змінювати хід подій та підвищувати безпеку і ефективність операцій.

1 СУТНІСТЬ ТА МІСЦЕ ГЕОГРАФІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБЦІ ДАНИХ

1.1 Візуалізація даних та методи аналізу даних в інтелектуальній обробці даних

Візуалізація даних в інтелектуальній обробці даних (ІОД) є потужним інструментом для аналізу та розуміння складних наборів даних.

ІОД - це галузь комп'ютерних наук, що займається розробкою методів та алгоритмів для автоматичного аналізу та інтерпретації даних, візуалізація є одним з ключових компонентів цього процесу

Візуалізація даних в ІОД використовується для створення графічних представлень даних з метою візуалізації взаємозв'язків, закономірностей та патернів, що існують у даних. Це може бути використано для виявлення тенденцій, виявлення аномалій, класифікації даних, прогнозування та прийняття рішень.

Одним із ключових аспектів візуалізації даних в ІОД є здатність візуалізаційних інструментів відображати великі обсяги даних у зрозумілому та легкозасвоюваному форматі. Це дозволяє аналітикам та дослідникам ефективно працювати з великими наборами даних та швидко виявляти важливі залежності та тренди.

Крім того, візуалізація даних в ІОД дозволяє використовувати різноманітні типи графіків, діаграм, картографічних представлень та інших візуальних елементів для ефективного представлення даних. Наприклад, графіки розсіювання, гістограми, кругові діаграми та теплові карти можуть бути використані для відображення різних аспектів даних та їх взаємозв'язків.

Застосування візуалізації даних в ІОД розширюється на різні галузі, включаючи бізнес-аналітику, науку, медицину, фінанси, маркетинг та інші. Вона допомагає підвищити рівень розуміння даних, полегшує процес прийняття рішень та сприяє виявленню нових знань та можливостей у великих наборах даних.[1]

Техніки візуалізації даних є важливим інструментом для аналізу та розуміння складних наборів даних. У цьому розділі ми розглянемо деякі основні техніки візуалізації, які використовуються в інтелектуальній обробці даних.

Графіки та діаграми використовуються для відображення числових даних у вигляді лінійних графіків, стовпчикових діаграм, кругових діаграм та інших типів графіків, що дозволяють зрозуміти розподіл та залежності між даними.

Картографічні представлення даних використовуються для візуалізації географічної інформації та розміщення об'єктів на карті.

Хмари тегів (Word Clouds) використовуються для візуалізації текстової інформації, де частіше зустрічаються слова відображаються більшими за розміром.

Теплові карти (Heatmaps) використовуються для візуалізації густини та розподілу даних у просторі.

Діаграми розсіювання (Scatter Plots) використовуються для візуалізації взаємозв'язків між двома або більше змінними у двовимірному просторі.

Типи візуалізації даних представлені на рисунку 1.1.

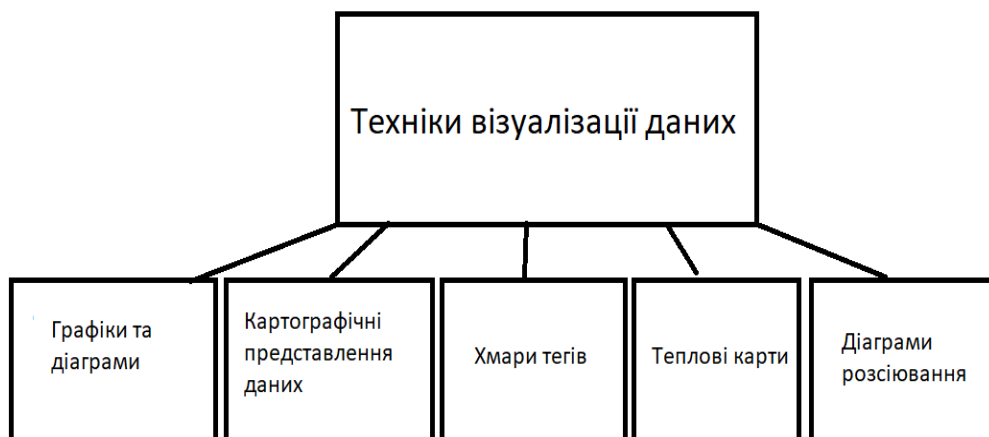


Рис. 1.1 Типи візуалізації даних

Ці техніки візуалізації даних допомагають розуміти та аналізувати великі обсяги інформації у зрозумілому форматі, дозволяючи зробити висновки та приймати рішення на підставі візуальних подань даних.

В інтелектуальній обробці даних (ІОД) використовуються різні методи та алгоритми для аналізу та інтерпретації даних у графічній формі. Основні методи включають методи кластеризації, класифікації, аналізу асоціацій та аналізу вимірювань.[9]

Методи кластеризації, такі як k-середніх або ієрархічна кластеризація, групують схожі об'єкти у великих наборах даних, дозволяючи аналізувати та порівнювати характеристики кожного кластера та їхні взаємозв'язки.

Алгоритми класифікації, такі як дерева рішень або метод опорних векторів, визначають клас, до якого належить кожен об'єкт даних, що сприяє розумінню, як модель виконує прогнозування та де можуть виникнути недоліки.

Методи аналізу асоціацій, такі як алгоритм Аргіогі, виявляють зв'язки між різними елементами набору даних, допомагаючи зрозуміти, які комбінації товарів часто купуються разом або які фактори спільно впливають на певні явища.

Методи аналізу вимірювань, такі як методи головних компонент або t-розподілені стохастичні вбудовування сусідів (t-SNE), допомагають зменшити розмірність даних та візуалізувати їх у просторі меншої розмірності, зберігаючи важливі характеристики та виявляючи складні зв'язки між об'єктами.

Алгоритми виявлення асоціацій використовуються для виявлення асоціацій між різними елементами набору даних. Графічні представлення, такі як діаграми асоціацій або хмари тегів, можуть використовуватися для візуалізації результатів цих аналізів.

Методи виявлення аномалій, такі як Local Outlier Factor (LOF) або Isolation Forest, використовуються для ідентифікації відхилень від типового зразка у наборі даних. Графічні представлення, такі як графіки розсіювання з позначками для аномальних точок, можуть допомогти візуально виділити ці аномалії.

Алгоритми кластеризації - алгоритм k-середніх або ієрархічна кластеризація використовуються для групування схожих об'єктів у великих наборах даних. Графічні представлення, такі як кольорові графіки з відображенням кластерів, можуть допомогти візуально розрізнити ці групи.

Методи зменшення розмірності даних - методи головних компонент (PCA) або t-розподілені стохастичні вбудовування сусідів (t-SNE) використовуються для зменшення розмірності даних та візуалізації їх у просторі меншої розмірності. Графічні представлення, такі як графіки PCA або теплові карти t-SNE, можуть допомогти візуально зрозуміти структуру та взаємозв'язки між об'єктами у зменшеному просторі.

Ці алгоритми допомагають аналітикам та дослідникам отримувати нові інсайти та робити висновки на основі візуальних представлень даних, що сприяє ефективному аналізу та інтерпретації складних наборів інформації. Алгоритми та методи аналізу та інтерпретації даних представлені на рисунку 1.2.

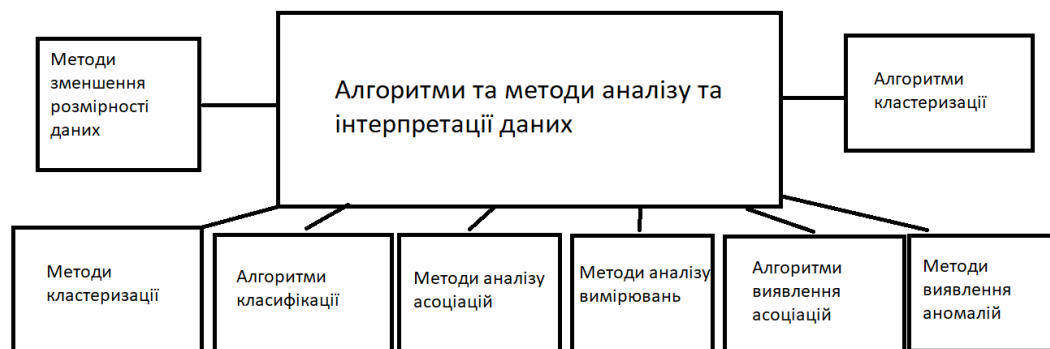


Рис. 1.2 Алгоритми та методи аналізу та інтерпретації даних

Зменшення розмірності даних є важливим етапом в аналізі та візуалізації даних, особливо коли маємо справу з великими обсягами інформації або високорозмірними датасетами. Використовуються різні методи зменшення розмірності, такі як метод головних компонент (PCA), t-розподілені стохастичні вбудовування сусідів (t-SNE), лінійне дискримінантне аналіз (LDA) та багато інших. Ці методи зменшення розмірності працюють шляхом проектування вихідних даних у простір меншої розмірності, зазвичай дво-, тривимірний, зберігаючи при цьому якомога більше інформації про вихідний датасет. Після застосування методів зменшення розмірності важливо візуалізувати отримані результати, щоб зрозуміти нову структуру даних та їхній взаємозв'язок.[3]

Візуалізація даних в інтелектуальній обробці даних (ІОД) є ключовим інструментом для аналізу та розуміння складних наборів даних. Ця техніка забезпечує можливість візуального представлення даних у формі графіків, діаграм, картографічних зображень та інших візуальних елементів, що допомагає виявляти взаємозв'язки, закономірності та патерни, що існують у даних. Візуалізація даних дозволяє ефективно аналізувати та інтерпретувати великі обсяги інформації, полегшуючи процес прийняття рішень та виявлення нових знань та можливостей у великих наборах даних. ІОД використовує візуалізацію як один з ключових компонентів у процесі автоматичного аналізу та інтерпретації даних, що робить його незамінним інструментом у різних галузях, включаючи бізнес-аналітику, науку, медицину, фінанси, маркетинг та інші. Таким чином, візуалізація даних у

ІОД є важливою складовою для впровадження інтелектуальних рішень та розвитку сучасних аналітичних методів.

1.2 Географічна візуалізація даних та області її застосування

Географічна візуалізація даних – це процес представлення просторової інформації у вигляді карт, графіків, схем та інших візуальних засобів, що дозволяють краще зрозуміти, аналізувати та інтерпретувати географічні дані. Ця візуалізація допомагає ефективніше виявляти патерни, тенденції та взаємозв'язки в даних, що стосуються певних географічних областей або об'єктів.[3]

У даному підрозділі ми проаналізуємо різноманітні області застосування географічної візуалізації даних. Від географії та картирования до бізнес-аналітики та наукових досліджень, дослідимо, як географічна візуалізація допомагає різним сферам індустрії та науки в розумінні та аналізі даних.

Ці області застосування географічної візуалізації даних ілюструють широкий спектр можливостей цього інструменту у різних галузях та сферах діяльності. Географічна візуалізація даних є важливим інструментом для розуміння, аналізу та прийняття рішень на основі географічних даних.

Географічна візуалізація використовується в багатьох галузях:

Геоінформаційні системи (ГІС): Географічна візуалізація даних є основою для розробки та використання геоінформаційних систем. ГІС використовуються у багатьох галузях, включаючи геологію, геодезію, урбаністику, екологію, сільське господарство, міське планування та інші. Вони дозволяють збирати, аналізувати та відображати географічні дані у вигляді карт та інших географічних візуалізацій.

Географічна інформаційна система (ГІС) є комп'ютерною системою, яка дозволяє збирати, зберігати, аналізувати та відображати географічну інформацію. ГІС об'єднує дані з різних джерел, таких як картографічні дані, зображення з дронів, супутникові знімки, топографічні карти та інші, і дозволяє користувачам аналізувати ці дані на географічній основі. Однією з основних функцій ГІС є

можливість створення, редагування та аналізу географічних об'єктів та їх взаємозв'язків на карті. Це дозволяє виконувати різні види аналізу, такі як визначення оптимальних маршрутів, зонування території, виявлення географічних закономірностей та інші.

ГІС використовуються у багатьох галузях, включаючи, геологію та геологічне дослідження, урбаністика та міське планування, екологія та охорона природи, сільське господарство та лісове господарство, геодезія та картографія, енергетика та транспорт.[7]

Геологію та геологічне дослідження: ГІС допомагає геологам аналізувати геологічні структури, розташування корисних копалин, виявляти ресурси та ризики геологічних подій, таких як землетруси та вулканічні виверження.

Урбаністика та міське планування: ГІС допомагає у міському плануванні, визначенні оптимальних місць для розміщення будівель та інфраструктури, а також управлінні міськими ресурсами.

Екологія та охорона природи: ГІС використовується для вивчення та моніторингу екологічних систем, виявлення екологічних проблем, планування розташування заповідників та природних заповідників.

Сільське господарство та лісове господарство: ГІС допомагає в аналізі та плануванні сільськогосподарських угідь, розміщення сільськогосподарських об'єктів та розподілі сільськогосподарських культур.

Геодезія та картографія: ГІС використовується для створення та оновлення карт, визначення географічних координат та висот, розташування геодезичних пунктів та іншій геодезичній роботі.

Енергетика та транспорт: ГІС допомагає в плануванні мереж електропередач, визначенні оптимальних місць для розташування електростанцій, транспортних маршрутів та інфраструктури.

Цей огляд показує, що ГІС відіграє важливу роль у різних галузях, допомагаючи управляти географічними даними та виконувати складні аналітичні завдання на основі географічної інформації, на рисунку 1.3 можна побачити використання географічної візуалізації даних у різних сферах життя.[7]

Екологія та охорона природи: Географічна візуалізація даних використовується для візуалізації екологічних параметрів, таких як забруднення повітря та води, розподіл біорізноманіття та інші екологічні показники. Це допомагає управляти та моніторити стан довкілля та природних ресурсів.

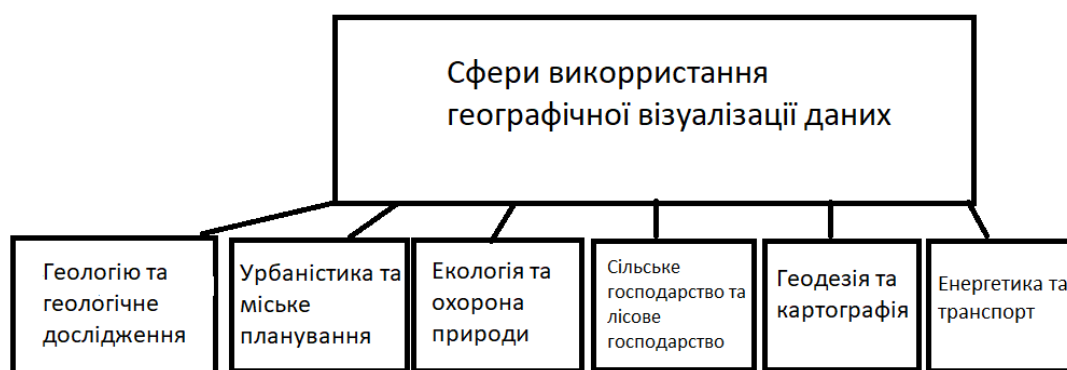


Рис 1.3. Сфери використання географічної візуалізації даних

Географічна візуалізація даних в цій сфері відіграє критичну роль у вивченні та моніторингу екологічних систем, а також у виявленні та розв'язанні екологічних проблем. Вона дозволяє відображати географічні зміни в середовищі, виявляти зони екологічного ризику та розробляти стратегії їх запобігання та управління.

Однією з основних областей застосування географічної візуалізації даних у екології є моніторинг забруднення повітря, води та ґрунту. ГІС дозволяє відображати концентрацію різних забрудників на карті, встановлювати їх джерела та шляхи поширення, а також аналізувати їх вплив на екосистеми та здоров'я людей.

Ще одним важливим аспектом є використання географічної візуалізації для моніторингу та оцінки змін в біорізноманітті. Це включає виявлення регіонів з високим рівнем біологічного різноманіття, визначення зон, які потребують

особливої уваги щодо охорони природи, та відстеження тенденцій у зміні розподілу видів.

Крім того, географічна візуалізація даних використовується для планування та управління заповідниками, національними парками та іншими об'єктами охорони природи. Вона допомагає визначити оптимальні межі територій охорони, відстежувати рухи тварин, вивчати вплив людської діяльності на дикі природні екосистеми.

Географічна візуалізація даних також використовується для освіти та популяризації проблем екології. Широкий доступ до карт та інтерактивних візуалізацій дозволяє залучити громадськість до обговорення екологічних питань та сприяє усвідомленню важливості збереження навколишнього середовища.

Цей огляд показує, що географічна візуалізація даних відіграє ключову роль у розумінні та управлінні екологічними системами, допомагаючи забезпечити ефективний моніторинг, аналіз та захист природи.

Транспорт та логістика: географічна візуалізація даних використовується для відображення транспортних мереж, маршрутів перевезень, руху транспортних засобів та інших аспектів транспортної логістики. Це допомагає оптимізувати маршрути, планувати розвиток інфраструктури та підвищувати ефективність транспортних систем.

Географічна візуалізація даних відіграє визначальну роль у сфері транспорту та логістики, допомагаючи вирішувати проблеми ефективності, безпеки та оптимізації руху та розміщення транспортних мереж та ресурсів.

Маршрутизація та оптимізація транспорту: географічна візуалізація даних дозволяє визначати оптимальні маршрути для перевезень, враховуючи різні фактори, такі як відстань, час подорожі, дорожні умови та обмеження на маршруті. Це допомагає зменшити час та витрати на перевезення, покращує графік доставки та зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Моніторинг транспортних потоків: географічна візуалізація даних дозволяє в реальному часі відстежувати рух транспортних засобів та моніторити їхню швидкість, маршрути та загальний стан. Це допомагає підприємствам та логістичним компаніям забезпечувати ефективний контроль над перевезеннями та уникати затримок чи інцидентів.

Планування розвитку транспортної інфраструктури: географічна візуалізація даних допомагає аналізувати потреби у транспортній інфраструктурі та визначати оптимальні місця для будівництва нових доріг, залізниць, аеропортів та інших об'єктів. Це сприяє покращенню доступності, зменшенню заторів та підвищенню ефективності транспортної системи.

Логістичне планування та управління запасами: географічна візуалізація даних допомагає визначати оптимальне розміщення складських приміщень та точок дистрибуції, а також управляти запасами товарів на різних етапах поставок. Це дозволяє підприємствам ефективно керувати логістичними процесами та зменшити витрати на зберігання та транспортування.

Географічна візуалізація даних у сфері транспорту та логістики є незамінним інструментом для підвищення ефективності, безпеки та сталості транспортних систем та логістичних процесів.

Туризм та рекреація: географічна візуалізація даних використовується для створення туристичних карт, показу локацій визначних пам'яток, готелів, ресторанів та інших об'єктів туристичного інтересу. Вона допомагає туристам планувати свої маршрути та отримувати інформацію про місця відпочинку.

Географічна візуалізація даних грає важливу роль у розвитку та підтримці сфери туризму та рекреації, допомагаючи як туристам, так і галузевим експертам, з легкістю орієнтуватися в різноманітності туристичних об'єктів та природних ресурсів.

Створення туристичних маршрутів та карт: Географічна візуалізація даних дозволяє створювати інтерактивні туристичні карти, які включають в себе локації визначних пам'яток, готелів, ресторанів та інших об'єктів туристичного інтересу. Це допомагає туристам ефективно планувати свої маршрути та отримувати інформацію про місця відпочинку.

Продаж та маркетинг туристичних послуг: Географічна візуалізація даних використовується для створення привабливих презентацій та рекламних матеріалів, що демонструють привабливість різних туристичних напрямків. Це допомагає туроператорам та готелям ефективно просувати свої послуги та залучати нових клієнтів.

Аналіз туристичних потоків та популярності місць: Географічна візуалізація даних дозволяє аналізувати туристичні потоки, виявляти популярні напрямки та розуміти тенденції у виборі місць відпочинку. Це допомагає управляти туристичними ресурсами та розвивати інфраструктуру відповідно до потреб ринку.

Екологічний туризм та охорона природи: Географічна візуалізація даних використовується для моніторингу та охорони природних туристичних об'єктів, таких як національні парки, заповідники та екологічно чисті зони. Це сприяє збереженню природного середовища та забезпечує сталість туристичного потенціалу регіону.

Географічна візуалізація даних у сфері туризму та рекреації є невід'ємною складовою розвитку і підтримки туристичного бізнесу та інфраструктури, що сприяє покращенню якості послуг та задоволенню потреб туристів.

Громадська безпека та кризове управління: географічна візуалізація даних використовується для моніторингу злочинності, розподілу ресурсів пожежної охорони, виявлення природних катастроф та інших важливих аспектів громадської безпеки та кризового управління.

Географічна візуалізація даних відіграє важливу роль у сфері громадської безпеки та кризового управління, допомагаючи владі та експертам у моніторингу, аналізі та ефективному реагуванні на різноманітні загрози та небезпеки.

Моніторинг злочинності та безпеки громади: географічна візуалізація даних використовується для відображення розподілу злочинності, виявлення "гарячих точок" та аналізу тенденцій у злочинності. Це допомагає правоохоронним органам та місцевим владам приймати ефективні заходи для забезпечення безпеки громади.

Моніторинг природних катастроф та стихійних лих: географічна візуалізація даних використовується для виявлення та візуалізації природних катастроф, таких як повені, землетруси, лісові пожежі та інші стихійні лиха. Це допомагає управлінням кризових ситуацій швидко реагувати та координувати рятувальні операції.

Планування евакуації та аварійного реагування: географічна візуалізація даних використовується для моделювання та планування евакуаційних маршрутів, локацій притулків та розташування аварійних служб. Це допомагає управлінням кризових ситуацій підготуватися до швидкого та координованого реагування на небезпеку.

Моніторинг та контроль за масовими заходами та подіями: географічна візуалізація даних використовується для моніторингу та контролю за масовими заходами, такими як концерти, спортивні події, політичні мітинги та інші. Це допомагає владі та правоохоронним органам забезпечити безпеку та порядок під час таких подій.

Географічна візуалізація даних в галузі громадської безпеки та кризового управління є важливим інструментом для підвищення рівня безпеки та ефективного управління ризиками у сучасному суспільстві.

Сільське господарство та розсільське планування: географічна візуалізація даних допомагає в аналізі та плануванні сільськогосподарських угідь, розміщення сільськогосподарських об'єктів та розподілі сільськогосподарських культур

Приведемо більш детальний аналіз застосування географічної візуалізації даних у сільському та лісовому господарстві.

Агрономічне планування: географічна візуалізація даних дозволяє агрономам та сільськогосподарським дослідникам аналізувати різні параметри, такі як ґрунтові властивості, кліматичні умови та географічні особливості, для визначення найкращих земель для вирощування конкретних культур. Вони можуть використовувати цю інформацію для планування розсадки та оптимізації виробництва.

Моніторинг розподілу води та рівня вологості: географічна візуалізація даних допомагає визначити зони з високою або низькою вологістю, а також виявити ризики водоефіциту або надмірного зволоження. Це важливо для вирощування різних видів культур та ефективного використання поливних систем.

Моніторинг стану лісів: за допомогою географічної візуалізації даних можна визначити розмір та розподіл лісових масивів, встановити їхню структуру та стан здоров'я. Це важливо для розробки стратегій охорони та відновлення лісів.

Моніторинг лісових пожеж: географічна візуалізація даних дозволяє виявляти зони з високим ризиком лісових пожеж та вчасно реагувати на їх появу. Це допомагає зменшити збитки від пожеж та зберегти біорізноманіття лісових екосистем.

Огляд показує, якщо географічна візуалізація даних в сільському та лісовому господарстві допомагає забезпечити ефективне використання земельних та лісових ресурсів, збереження природних екосистем та стале ведення господарства.

Географічна візуалізація даних виявляється не лише потужним інструментом аналізу та візуалізації географічних даних, але й надзвичайно універсальним

засобом, що знаходить застосування у різноманітних сферах діяльності. Вона стає кількісною основою для прийняття рішень, сприяючи покращенню аналізу, планування та управління в різних галузях.

В області геоінформаційних систем (ГІС) географічна візуалізація даних сприяє розробці та впровадженню новітніх рішень в галузі геодезії, геології, міського планування та інших дисциплін. В екологічній сфері вона допомагає моніторити стан довкілля та вчасно реагувати на зміни. У транспорті та логістиці її використання допомагає забезпечити ефективність перевезень та планування інфраструктури. В туризмі та рекреації вона сприяє покращенню обслуговування туристів та розвитку туристичних напрямків. У галузі громадської безпеки та кризового управління вона допомагає забезпечити безпеку та підвищити ефективність управління кризовими ситуаціями.

Таким чином, географічна візуалізація даних є невід'ємною складовою сучасного інформаційного суспільства, що відкриває безліч можливостей для покращення якості прийняття рішень та управління в різних галузях та сферах діяльності.

1.3 Використання географічної візуалізації у військовій справі

Розглянемо застосування географічної візуалізації даних у військовій справі. Від операційного планування до аналізу результатів бойових дій, географічна візуалізація даних відіграє ключову роль у вирішенні стратегічних завдань та забезпеченні безпеки військових підрозділів. Розглянемо конкретні приклади з реального життя, які ілюструють різноманітність застосування цього інструменту у військових операціях.[7]

Військове планування та аналіз бойових операцій: Географічна візуалізація даних відіграє важливу роль у військовому плануванні та аналізі бойових операцій. Вона дозволяє військовим командам візуалізувати географічні особливості об'єктів, таких як важливі пункти, території ворожості, природні перешкоди, та інші фактори, що впливають на стратегічні рішення.

Військове планування та аналіз бойових операцій - це складний процес, який вимагає глибокого розуміння території, ворожих сил, географічних перешкод і стратегічних можливостей. Географічна візуалізація даних стає невід'ємною частиною цього процесу, допомагаючи військовим командам і стратегам зрозуміти географічний контекст операцій. [7]

Аналіз території: Географічна візуалізація даних дозволяє військовим аналізувати територію, на якій відбуваються бойові дії. Це включає в себе відображення географічних особливостей, таких як рельєф, природні перешкоди (річки, гори, ліси), місцевість та інші аспекти, які можуть впливати на стратегічні рішення.

Визначення важливих пунктів: Географічна візуалізація даних допомагає ідентифікувати важливі об'єкти та пункти на карті, такі як військові бази, ключові місця маневрення та стратегічні точки, які можуть бути використані для здійснення атак або оборони.

Оцінка ворожих сил: Шляхом аналізу географічних даних про розташування ворожих військ та їх руху, військові аналітики можуть визначити потенційні загрози та шляхи контрнаступу. Географічна візуалізація даних надає можливість візуалізувати розташування ворожих сил на карті та виявляти слабкі місця в їх обороні.

Стратегічне планування: За допомогою географічної візуалізації даних військові команди можуть розробляти стратегії руху, атаки та оборони, враховуючи географічні особливості та перешкоди. Це допомагає вирішувати тактичні завдання та мінімізувати ризики для власних військ.

Географічна візуалізація даних у військовому плануванні та аналізі бойових операцій є ключовим елементом успішного виконання військових завдань. Вона дозволяє військовим стратегам та командам мати повне розуміння географічного середовища, в якому вони діють, та ефективно використовувати цю інформацію для досягнення стратегічних цілей.

Моніторинг руху військ і ворожих сил: Географічна візуалізація даних дозволяє відстежувати рух власних та ворожих військ на полі бою. Вона допомагає військовим аналітикам та командам отримувати актуальну інформацію про розташування військових підрозділів та визначати стратегічні підходи до бойових операцій.

Моніторинг руху військ і ворожих сил є однією з ключових функцій військового управління та розвідки, а географічна візуалізація даних грає важливу роль у забезпеченні цього процесу.

Відстеження руху військ: Географічна візуалізація даних дозволяє військовим командам відстежувати рух власних військ на полі бою. Це включає в себе відображення маршрутів руху військ, їхньої швидкості, напрямку та часу прибуття до пунктів призначення. Ця інформація дозволяє військовим командам ефективно керувати власними військами та реагувати на зміни у ворожому русі.

Визначення розташування ворожих сил: За допомогою географічної візуалізації даних можна відслідковувати рух ворожих сил та їх розташування на карті. Це включає в себе відображення маршрутів ворожих військ, їхніх баз та опорних пунктів, що дозволяє здійснювати аналіз ворожих дій та прогнозувати їхні можливі дії.

Синхронізація даних: Географічна візуалізація даних дозволяє зібрати дані з різних джерел, таких як військові дрони, розвідувальні звіти та супутникові знімки, і відобразити їх на єдиній карті. Це дозволяє військовим командам отримувати повну картину руху військ та ворожих дій, що полегшує прийняття стратегічних рішень.

Аналіз та прогнозування: Географічна візуалізація даних допомагає військовим аналітикам аналізувати великі обсяги інформації про рух військ та ворожих сил та робити прогнози щодо їхніх можливих дій. Це дозволяє здійснювати ефективне планування бойових операцій та приймати швидкі стратегічні рішення.

Моніторинг руху військ і ворожих сил за допомогою географічної візуалізації даних є важливим елементом військового управління та розвідки, що допомагає забезпечити ефективність та успішність воєнних операцій.

Аналіз результатів бойових дій: Після проведення бойових дій географічна візуалізація даних дозволяє військовим аналізувати результати бою, включаючи розташування військ, ефективність виконаних маневрів, зруйновані або захоплені об'єкти, та інші важливі аспекти, що допомагають вдосконалити тактику і стратегію.

Після завершення бойових дій військовим командам необхідно аналізувати результати операцій, щоб зрозуміти ефективність виконаних маневрів, визначити сильні та слабкі сторони своїх дій, а також здійснити відповідні корективи для майбутніх боїв. Географічна візуалізація даних в цьому контексті є потужним інструментом, що дозволяє аналізувати різноманітні аспекти бойових операцій. Нижче наведено деякі ключові елементи аналізу результатів бойових дій з використанням географічної візуалізації даних[7]:

Розташування військ і важливих об'єктів: Географічна візуалізація даних дозволяє відобразити розташування власних військ, ворожих сил та важливих об'єктів на карті. Це включає в себе розташування військ під час різних етапів операції, важливих стратегічних пунктів, а також зруйновані або захоплені об'єкти. Ця інформація допомагає аналізувати ефективність виконаних дій та визначати потенційні напрямки подальшого розвитку операції.

Оцінка руху військ та ворожих сил: Географічна візуалізація даних дозволяє відстежувати рух військ та ворожих сил протягом бойових операцій. Це включає в себе аналіз маршрутів руху, стратегічних маневрів та розташування ворожих сил в різних фазах бою. Ця інформація допомагає визначити успіхи та недоліки у веденні війни та розробити подальші стратегічні кроки.

Оцінка знищень та завданих збитків: Географічна візуалізація даних дозволяє візуалізувати знищені або захоплені об'єкти, пошкоджені місцевості, а також

розташування ворожих сил та їхні втрати. Це допомагає визначити ефективність ударів, визначити ворожі зони опори та розробити стратегію подальших дій.

Аналіз ефективності тактик і стратегій: Географічна візуалізація даних надає можливість військовим командам аналізувати ефективність використовуваних тактик і стратегій. Це включає в себе оцінку розташування військ, успішність маневрів, розвідувальні операції та здійснення атак. Аналіз результатів дозволяє виявити недоліки в плануванні та виконанні, а також зробити висновки для майбутніх бойових операцій.[1]

Географічна візуалізація даних відіграє ключову роль у аналізі результатів бойових дій, надаючи військовим командам цінну інформацію для прийняття стратегічних рішень та покращення тактики ведення війни.

Геопросторовий розвідувальний аналіз: Географічна візуалізація даних використовується для аналізу геопросторової інформації, зібраної розвідувальними агентами та дронами. Це допомагає військовим розвідникам та аналітикам розуміти ситуацію на полі бою, виявляти потенційні загрози та знаходити оптимальні шляхи дії.

Геопросторовий розвідувальний аналіз є ключовою складовою військової розвідки та безпеки, оскільки надає важливу інформацію про географічні особливості та потенційні загрози в різних регіонах. Для більшої чіткості, розглянемо деякі аспекти геопросторового розвідувального аналізу:

Збір інформації: Геопросторовий розвідувальний аналіз передбачає збір різноманітної географічної інформації, яка включає в себе дані про рельєф, геологічну будову, гідрографію, кліматичні умови, дорожню та транспортну інфраструктуру, розміщення об'єктів інфраструктури тощо. Ця інформація забезпечує основу для подальшого аналізу ситуації в конкретній місцевості.

Аналіз території: Геопросторовий аналіз дозволяє візуалізувати та аналізувати географічні особливості території, включаючи природні перешкоди

(гори, річки, ліси), а також розташування стратегічних об'єктів (баз, важливих міст, територій ворожості). Це допомагає військовим аналітикам розуміти терен та визначати оптимальні шляхи дій в конкретній обстановці.

Виявлення загроз: За допомогою геопросторового аналізу можна виявляти потенційні загрози для безпеки військових підрозділів та цілей. Це включає в себе виявлення можливих місць зосередження ворожих сил, розміщення оборонних споруд, а також ідентифікацію можливих маршрутів переміщення ворожих військ.

Планування операцій: Геопросторовий аналіз допомагає військовим командам розробляти стратегічні плани операцій, визначати тактичні маневри та обирати оптимальні маршрути дій. Інформація, зібрана та візуалізована у вигляді географічних карт, дозволяє командуванню приймати обґрунтовані рішення та ефективно керувати бойовими операціями.

Геопросторовий розвідувальний аналіз є важливим інструментом для забезпечення безпеки військових підрозділів, а також для розробки стратегій і тактик ведення війни. Його використання дозволяє здійснювати ретельний аналіз ситуації на місцях та приймати обґрунтовані рішення в умовах бойових дій. Нижче я приведу конкретні військові конфлікти не використовувалась географічна візуалізація даних.

Операція Desert Storm (Пустельний шторм): Під час війни в Перській затоці в 1991 році США та їх союзники використовували географічну візуалізацію даних для планування військових операцій, аналізу території та контролю за рухом військ.

Операція Enduring Freedom (Стійка свобода): У боротьбі з тероризмом в Афганістані США та їх союзники використовували географічну візуалізацію даних для моніторингу руху ворожих сил, аналізу території та планування спеціальних операцій.

Війна в Україні: У боротьбі з російською агресією в Україні українські військові використовують географічну візуалізацію даних для моніторингу руху військ, розташування ворожих сил та аналізу території для прийняття стратегічних рішень.

Іракська операція New Dawn (Новий світанок): Після війни в Іраку в 2003 році США та їх союзники використовували географічну візуалізацію даних для моніторингу руху військ, аналізу розташування об'єктів інфраструктури та визначення стратегічних об'єктів.

Конфлікт в Сирії: У конфлікті в Сирії різні сторони конфлікту використовують географічну візуалізацію даних для моніторингу руху військ, аналізу території та контролю за ресурсами.

Ці приклади показують, як географічна візуалізація даних використовується у реальних військових конфліктах для планування, моніторингу та аналізу різних аспектів військових операцій.

Географічна візуалізація даних у військовій справі відіграє критичну роль у підтримці прийняття стратегічних рішень, оптимізації бойових операцій та забезпеченні безпеки військових підрозділів. Вона дозволяє візуалізувати складні воєнні сценарії та забезпечує важливу інформацію для вирішення стратегічних завдань. Можна відзначити, що географічна візуалізація даних має великий потенціал у військовій та громадській сферах, виконуючи різноманітні завдання і сприяючи у вирішенні важливих проблем.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМАТІВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ГЕОДАНИХ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ДАНИХ

2.1 Типи форматів для представлення геоданих

Розглянемо різноманітні формати для представлення геоданих - ключовий аспект цифрової геоінформатики, що забезпечує стандартизацію та обмін географічною інформацією. Формати геоданих визначають спосіб організації, зберігання та обміну географічною інформацією, що дозволяє ефективно використовувати ці дані у різних галузях, від науки та досліджень до комерційних та військових застосувань. Розглянемо різні формати та їхнє значення у сучасному світі геоінформатики.

Стандартизовані формати для представлення геоданих важливі для забезпечення їхньої сумісності та інтероперабельності між різними системами та програмами.

Без стандартизованих форматів виникають проблеми з читанням, записом та обробкою геоданих, що ускладнює обмін інформацією та співпрацю між різними сторонами.

Завдяки стандартизованим форматам геоданих, інформація про географічні об'єкти може легко обмінюватися між різними програмами, платформами та користувачами. Це сприяє ефективному використанню геоданих у різних сферах, від наукових досліджень до управління містобудуванням та розвитку інфраструктури.

У контексті сучасного світу, де географічна інформація стає все більш важливою для рішень у різних сферах, формати для представлення геоданих набувають стратегічного значення. Вони допомагають організаціям та установам

ефективно використовувати геодані для прийняття інформованих рішень та розвитку нових технологій.

Формати геоданих відіграють важливу роль у забезпеченні доступу, обміні та використанні географічної інформації. Вони є ключовим елементом сучасного цифрового світу, де геодані використовуються у різних галузях та сферах діяльності.

Визначимо основні формати для геоданих, вони представлені на рисунку 2.1
Формати представлення геоданих.



Рис. 2.1 Формати представлення геоданих

2.2 Формат SHP та його особливості

Shapefile (SHP) - це одна з найпоширеніших форматів для зберігання геоданих у географічних інформаційних системах (ГІС). Shapefile (SHP) є одним з найпоширеніших та стандартних форматів для зберігання геоданих у географічних інформаційних системах (ГІС). Цей формат розроблений фірмою Esri та вперше введений у 1990 році разом із випуском ArcView GIS.

Історія формату Shapefile починається з необхідності створення стандартизованого формату для обміну геоданими між різними програмами і платформами. Відомо, що створення формату Shapefile було відповіддю на виробничі потреби індустрії ГІС у той час. Запити від користувачів, потреба у простому, але ефективному форматі для зберігання геоданих, а також технічні можливості програмного забезпечення ArcView GIS, сприяли розробці цього формату.

Компанія Esri почала активно просувати формат Shapefile, включаючи його у пакет програмного забезпечення ArcView GIS. З часом Shapefile став де-факто стандартом для зберігання геоданих, завдяки своїй простоті, стандартизованості та розповсюдженню програмного забезпечення Esri в галузі ГІС.

Історія формату Shapefile свідчить про його успішну адаптацію та прийняття користувачами, а також про важливу роль, яку він відіграв у розвитку геоінформаційних технологій.

Shapefile складається з кількох файлів, що мають різні розширення. Основні компоненти SHP-файлу включають:

- .shp: Файл, що містить геометричні форми (точки, лінії або полігональні області).
- .shx: Індексний файл, який містить позиції записів у файлі .shp для швидкого доступу до геометрії.
- .dbf: Файл бази даних, який містить атрибутивну інформацію, тобто атрибути, пов'язані з кожною геометричною формою.

Визначимо особливості формату SHP:

- простота використання
- простота структури
- підтримка багатьма програмами
- доступність документації

- підтримка спільноти
- підтримка геометричних об'єктів
- геометричні типи
- точність представлення
- можливості аналізу
- розширені можливості

Широке використання формату SHP спричинене його простотою та стандартизованістю. Це робить його ідеальним вибором для обміну геоданими між різними програмами та платформами ГІС.

Простота використання формату SHP полягає у його доступності та зрозумілості для користувачів. Ось кілька ключових аспектів, що роблять SHP легким у використанні:

Формат SHP має досить просту структуру, що складається з кількох файлів, які легко розуміти: .shp для геометрії, .dbf для атрибутів та .shx для індексації. Це дозволяє користувачам швидко зрозуміти, як зчитувати та обробляти дані у форматі SHP.

Формат SHP є стандартом для багатьох програм ГІС та картографічних систем, що робить його вкрай універсальним. Користувачі можуть працювати з SHP у таких програмах, як ArcGIS, QGIS, GRASS GIS, MapInfo та інші.

Для формату SHP доступно багато документації та ресурсів для навчання. Це дозволяє користувачам швидко засвоїти основні концепції та операції з цим форматом.

Через широке поширення та популярність, користувачі SHP можуть легко знайти підтримку та відповіді на свої питання в Інтернеті. Форуми, блоги та інші ресурси активно обговорюють проблеми та рішення, пов'язані з роботою з форматом SHP.

Ці аспекти роблять формат SHP простим та зручним для широкого кола користувачів, незалежно від їхнього рівня навичок у ГІС.

SHP дозволяє зберігати різні типи геометричних об'єктів, такі як точки, лінії та полігональні області, що дозволяє представляти різноманітні просторові об'єкти.

Підтримка геометричних об'єктів - це один із ключових аспектів формату SHP, який робить його популярним та корисним для роботи з геоданими. Ось деякі деталі, які варто врахувати:

Формат SHP підтримує різноманітні геометричні типи, такі як точки, лінії та полігони. Це дозволяє користувачам представляти різні типи географічних об'єктів у своїх даних.

SHP забезпечує точне представлення геометричних об'єктів у просторі. Кожен об'єкт має свої координати, які точно визначають його місце на карті.

Геометричні об'єкти у форматі SHP дозволяють проводити різноманітний аналіз просторових даних, такий як визначення відстаней між об'єктами, виявлення перетинів та визначення площ об'єктів.

У деяких випадках формат SHP також може підтримувати спеціалізовані геометричні об'єкти, такі як криві Безьє або мультиполігони, що розширює його можливості для різних застосувань.

Загалом, підтримка геометричних об'єктів у форматі SHP робить його потужним інструментом для представлення та аналізу географічних даних:

- підтримка атрибутів
- структура даних
- атрибути об'єктів
- типи даних
- пошук та фільтрація

- Інтеграція з ГІС
- геометричні типи
- підтримка проекцій
- мультимедійні дані
- розширені аналітичні можливості
- інтеграція з іншими програмними засобами

У файлі .dbf можна зберігати різноманітну атрибутивну інформацію, таку як назви об'єктів, їх типи, відомості про власників тощо. Підтримка атрибутів у форматі SHP є важливою складовою його функціональності, що робить його ефективним для зберігання та обробки геоданих. Формат SHP зазвичай складається з трьох основних файлів: файлу форми (SHP), який містить геометричні об'єкти, файлу індексу (SHX), який забезпечує доступ до геометричних об'єктів, та файлу атрибутів (DBF), який містить відомості про атрибути кожного об'єкта. Файл атрибутів (DBF) містить табличну структуру даних, де кожен рядок відповідає конкретному геометричному об'єкту у файлі форми (SHP). Цей файл може містити різноманітні атрибути, що характеризують об'єкти, наприклад, назви, властивості, числові значення тощо. Формат DBF підтримує різні типи даних, включаючи рядки, числа, дати та інші. Це дозволяє зберігати різноманітні атрибути та використовувати їх для аналізу та візуалізації геоданих. Наявність структурованих атрибутів у форматі SHP дозволяє здійснювати ефективний пошук та фільтрацію географічних об'єктів за різними критеріями. Це дозволяє користувачам швидко знаходити та аналізувати необхідну інформацію у своїх даних. Формат SHP зазвичай підтримується багатьма географічними інформаційними системами (ГІС), що дозволяє легко інтегрувати геодані у різноманітні програмні засоби для подальшого аналізу, візуалізації та обробки. Отже, підтримка атрибутів у форматі SHP забезпечує зручну та ефективну роботу з геоданими, що робить його популярним серед користувачів ГІС та інших програмних засобів для роботи з

географічними даними. Багато програм та бібліотек ГІС надають розширені можливості для роботи з форматом SHP, такі як візуалізація, аналіз, опрацювання та обробка геоданих. Розширення функціональності формату SHP включає в себе різні можливості, що роблять його більш гнучким та корисним для користувачів.

Формат SHP підтримує різні геометричні типи, такі як точки, лінії та полігональні області. Це дозволяє зберігати та використовувати різноманітні типи географічних об'єктів у своїх даних, що розширює їхнє застосування в різних галузях. Формат SHP може працювати з різними системами координат та проекціями, що дозволяє користувачам працювати з геоданими у різних географічних регіонах та умовах. Це важливо для професійного аналізу та візуалізації даних. Окрім геометричних об'єктів, формат SHP може також зберігати мультимедійні дані, такі як зображення, аудіо- та відеофайли, пов'язані з географічними об'єктами. Це дозволяє створювати більш комплексні та інтерактивні візуалізації геоданих. Формат SHP підтримує різні аналітичні операції, такі як обчислення площі та довжини геометричних об'єктів, пошук географічних об'єктів за різними критеріями та інші функції. Це дозволяє користувачам виконувати складні аналізи та виконувати запити до геоданих. Формат SHP зазвичай має добру підтримку у різних програмних засобах, таких як географічні інформаційні системи (ГІС), програми візуалізації даних та інші. Це дозволяє легко інтегрувати геодані з іншими джерелами даних та використовувати їх у різних програмних середовищах.

Загалом, формат SHP є важливим інструментом для зберігання та обміну геоданими у ГІС, завдяки своїй простоті, стандартизованості та розширеним можливостям.

2.3 Формат GeoJSON

Наступним форматом є формат GeoJSON - це формат для представлення географічних об'єктів у вигляді структурованих даних у форматі JSON. Він широко

використовується для обміну геоданими через Інтернет через свою простоту та розповсюдженість у веб-розробці, особливо в контексті веб-картографії.

GeoJSON був розроблений як відкритий стандарт у 2008 році і став частиною проекту "Simple Features for JavaScript" (SFJS), який почався як спільна ініціатива між разработчиками Google та бібліотеки JavaScript Mapstraction. Ідея полягала в тому, щоб створити легкий та простий у використанні формат для обміну геоданими на веб-сторінках. Однією з ключових особливостей GeoJSON став його синтаксис, оснований на стандарті JSON, що робить його дуже простим для розуміння та роботи як для розробників, так і для браузерів. Завдяки своїй простоті та ефективності, GeoJSON став популярним серед розробників веб-додатків, які потребують візуалізації геоданих на веб-картах. Швидко поширюючись у веб-розробці, він став стандартом для обміну геоданими через Інтернет, що дозволяє різним системам та програмам легко обмінюватись географічною інформацією.

GeoJSON використовує формат JSON, що дозволяє представляти географічні об'єкти у вигляді вкладених об'єктів та масивів, що полегшує їх обробку та інтерпретацію. Структура даних GeoJSON ретельно визначається, щоб ефективно відображати різні типи географічних об'єктів.

Основні компоненти структури даних GeoJSON включають наступні частини.

Тип об'єкту (Type): у цьому полі вказується тип географічного об'єкта. Наприклад, для точки вказується "Point", для лінії - "LineString", для полігону - "Polygon" і т.д.

Координати (Coordinates) - це ключовий атрибут, який містить координати географічного об'єкта. Для точки це буде просто пара координат [lng, lat], для лінії - список пар координат, а для полігону - список списків координат, що утворюють замкнений контур.

Властивості (Properties) - об'єкт містить додаткові властивості або атрибути об'єкта. Властивості можуть бути будь-якого типу даних і використовуються для передачі додаткової інформації про об'єкт, такої як назва, тип, ідентифікатор або будь-яка інша важлива інформація.

Структура даних GeoJSON побудована на основі стандартного JSON-формату, що робить її легкодоступною та зрозумілою для багатьох програмних середовищ. Кожен географічний об'єкт представляється як окремий JSON-об'єкт, що дозволяє зручно обробляти та використовувати геодані з мінімальними зусиллями. GeoJSON підтримує різні геометричні типи, такі як точки, лінії, полігони, мультилінії та мультиполігони, що дозволяє представляти різноманітні географічні об'єкти. Геометричні типи в форматі GeoJSON визначаються для представлення різних типів географічних об'єктів. Основні геометричні типи включають наступні типи.

Точка (Point) визначається за допомогою координат (широти і довготи) і представляє собою одну географічну точку на мапі.

Лінія (LineString) складається з послідовності точок, які з'єднані лініями. Вона може мати будь-яку кривизну та довжину і використовується для представлення доріг, річок, меж країн тощо.

Полігон (Polygon) визначається як замкнена форма, що складається зі списку координат точок, що утворюють його контур. Він використовується для представлення областей, таких як країни, озера, ліси тощо.

Мультиточка (MultiPoint) представляє собою набір точок і використовується для групування декількох точок в один об'єкт.

Мультилінія (MultiLineString) - це набір ліній, які групуються в один об'єкт. Вона використовується для представлення групи ліній, таких як дорожні мережі або річки.

Мультиполігон (MultiPolygon) складається з декількох полігонів, які групуються разом в один об'єкт. Це використовується для представлення складних географічних областей, що складаються з кількох окремих форм.

Кожен тип геометрії в GeoJSON має свою структуру даних, яка визначається за допомогою JSON-об'єкту зі специфічними властивостями, які відповідають географічному об'єкту, такому як координати для точок або список координат для ліній і полігонів. GeoJSON підтримується браузерами та багатьма геоінформаційними бібліотеками, що дозволяє легко візуалізувати геодані на веб-картах. Сумісність з веб-стандартами є важливою характеристикою формату GeoJSON, оскільки він широко використовується в Інтернеті та веб-додатках для представлення географічних даних. Основні аспекти сумісності з веб-стандартами включає:

- JSON-підтримка,
- використання JavaScript,
- сумісність з веб-картами,
- інтеграція з веб-сервісами,
- підтримка веб-форматів

Формат GeoJSON підтримується більшістю веб-картових сервісів і бібліотек, таких як Leaflet, Mapbox, Google Maps API тощо, що дозволяє використовувати географічні дані у веб-застосунках. GeoJSON може бути використаний для обміну географічними даними між веб-серверами та клієнтами за допомогою стандартних протоколів, таких як HTTP. Формат GeoJSON підтримується більшістю сучасних веб-форматів, таких як AJAX, що дозволяє динамічно завантажувати та обробляти географічні дані у веб-додатках без перезавантаження сторінки. Загалом, сумісність з веб-стандартами робить GeoJSON популярним і зручним форматом для використання географічних даних у веб-додатках та веб-сервісах. Формат GeoJSON є простим для використання та розуміння, що робить його популярним серед розробників та аналітиків.

Легкість використання є однією з ключових переваг формату GeoJSON і визначається наступними факторами: Синтаксис GeoJSON є простим і інтуїтивно зрозумілим, оскільки він базується на структурі JSON. Це дозволяє розробникам легко створювати, читати та редагувати географічні дані без особливих навичок або інструментів. GeoJSON підтримує різноманітні типи геометрії, такі як точки, лінії, полігональні області, мультілінії та мультиполігони. Це дозволяє представляти різноманітні типи географічних об'єктів у форматі, що зручно для подальшої обробки та візуалізації. Формат GeoJSON може бути використаний в різних контекстах, від невеликих веб-додатків до великих геоінформаційних систем. Він підтримується багатьма інструментами та бібліотеками для роботи з геоданими, що робить його універсальним і легко впровадженим. GeoJSON дозволяє додавати додаткові властивості до географічних об'єктів, такі як назви, ідентифікатори, атрибутивні дані тощо. Це робить формат гнучким і дозволяє інтегрувати географічні дані з різними джерелами інформації. GeoJSON підтримується більшістю сучасних веб-браузерів та веб-додатків, що робить його ідеальним форматом для використання у веб-застосунках та веб-картах.

Процес створення GeoJSON-даних може бути автоматизований за допомогою різних програмних засобів, таких як геоінформаційні системи або скрипти у середовищі програмування. Після створення GeoJSON-файлу його можна легко інтегрувати у веб-додатки або використовувати для обміну геоданими між різними програмами та платформами.

2.4 Формат KLM

Наступним форматом є Keyhole Markup Language (KML). Це розширений формат для візуалізації географічних даних у програмах, які підтримують віртуальну реальність.

Keyhole Markup Language (KML) було розроблено компанією Keyhole, Inc., яка була заснована у 2001 році з метою розробки геопросторового програмного забезпечення. Одним з основних продуктів компанії був Earth Viewer, програма для

перегляду тривимірних глобусів. Ключовою особливістю Earth Viewer була можливість відображення географічних даних та пов'язаних з ними інформаційних шарів. У 2004 році компанія Keyhole, Inc. була придбана Google, і програма Earth Viewer була перейменована на Google Earth. Після цього KML став стандартним форматом для зберігання та обміну географічними даними в програмі Google Earth. Розвиток KML продовжувався разом із розвитком Google Earth та зростанням інтересу до візуалізації географічних даних. Google постійно розширював можливості KML, додаючи нові можливості та функції для створення більш складних та ефективних візуалізацій. У 2008 році KML було відкрито та передано відкритій спільноті для розвитку як відкритого стандарту. Це дозволило розробникам програмного забезпечення та іншим зацікавленим особам використовувати KML у своїх власних проєктах та програмах. З тих пір KML продовжує розвиватися як важливий формат для візуалізації географічних даних у різних програмах та платформах, не тільки в Google Earth, але й в інших програмах та сервісах, що підтримують відображення географічних об'єктів.

KML використовує XML-подібну структуру для представлення географічних об'єктів та їх властивостей. Ця структура дозволяє описувати різноманітні географічні об'єкти, включаючи точки, лінії, полігони, а також елементи, які визначають вигляд та поведінку об'єктів. Keyhole Markup Language (KML) має ієрархічну структуру даних, яка дозволяє описувати географічні об'єкти та їх атрибути.

Основними елементами структури даних KML є такі:

- <kml>: Кореневий елемент, який містить усі інші елементи KML,
- <Document>: Елемент, який містить географічні об'єкти та пов'язані з ними атрибути, такі як назви, описи, зображення тощо,
- <Placemark>: Елемент, який визначає окремий географічний об'єкт на карті, такий як точка, лінія або полігон. Він містить у собі геометрію об'єкта та його атрибути.,

- <Point>, <LineString>, <Polygon>: Елементи, які використовуються для визначення геометрії об'єктів - точок, ліній або полігонів,
- <name>, <description>: Елементи, які містять інформацію про назву та опис географічних об'єктів,
- <Style>: Елемент, який визначає стиль відображення географічних об'єктів, такий як кольори, штрих-коди, маркери, тощо,
- <Folder>: Елемент, який дозволяє групувати географічні об'єкти в логічні категорії,
- <NetworkLink>: Елемент, який дозволяє використовувати зовнішні джерела даних для відображення географічних об'єктів,
- <StyleMap>: Елемент, який визначає взаємозв'язок між стилями в залежності від стану об'єкту (наприклад, вибраний або наведений мишею).

Ця структура даних KML дозволяє створювати різноманітні та складні візуалізації географічних даних, які можуть містити не лише геометрію об'єктів, а й різноманітну інформацію про них. KML підтримує різні геометричні типи, включаючи точки, лінії, полігональні області, маршрути, маркери та інші елементи. Це дозволяє користувачам створювати складні географічні структури та візуалізації. Геометричні типи в форматі KML визначають форму та розміщення географічних об'єктів на карті.

Основні геометричні типи, які підтримуються в KML, включають наступні:

- точка (<Point>): Використовується для визначення конкретної точки на карті за допомогою координат (широта, довгота, висота). Точка може мати такі атрибути, як назва, опис, зображення тощо,
- лінія (<LineString>): Представляє собою набір точок, які з'єднуються лініями. Вона може бути використана для позначення трас або шляхів на мапі. Лінія також може мати атрибути, такі як назва, опис, товщина лінії, кольори тощо,

- полігон (<Polygon>): Визначає закритий геометричний об'єкт на мапі, обмежений набором ліній. Полігон може мати внутрішні та зовнішні контури, а також отвори. Він також може містити атрибути, подібні до ліній,
- ногокутник (<MultiGeometry>): Дозволяє вкладати кілька геометричних об'єктів в один елемент. Наприклад, в одному елементі можуть бути визначені як точки, так і лінії або полігони.

Геометричні типи KML дозволяють точно визначити форму та розміщення географічних об'єктів, що використовується для створення різноманітних візуалізацій на карті. Комбінація цих типів дозволяє створювати складні та деталізовані представлення географічних даних. Кожен географічний об'єкт у KML може мати різноманітні властивості, такі як назва, опис, колір, прозорість, розмір та інші параметри, які визначають вигляд та відображення об'єкту на карті. Властивості об'єктів в форматі KML дозволяють додавати додаткову інформацію до географічних об'єктів, таку як точки, лінії або полігони.

Основні властивості, які можуть бути визначені для об'єктів KML, включають наступні:

- Назва (Name): Ця властивість дозволяє призначити ім'я об'єкту, яке буде відображатися на мапі,
- опис (Description): Додає додатковий опис об'єкту. Це може бути текстовий опис або HTML-форматований опис, який може містити зображення, посилання тощо,
- стиль (Style): Визначає стиль візуального відображення об'єкту на мапі, такий як колір, товщина ліній, заповнення полігонів тощо,
- координати (Coordinates): Визначають географічні координати об'єкту. Для точок це можуть бути просто координати широти та довготи. Для ліній і полігонів координати представляють послідовність точок, що визначають форму об'єкту,

- атрибути (Attributes): Додаткові атрибути, які можуть бути визначені для об'єкту. Це можуть бути будь-які користувацькі дані, такі як адреса, дата, категорія тощо.

Ці властивості дозволяють додати детальну та корисну інформацію до географічних об'єктів у форматі KML, що полегшує їх подальший аналіз та використання.

KML може включати в себе різноманітні географічні дані, такі як координати точок, координати вершин полігонів, геометрія ліній, спеціальні ефекти та анімації, що дозволяють створювати інтерактивні та цікаві візуалізації. Географічні дані у форматі KML можуть містити різні типи географічних об'єктів, які відображаються на мапі.

Ключовою особливістю KML є його підтримка віртуальної реальності. Це означає, що дані у форматі KML можуть використовуватися для створення віртуальних турів, тренувань та інших застосувань, які використовують віртуальну реальність для відтворення географічних об'єктів. KML дозволяє вбудовувати 3D-моделі об'єктів у географічні дані. Це можуть бути будівлі, пам'ятники, автомобілі, літаки та інші об'єкти, які можуть бути відображені у віртуальному середовищі. Крім самого об'єкта, KML дозволяє використовувати текстури і матеріали для прикраси 3D-моделей. Це дозволяє створювати більш реалістичні об'єкти та покращує їх візуальний вигляд у віртуальному середовищі. KML може містити анімаційні ефекти та можливості взаємодії з 3D-об'єктами у віртуальному середовищі. Це дозволяє створювати динамічні сцени та взаємодіяти з об'єктами у реальному часі. KML може бути використаний для інтеграції географічних даних з різними платформами віртуальної реальності, такими як Google Earth VR, Oculus Rift, HTC Vive та інші. Це розширює можливості використання геоданих у віртуальному середовищі та забезпечує більш широкий доступ до них для користувачів.

KML є відкритим форматом, що підтримується багатьма програмами для візуалізації географічних даних, такими як Google Earth, Google Maps, ArcGIS та інші. Це дозволяє легко інтегрувати дані KML з іншими програмами та платформами для подальшого аналізу та використання. Інтеграція з іншими програмами є важливою функціональністю формату KML, яка дозволяє ефективно використовувати географічні дані у різноманітних програмних середовищах. Формат KML є стандартом для обміну географічними даними між різними ГІС. Багато провідних ГІС, таких як ArcGIS, QGIS, та OpenLayers, підтримують імпорт та експорт даних у форматі KML, що дозволяє ефективно використовувати ці дані у різних програмах. KML може бути використаний у веб-додатках для відображення географічних даних у веб-середовищі. Завдяки підтримці веб-геоінформаційних бібліотек, таких як Google Maps API та Leaflet.js, дані у форматі KML можуть бути легко інтегровані у веб-додатки для створення інтерактивних карт та інших географічних візуалізацій. Існують різні редактори геоданих, такі як Google Earth, ArcGIS Pro, та QGIS, які підтримують роботу з даними у форматі KML. Це дозволяє користувачам легко створювати, редагувати та відображати географічні дані у зручному середовищі редагування. KML також може бути використаний у мобільних додатках для відображення географічних даних на мобільних пристроях. Різні мобільні ГІС-додатки та програми для навігації підтримують імпорт та відображення даних у форматі KML, що робить їх доступними для використання на мобільних пристроях.

Усі ці особливості роблять KML потужним інструментом для візуалізації географічних даних у віртуальній реальності та інших застосуваннях, які вимагають точного та ефективного відображення географічних об'єктів.

Таким чином, основні формати для геоданих, такі як Shapefile (SHP), GeoJSON та Keyhole Markup Language (KML), є важливими інструментами для представлення, зберігання та обміну географічною інформацією у різних програмних середовищах. Їхні різноманітні можливості дозволяють ефективно використовувати геодані для розробки програмних продуктів, веб-додатків, аналізу

географічних даних та багатьох інших цілей. Підтримка геометричних об'єктів, атрибутів, легкість використання та інтеграція з іншими програмами роблять ці формати незамінними для професіоналів у галузі геоінформаційних технологій та географічних наук.

2.4 Дослідження областей застосування форматів геоданих

У сучасному світі формати геоданих відіграють надзвичайно важливу роль у багатьох сферах людської діяльності. Від картирования та навігації до наукових досліджень та урядових послуг, ці формати надають засоби для зберігання, обміну та аналізу географічної інформації. Застосування форматів геоданих:

- карти та навігація
- створення цифрових карт
- збір даних
- обробка даних
- створення картографічних продуктів
- візуалізація та публікація
- розробка навігаційних систем
- підтримка геопросторових аналітичних інструментів

Формати геоданих використовуються для створення карт та систем навігації, що допомагають людям орієнтуватися у просторі. При використанні форматів геоданих для створення карт та навігаційних систем, головна мета полягає у наданні користувачам зручних та ефективних інструментів для орієнтування в просторі. Основні аспекти цього застосування включають:

Формати геоданих дозволяють зберігати інформацію про географічні об'єкти у цифровому форматі, що може бути використано для створення різноманітних

карт. Це може бути рельєф, дороги, водні тіла, межі країн, міста та інші об'єкти, які можуть бути відображені на карті. Створення цифрових карт з використанням форматів геоданих є важливим етапом у розробці картографічних продуктів для різноманітних цілей. Основні компоненти цього процесу включають збір даних, обробку даних, створення картографічних продуктів та їх візуалізацію та публікацію.

Першим кроком у створенні цифрових карт є збір необхідної географічної інформації. Це може включати збір геопросторових даних з супутникових знімків, аерофотозйомок, теренних обстежень, а також використання готових геоданих з відкритих джерел, таких як географічні інформаційні системи (ГІС) або геопортали.

Після збору даних вони піддаються обробці, яка включає узагальнення, перетворення та аналіз. Цей етап може включати видалення непотрібних артефактів, обробку змінної точності, виправлення помилок та інші процедури для покращення якості геоданих.

На основі оброблених геоданих створюються картографічні продукти, такі як топографічні карти, тематичні карти, транспортні карти тощо. Цей процес включає в себе вибір поділу, масштабу та оформлення карти, а також накладання графічних елементів, таких як легенди, шкали, текстових міток тощо.

Останнім етапом є візуалізація цифрових карт та їх публікація. Це може бути у форматі зображень (наприклад, JPEG або PNG), веб-карт (з використанням технологій, таких як HTML, JavaScript та CSS), або в інших форматах, які відповідають вимогам користувачів та специфікаціям застосування.

Формати геоданих дозволяють реалізувати навігаційні системи, які допомагають користувачам знаходити оптимальний маршрут від одного місця до іншого. Ці системи можуть надавати різноманітну інформацію про дорожні умови, транспортні засоби, об'єкти інфраструктури та інше.

Формати геоданих дозволяють використовувати різноманітні геопросторові аналітичні інструменти для аналізу та візуалізації географічних даних. Це може бути важливо для вирішення проблем у галузі міського планування, транспортної логістики, екології та інших сфер.

Урядові організації використовують формати геоданих для представлення географічної інформації для різних цілей, від міського планування до kataстрального обліку. Урядові організації активно використовують геодані для забезпечення різних аспектів публічних послуг. Однією з ключових областей застосування є міське планування. Геодані дозволяють міським владам аналізувати та прогнозувати тенденції у розвитку міста, враховуючи географічні особливості та потреби мешканців. Наприклад, вони можуть використовувати геодані для визначення оптимального розташування нових об'єктів інфраструктури, таких як школи, лікарні або громадський транспорт, з урахуванням густини населення та доступності послуг для різних районів міста.

Крім того, формати геоданих використовуються урядовими організаціями для kataстрального обліку. Це означає, що геодані використовуються для реєстрації та управління нерухомим майном, включаючи земельні ділянки, будівлі та інші об'єкти. За допомогою геоданих урядові служби можуть забезпечувати точне та достовірне відображення меж власності, а також вести ефективний кадастровий облік. Такі дані не лише спрощують процеси ведення документації, а й забезпечують правову чіткість та захист прав власності громадян. Урядові послуги також використовують геодані для різних ініціатив, таких як моніторинг середовища, прогнозування ризиків природних лих або планування територіального розвитку. Це дозволяє державним органам бути більш ефективними та прозорими в своїй діяльності, а також надає громадянам зручний доступ до важливої географічної інформації.

У цілому, використання форматів геоданих урядовими організаціями відіграє ключову роль у покращенні якості та доступності публічних послуг, сприяючи розвитку сучасного та ефективного управління в різних сферах діяльності.

Формати геоданих використовуються для досліджень різних аспектів природи та соціального середовища. Наприклад, в геологічних дослідженнях вони можуть використовуватися для вивчення структури ґрунту або геологічних формацій. У біологічних науках вони можуть допомагати в аналізі розподілу видів та їх середовища існування. А в географічних дослідженнях формати геоданих дозволяють аналізувати географічні зміни та взаємозв'язки, такі як зміни клімату, екосистеми, або розподіл населення. Однією з ключових переваг використання форматів геоданих у наукових дослідженнях є їх можливість візуалізації. Завдяки цьому можливо створювати динамічні та інтерактивні карти, що дозволяють дослідникам бачити та аналізувати географічну інформацію у зручній формі. Наприклад, шари даних можуть бути відображені на картах з різними кольорами чи символами, що відповідають різним категоріям чи значенням. Це дозволяє виявляти закономірності, тенденції та взаємозв'язки, що важливо для наукового аналізу. Крім того, формати геоданих дозволяють об'єднувати різні джерела інформації на одній платформі для подальшого аналізу. Наприклад, географічні дані можуть бути поєднані з даними з датчиків або зображеннями високої роздільної здатності, що відкриває нові можливості для дослідження. Таким чином, формати геоданих відіграють ключову роль у дослідженнях та аналізі географічної інформації, допомагаючи науковцям отримувати нові знання про наш світ.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОБОТИ З ГЕОДАНИМИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ДАНИХ

3.1 Використання мови програмування Python

В сучасному світі велике значення приділяється здатності ефективно використовувати геодані для розв'язання різноманітних завдань у різних галузях. З метою надання широкого спектру інструментів та методів для роботи з геоданими, розглядаються різні підходи до їх представлення та аналізу.

У цьому розділі дипломної роботи детально розглянуто різні методи представлення геоданих, зокрема, мову програмування Python та відповідні бібліотеки, Google Maps API, а також розглянемо українські розробки, що використовуються в військовій справі. Кожен з цих підходів має свої переваги та обмеження, і дослідження їх дозволить зрозуміти найбільш оптимальні методи в залежності від поставленої задачі.

Розглянемо кожен з них детальніше.

Python та його бібліотеки широко використовуються для обробки та візуалізації геоданих через свою простоту та потужність. Вони надають можливості для роботи з різноманітними форматами геоданих, а також для виконання різних геоаналітичних завдань. Наприклад, бібліотека GeoPandas дозволяє зручно працювати з геоданими та виконувати операції геоаналізу, такі як обрізка, злиття та агрегація даних. Додатково, бібліотеки, такі як Matplotlib та Seaborn, надають можливості для створення різноманітних географічних візуалізацій, від простих діаграм до складних географічних карт. Бібліотеки, такі як Folium, дозволяють інтерактивно відображати геодані на веб-картах та вбудовувати їх у веб-додатки.

Python та його бібліотеки є потужним інструментом для роботи з геоданими, який забезпечує зручність у роботі та багатофункціональність для виконання різних завдань у геоінформатиці. Крім того, Python і його бібліотеки активно використовуються для автоматизації обробки та аналізу великих обсягів геоданих,

що дозволяє швидше та ефективніше робити складні геоінформаційні операції. Багато геоінформаційних платформ, таких як ArcGIS та QGIS, мають інтерфейси на Python, що дозволяє їхнє розширення та використання у скриптованому режимі.[2] Python використовується для розробки геоінформаційних додатків та веб-сервісів, що надають доступ до геоданих через API. Це створює можливість інтеграції геоданих у різноманітні веб-додатки та сервіси, що дозволяє забезпечувати користувачам доступ до актуальної географічної інформації у зручному форматі.

Дослідження можливості бібліотеки Seaborn Дослідження можливостей бібліотеки Matplotlib

Matplotlib - це одна з найпопулярніших бібліотек Python для візуалізації даних, включаючи геодані. Вона надає широкі можливості для створення різноманітних типів графіків і діаграм, включаючи графіки розсіювання, стовпчасті гістограми, лінійні графіки, та інші.

Перша версія Matplotlib була випущена у 2003 році, і з того часу бібліотека виросла до одного з провідних інструментів для візуалізації даних у Python. Протягом багатьох років розробники постійно вдосконалювали та розширювали функціонал Matplotlib, додаючи нові можливості та покращуючи його продуктивність. Matplotlib став не лише важливим інструментом для наукового співтовариства, але й завойовав широку популярність серед інженерів, дослідників, аналітиків даних та програмістів завдяки своїй простоті використання та потужному функціоналу. Він продовжує розвиватися і досі, і вважається одним із найкращих інструментів для візуалізації даних у Python.

Matplotlib може бути використаний для візуалізації геоданих, таких як карти, шляхи, полігони, точки, теплові карти, і багато іншого. Вона дозволяє легко створювати і налаштовувати графічні елементи, такі як колір, розмір, стиль та анімацію. Бібліотека Matplotlib інтегрується з іншими бібліотеками Python, такими як NumPy, SciPy та Pandas, що робить її потужним інструментом для аналізу

геоданих у великих обсягах даних. Завдяки своїй гнучкості та потужності, Matplotlib є популярним вибором для візуалізації геоданих у багатьох наукових, інженерних та дослідницьких проектах. Однією з головних переваг Matplotlib є його простота використання. Бібліотека має зрозуміле та легко засвоюване API, яке дозволяє швидко створювати якісні графіки з мінімальними зусиллями. Таким чином, Matplotlib став не тільки потужним інструментом для візуалізації даних, але й важливим компонентом для розвитку екосистеми аналізу даних у Python.

Matplotlib надає користувачам повний контроль над усіма аспектами графічного відображення. Користувачі можуть налаштовувати розміри, кольори, типи ліній, маркери, шрифти та інші властивості графіків. Matplotlib підтримує вивід графічних зображень в різних форматах, таких як PNG, PDF, SVG, EPS, та інші, що дозволяє легко використовувати графіки в різних додатках і публікаціях. Бібліотека забезпечує високу якість графічного відображення з використанням антиаліасингу та інших технік, що робить графіки зрозумілими та естетичними. Matplotlib дозволяє створювати різноманітні типи графіків, включаючи лінійні, точкові, стовпчасті, гістограми, кругові та інші. Бібліотека має багато функцій для роботи з графіками, таких як підписи осей, легенди, текстові мітки, анотації, збереження зображень та інше.

Хоча Matplotlib надає великий функціонал, він все ж є досить простим у використанні, що дозволяє швидко створювати графіки з мінімальними зусиллями. Matplotlib підтримує створення тривимірних графіків, що дозволяє візуалізувати дані у тривимірному просторі. Matplotlib має широке та активне співтовариство користувачів та розробників, що дозволяє легко знаходити допомогу, документацію та приклади в Інтернеті. Matplotlib дозволяє створювати різноманітні типи графіків та візуалізацій, такі як лінійні діаграми, стовпчасті гістограми, точкові графіки, контурні графіки та інші.

Процес роботи з Matplotlib зазвичай включає наступні кроки.

Імпорт бібліотеки - потрібно імпортувати бібліотеку Matplotlib у свою програму. Це робиться за допомогою команди `import matplotlib.pyplot as plt`, яка імпортує основний модуль для створення графіків та дає йому псевдонім `plt`.

Створення графіку після імпортування бібліотеки. Це може бути, наприклад, лінійний графік за допомогою функції `plt.plot()` або стовпчаста гістограма за допомогою функції `plt.bar()`.

Конфігурація графіку, коли можна налаштувати різні аспекти графіка, такі як колір, стиль ліній, підписи осей, заголовки тощо, використовуючи різні методи та аргументи функцій Matplotlib. Після налаштування графіка його можна відобразити за допомогою команди `plt.show()`, яка відображає графік у вікні. Опціонально, графік можна зберегти у файл за допомогою функції `plt.savefig()`, яка дозволяє зберегти графік у різних форматах (наприклад, PNG, PDF, SVG).

Сильні та слабкі сторони Matplotlib представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Сильні та слабкі сторони Matplotlib

Сильні сторони Matplotlib:	
Гнучкість: Matplotlib надає велику гнучкість у створенні різноманітних типів графіків та діаграм.	Слабкі сторони Matplotlib:
Широкі можливості налаштування: Бібліотека дозволяє налаштовувати майже всі аспекти графіків, включаючи розмір, кольори, шрифти, підписи осей та інше.	Складність: Використання Matplotlib може бути складним для новачків через потребу вручного налаштування багатьох параметрів для отримання потрібного результату.
Висока якість графіків: Результати, отримані за допомогою Matplotlib, мають високу якість і можуть бути легко використані в наукових публікаціях та презентаціях.	Велика кількість коду: Для створення складних графіків може знадобитися велика кількість коду, що збільшує час розробки та ризик помилок.
	Неінтуїтивний інтерфейс: Деякі функції та методи Matplotlib можуть бути неінтуїтивними для користувачів.

3.3 Дослідження можливості бібліотеки Seaborn

Seaborn - це високорівнева бібліотека для візуалізації даних на основі Matplotlib. Вона надає інтерфейс для створення привабливих та інформативних статистичних графіків з мінімальними зусиллями. Одна з головних переваг Seaborn - це вбудована підтримка стилів та колірних палітр, які роблять графіки більш привабливими і професійними. Однією з головних мет Seaborn було полегшення процесу створення високоякісних графіків, що базуються на даних, і забезпечення зручного інтерфейсу для взаємодії з Matplotlib. Розвиток бібліотеки продовжується, і вона активно підтримується спільнотою, що дозволяє постійно розширювати її функціонал і вдосконалювати. Seaborn отримав велику популярність завдяки своїм зручним інструментам для створення різноманітних графіків та можливості швидкої настройки візуального вигляду даних.

Основні особливості Seaborn є наступними.

Вбудовану підтримку для даних з Pandas: Seaborn здатна безпосередньо використовувати дані, що представлені у вигляді об'єктів DataFrame в Pandas, що полегшує використання цієї бібліотеки для аналізу даних.

Seaborn має високорівневі функції для створення різноманітних типів графіків, таких як графіки розподілу, взаємозв'язку, категорійні графіки та теплові карти. Ці функції автоматично обробляють дані та створюють графіки з високою якістю. Навіть при тому, що Seaborn має стандартні стилі та параметри, його можна налаштовувати майже на будь-якому рівні. Це дозволяє створювати графіки, які відповідають конкретним вимогам дослідження.

Seaborn доповнює Matplotlib, а не заміщує його, що означає, що можна використовувати функціонал Matplotlib разом з Seaborn. Графіки Seaborn зазвичай виглядають більш естетично, а низький рівень складності дозволяє легко візуалізувати дані з високою якістю.

Процес роботи з бібліотекою Seaborn включає наступні кроки.

Першим кроком є імпорт бібліотеки Seaborn у проект Python. Зазвичай це виглядає так: `import seaborn as sns`. Для створення графіків потрібно підготувати дані, які ви будете візуалізувати. Це може включати завантаження даних, очистку, обробку або агрегацію, в залежності від вашої конкретної задачі. Далі треба вибрати тип графіку, який найкраще підходить для вашого аналізу даних. Seaborn підтримує різні типи графіків, від гістограм і діаграм розсіювання до ящиківих діаграм та теплових карт.

Створення графіку на основі наших даних - наступний крок. Зазвичай це включає виклик функцій типу `sns.scatterplot()`, `sns.barplot()`, `sns.histplot()` та інших, залежно від обраного типу графіку. Після створення графіку можна налаштувати його параметри, такі як заголовок, підписи осей, розмір, кольори та інші параметри за допомогою вбудованих параметрів функцій Seaborn або Matplotlib. Після налаштування параметрів використовується функцію `plt.show()` або аналогічний метод, щоб відобразити графік у вашій програмі.

Останній крок - аналіз та інтерпретація отриманих результатів, щоб зрозуміти особливості даних, виявити зв'язки або тренди, та зробити висновки з вашого аналізу.

Сильні та слабкі сторони Seaborn представлені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 Сильні та слабкі сторони Seaborn

Сильні сторони Seaborn:	Слабкі сторони Seaborn:
Простота використання: Seaborn надає зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для створення складних візуалізацій даних з мінімальними зусиллями.	Залежність від Matplotlib: Незважаючи на те, що Seaborn є потужним інструментом, він базується на Matplotlib, тому для деяких складних задач можуть знадобитися додаткові знання та навички роботи з Matplotlib.
Привабливий дизайн: Бібліотека має вбудовані стилі та палітри кольорів, що дозволяють створювати привабливі та естетичні графіки.	Обмеженість в варіантах налаштування: Хоча Seaborn надає широкі можливості для налаштування графіків, деякі продвинуті налаштування можуть бути обмежені в порівнянні з Matplotlib.
Інтеграція з Pandas: Seaborn підтримує пряму інтеграцію з Pandas, що робить його ідеальним для аналізу та візуалізації даних, збережених у форматі DataFrame.	Швидкість виконання: Для деяких операцій Seaborn може працювати повільніше, особливо при обробці великих обсягів даних порівняно з іншими бібліотеками.
Розширені можливості: Бібліотека надає багато функцій для візуалізації різних типів даних, включаючи категоріальні, числові та часові дані.	

У розділі 3.1 ми детально розглянули використання мови програмування Python та різноманітних бібліотек для візуалізації геоданих. Python разом з бібліотеками Matplotlib, Seaborn та іншими став могутнім інструментом для аналізу та візуалізації географічних даних. Matplotlib, завдяки своїй потужній функціональності та гнучкості, дозволяє створювати різноманітні типи графіків та візуалізацій з мінімальними зусиллями. Seaborn володіє простим інтерфейсом та широкими можливостями для створення привабливих та інформативних візуалізацій даних. Обидві бібліотеки взаємодіють з геоданими, надаючи користувачам зручні інструменти для роботи з географічною інформацією.

Використання Python та цих бібліотек дозволяє здійснювати аналіз та візуалізацію геоданих ефективно та ефективно.

3.4 Функціонал сервісу Гугл Марс арі

Google Maps API - це набір інструментів та сервісів, які надають можливість інтегрувати функціональність Google Maps у веб-сайти та додатки. Цей API дозволяє використовувати картографічні дані та сервіси Google Maps, такі як відображення карти, пошук місць, маршрутизація, визначення місцезнаходження тощо, у власних проектах. Google Maps API забезпечує доступ до величезного обсягу географічних даних, які можуть бути використані для розв'язання різноманітних завдань, починаючи від створення інтерактивних карт до аналізу географічних зразків та моделювання різних географічних процесів.

Google Maps, популярний сервіс картографії та навігації, був створений компанією Google. Його історія сягає своїм корінням 2004 року, коли компанія придбала невеликий стартап Keyhole Inc., який спеціалізувався на геопросторовому аналізі та візуалізації даних. Keyhole Inc. розробила технологію, яка дозволяла відображати географічні дані на тривимірній карі, і це стало основою для подальшого створення Google Earth та Google Maps. У 2005 році Google представила Google Maps API, що відкрило можливості використання цього сервісу сторонніми розробниками для інтеграції карт в їх додатки та веб-сайти. З тих пір Google Maps постійно розвивався, додавши нові функції, такі як навігація для автомобілів, велосипедистів та пішоходів, інтерактивні шари зі статистичною та бізнес-інформацією, а також можливості взаємодії з іншими сервісами Google, такими як Google Street View.

Основні методи роботи з Google Maps API включають наступне. Інтеграція карт - розміщення карти на веб-сторінці або в мобільному додатку. Це може бути досягнуто за допомогою HTML-елементів або відповідних бібліотек та фреймворків. Інтеграція карт у веб-сайт або мобільний додаток з використанням Google Maps API досить проста і здійснюється за допомогою вставки відповідного

HTML-коду або використанням відповідних бібліотек та фреймворків. У випадку вставки HTML-коду на веб-сторінці, для початку необхідно отримати API-ключ від Google, який ідентифікує ваш додаток і забезпечує доступ до картографічних сервісів. Після отримання ключа ви можете вставити код, який буде відображати карту на вашій сторінці.[4]

Для мобільних додатків інтеграція карт зазвичай здійснюється через відповідні SDK або бібліотеки програмування. Вони надають розширений набір інструментів для роботи з картографічними сервісами Google Maps API, включаючи відображення карт, взаємодію з маркерами та об'єктами на карті, маршрутизацію та інші функції.

Додавання маркерів, поліліній та полігонів на карту для позначення конкретних місць, маршрутів або територій за допомогою Google Maps API досить просте. Для цього можна використовувати клас `google.maps.Marker` для створення маркерів та додавати їх на карту. Відображення інших елементів, таких як кола, лінії або полігональні області, також може бути здійснене за допомогою відповідних класів, таких як `google.maps.Circle`, `google.maps.Polyline` та `google.maps.Polygon`.

Пошук місць та геокодування дозволяють користувачам знаходити місця за назвою або адресою, а також перетворювати адреси або місця на географічні координати і навпаки. За допомогою Places API можна виконати пошук місць за різними критеріями, такими як назва місця, категорія, типи місць та інші параметри. Результати пошуку можуть бути використані для відображення на карті або для отримання додаткової інформації про місце.

Геокодування - це процес перетворення адреси або назви місця на географічні координати (широту та довготу) і навпаки. Google Maps API надає можливість виконувати цей процес за допомогою Geocoding API. Користувач може ввести адресу або назву місця, і API поверне відповідні географічні координати або назву місця. Програмно взаємодія з Places API та Geocoding API може бути

реалізована за допомогою відповідних запитів до API. Наприклад, для пошуку місць можна використовувати запити типу Place Search, а для геокодування - запити типу Geocoding.

Наведемо приклад запитів для використання Places API та Geocoding API: пошук місць за ключовим словом "ресторан" у місці з координатами (широта: 40.7128, довгота: -74.0060):

https://maps.googleapis.com/maps/api/place/nearbysearch/json?location=40.7128,-74.0060&radius=1500&type=restaurant&key=YOUR_API_KEY

Скріншот виконаного запиту представлено на рисунку 3.2

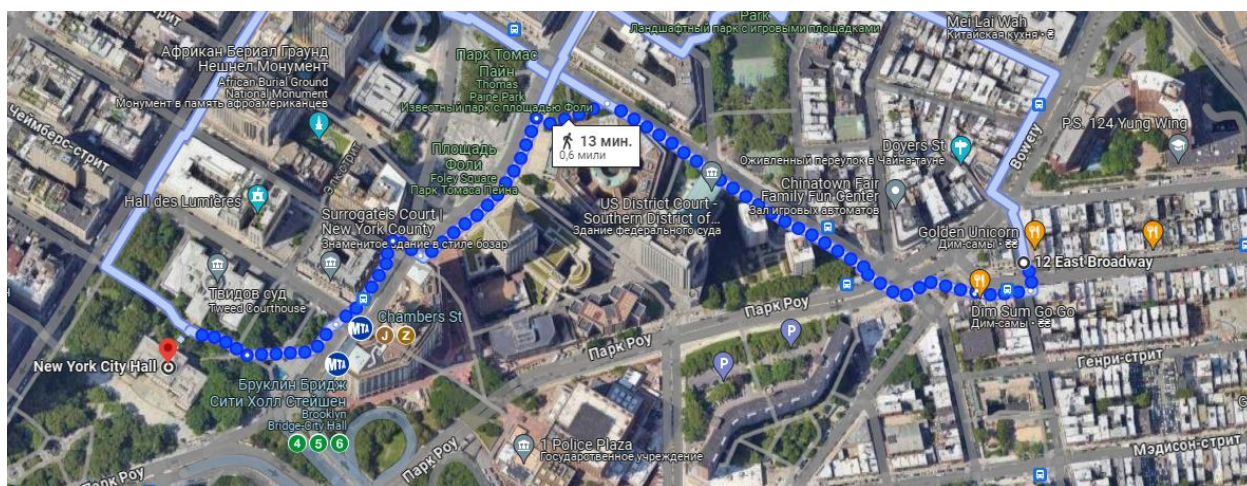


Рис. 3.2 Google Maps API - пошук місця за запитом

Сильні та слабкі сторони Google Maps API представлені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 Сильні та слабкі сторони Google Maps API

Сильні сторони Google Maps API	Слабкі сторони Google Maps API:
Широкі можливості: Google Maps API надає доступ до широкого спектру функціональності, такої як відображення карт, пошук місць, маршрутизація, визначення місцезнаходження та багато іншого.	Вартість: Деякі функції Google Maps API можуть бути вартістю, особливо для великих масштабів використання.
Простота використання: API має зрозумілу документацію та простий інтерфейс, що робить розробку додатків та інтеграцію з ним досить легкою.	Обмеження доступу: Існують обмеження на кількість запитів до API та доступ до деяких функцій, що може ускладнити роботу з ним.
Широка підтримка: Google Maps API підтримується на різних платформах, включаючи веб, мобільні пристрої та настільні комп'ютери.	Залежність від з'єднання з Інтернетом: Використання Google Maps API потребує постійного з'єднання з Інтернетом, що може бути проблемою у деяких сценаріях, особливо у віддалених або обмежених мережах.
Висока якість карт: Google Maps відомий своєю високою якістю карт та широким покриттям географічних даних.	Обмежені можливості на користь конкурентів: Деякі конкурентні сервіси можуть надавати більше функцій або кращі умови використання, що може змусити розглянути альтернативи.

4 ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДАНИХ В СУЧАСНІЙ ВІЙСЬКОВІЙ СПРАВІ

4.1 Використання безпілотних літальних апаратів в проведенні сучасних бойових дій

У сучасному світі з технологічним прогресом геодані стали невід'ємною складовою військових операцій. Завдяки розвитку технологій та інформаційних систем, військові вдаються до використання різноманітних методів та інструментів для аналізу географічних даних, щоб забезпечити ефективне планування операцій, розвідувальні дії та координацію військових дій. Звернемося до використання геоданих в сучасній війні, щоб розглянути різноманітні аспекти їх впливу на військові стратегії та тактики. Розглянемо два важливі аспекти цього питання: використання дронів, яке охоплює їх застосування у розвідці та бойових операціях, а також систему "Кропива", яка здійснює координацію та планування військових дій на основі геоданих. Дослідимо, як ці технології впливають на стратегічне та тактичне планування, а також на результативність військових операцій.

За останні десятиліття дрони стали неодмінною складовою військових операцій та розвідувальних дій. Завдяки своїй маневреності, непомітності та здатності збирати інформацію з висоти, недосяжної для багатьох інших видів розвідувальної техніки, дрони стали важливим інструментом як у розвідувальних, так і в бойових операціях. У цьому розділі ми детально розглянемо різні аспекти використання дронів у військових цілях, включаючи їх роль у розвідувальних операціях, наданні підтримки вогнем, а також важливість забезпечення безпеки та захисту від потенційних загроз. Дослідження цих аспектів дозволить нам отримати більш глибоке розуміння впливу дронів на сучасні військові конфлікти та визначити їх стратегічне значення у сфері безпеки та оборони.

Історія створення безпілотних літальних апаратів (БПЛА) сягає коріння в минуле, але справжній прорив в їх розвитку відбувся у 20-му столітті. Перші спроби створення безпілотних апаратів датуються XIX століттям, коли

винаходники експериментували з механічними пристроями, що здатні переносити пейзажні зображення та відправляти їх далеко від винаходця. Протягом Першої світової війни були спроби використання автономних апаратів для польотів над територією ворога. Проте справжня ера БПЛА розпочалася в другій половині 20-го століття з розвитком комп'ютерних технологій та передових систем керування. Перші сучасні БПЛА були використані в галузі військового розвідування та моніторингу. У 21-му столітті БПЛА стали не тільки важливим засобом військової розвідки, а й знайшли широке застосування в цивільних галузях, таких як ведення агрономічних досліджень, контроль над лісовими масивами, пошук і рятувальні операції, телекомунікації, транспорт і багато іншого. Сьогодні безпілотні літальні апарати використовуються в різних сферах, і їх технології продовжують розвиватися, щоб відповідати вимогам сучасного світу.[5]

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у розвідці є ключовим аспектом їх функціонування військових сил. Основні переваги використання БПЛА у розвідці включають:

- повітряний нагляд і збір інформації в режимі реального часу часу,
- передача даних на велику відстань,
- точність та керованість процесом,
- довготривалість польоту,

БПЛА використовуються для здійснення повітряного нагляду над ворожою територією та збору розвідувальної інформації. Вони можуть проводити розвідку з великої висоти, що дозволяє отримувати широкий обсяг інформації про територію та дії ворога. БПЛА здатні передавати зібрані дані в реальному часі, що дозволяє операторам швидко отримувати інформацію і приймати відповідні рішення. БПЛА зазвичай обладнані передовою технологією для забезпечення точного наведення на ціль та керованості польотом. Це дозволяє виконувати розвідувальні місії з високою точністю та ефективністю. Деякі моделі БПЛА можуть залишатися в

повітрі на довгі періоди часу, що дозволяє їм здійснювати тривалі розвідувальні місії та стежити за об'єктами протягом тривалого часу без необхідності повертатися на базу для поповнення палива. Завдяки розвитку технологій, сучасні БПЛА можуть бути адаптовані під різноманітні потреби, включаючи здійснення розвідувальних місій у різних умовах, в тому числі урбанізованих або гірських районах. В цілому, використання БПЛА у розвідці дозволяє збільшити ефективність та безпеку розвідувальних операцій, забезпечуючи військовим силам важливу інформацію для прийняття стратегічних рішень.[6]

Розвідувальні безпілотні літальні апарати (БПЛА) можна класифікувати за різними критеріями, такими як мета використання, типи сенсорів, дальність польоту, тривалість польоту та інші технічні характеристики. Ось декілька типів розвідувальних БПЛА.

Стратегічні БПЛА призначені для виконання тривалих розвідувальних місій на великій відстані. Вони зазвичай мають велику дальність польоту і тривалість польоту. Прикладом таких БПЛА може бути RQ-4 Global Hawk.

Тактичні БПЛА призначені для виконання розвідувальних місій на менших відстанях, зазвичай на рівні тактичного рівня. Вони можуть мати більшу маневреність та меншу тривалість польоту порівняно зі стратегічними БПЛА. Прикладом може бути MQ-1 Predator.

БПЛА з вертикальним зльотом та посадкою (VTOL) мають можливість зльоту та посадки вертикально, що дозволяє їм оперативно злітати та сідати навіть на обмежених майданчиках. Вони корисні для виконання розвідувальних місій в областях з обмеженим доступом або у військових операціях в місцях з мінімальною інфраструктурою.

Звернемо увагу на один із найпопулярніших та ефективних БПЛА в світі - DJI Mavic 3, та його застосування збройними силами України у війні з Росією. Даний апарат відомий своєю високою продуктивністю, маневреністю та здатністю збирати важливу інформацію на передовій лінії. Розглянемо його технічні

характеристики, можливості та потенціал для забезпечення безпеки та ефективності операцій у військовому конфлікті,

Історія створення DJI Mavic 3 починається з попередників - моделей Mavic Pro і Mavic 2, які заробили популярність завдяки своїм компактним розмірам, високій якості зйомки та ряду інтелектуальних функцій. Розробка Mavic 3 була унікальним етапом в еволюції безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для фото- та відеозйомки. Для розробки Mavic 3 DJI вдосконалила концепцію своїх попередників, зосереджуючись на поліпшенні якості зображення, стабільності польоту та автономії. Команда інженерів використовувала передові технології у сфері обробки зображень та алгоритмів стабілізації, щоб забезпечити вражаючі результати фото- та відеозйомки. Для досягнення кращої якості зображення Mavic 3 оснащений великою 4/3-дюймовою CMOS-матрицею з роздільною здатністю 20 мегапікселів та об'єктивом з фіксованою діафрагмою. Крім того, вбудований процесор обробки зображень дозволяє отримувати відео в роздільній здатності 5.1K при 50 кадрах за секунду. Технічні та дизайнерські рішення, прийняті в процесі розробки, дозволили створити БПЛА, який поєднує в собі високу якість зйомки, ергономічний дизайн та розширені можливості навігації. DJI Mavic 3 став результатом багаторічних досліджень та інновацій, які відкривають нові можливості для фото- та відеохудожників, а також для професіоналів у сфері розвідки та картографування.

У військовому конфлікті з Росією, збройні сили України можуть використовувати БПЛА DJI Mavic 3 для розвідки, нагляду та збору інформації на передовій лінії. Mavic 3 може бути використаний для розвідки та виявлення ворожих військ та обладнання на передовій лінії. Він дозволяє збирати важливу інформацію про розташування ворожих сил та рух військ без необхідності відправляти людей на небезпечні місії розвідки. Mavic 3 може фіксувати рухи ворожих сил та техніки на передовій лінії. Це дозволяє збирати інформацію про можливі напади або переміщення військ, що може бути корисною для планування оборонних заходів. За допомогою Mavic 3 можна здійснювати спостереження за

об'єктами ворожої інфраструктури, такими як блокпости, бази та комунікаційні вузли. Це дозволяє збирати інформацію про потенційні цілі для атак або об'єкти, які можуть бути використані для ведення війни. Mavic 3 може бути використаний для нагляду за територією, яку можуть використовувати ворожі сили для проникнення на українську територію. Це дозволяє вчасно виявляти і попереджувати про можливі загрози та напади.

Узагальнюючи, DJI Mavic 3 може бути ефективним інструментом для збройних сил України у веденні війни з Росією, допомагаючи збирати важливу інформацію та забезпечувати безпеку на передовій лінії. Зовнішній вигляд DJI Mavic 3 представлений на рисунку 4.1



Рис. 4.1. Дрон DJI Mavic 3

DJI Mavic 3 працює завдяки супутникам з якими він зв'язується під час включення, щоб зробити зліт потрібно мінімально дев'ять підключених супутників, тоді дрон може злетіти та відслідковувати своє положення у просторі у реальному часі завдяки зв'язку з Google Maps, під час втрати сигналу зі супутникам дрон може продовжувати політ, але в нього відключиться GPS і ви не зможете відслідковувати його на мапі у реальному часі, також дрон не зможе зависати над землею, його буде просто зносити вітром. Українські збройні сили використовують цей дрон для розвідки, коригування артилерії і також для ураження ворожої піхоти завдяки системі скидання гранат. Взаємодія дрону з геоданими представлена на рисунку 4.2

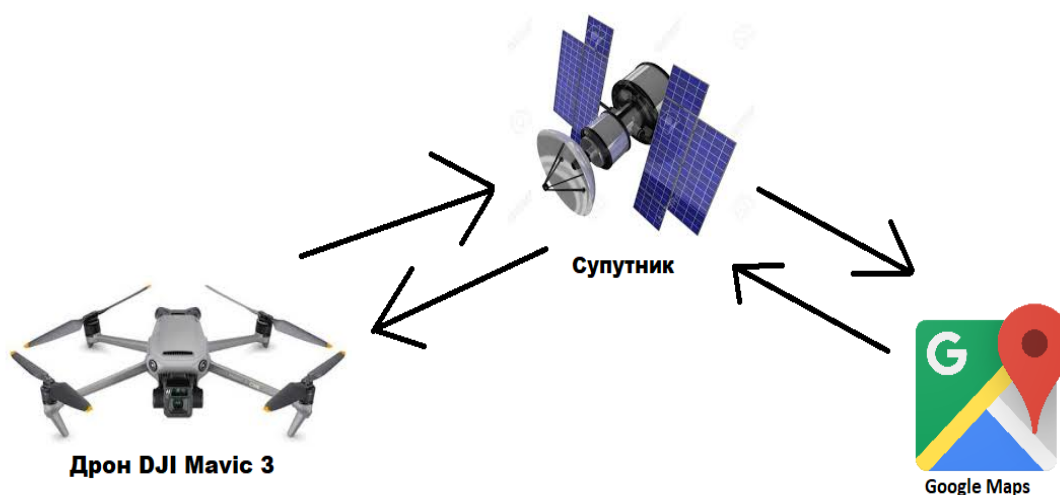


Рис. 4.2 Схема роботи дрона DJI Mavic 3 з геоданими

DJI Mavic 3 виявляється досить економним варіантом у контексті військових застосувань, порівняно з дорогими аналогами. Його компактні розміри роблять його легким у транспортуванні та розгортанні на місці завдання. Проте, є деякі недоліки. Вразливість до погодних умов, таких як дощ, сніг та сильний вітер, може обмежити ефективність застосування в різних умовах. Також, Mavic 3 виявляється вразливим до радіоелектронної боротьби, що може ускладнити його застосування в умовах бойових дій. Низька ємність акумулятора обмежує тривалість польоту, що

може потребувати додаткових джерел живлення або частих змін батарей під час завдань.

Розвідувальні БПЛА можуть використовуватися для різних завдань від стратегічної розвідки на великі відстані до тактичної підтримки бойових операцій на місцевому рівні. Кожен тип має свої особливості та переваги, які можуть бути використані залежно від потреб військових операцій.

Бойові або ударні безпілотні літальні апарати (БПЛА) використовуються для ведення активних операцій на полі бою, нанесення ударів по ворожим цілям і забезпечення підтримки від вогню військовим підрозділам на землі [5].

Бойові БПЛА можуть бути оснащені різноманітною ударною зброєю, включаючи ракети, бомби, керовані снаряди та інші системи знищення цілей. Вони здатні наносити удари по різноманітним об'єктам, включаючи ворожі позиції, техніку, військову інфраструктуру та інші об'єкти. Бойові БПЛА можуть надавати підтримку вогнем військовим підрозділам на землі, знищуючи ворожі цілі або приглушуючи вогонь ворожих сил. Вони можуть діяти в режимі реального часу, швидко реагуючи на зміни в обстановці. Бойові БПЛА можуть виконувати функції розвідки та збору інформації, виявляючи ворожі позиції, рухи військ та інші важливі дані. Вони можуть працювати в областях, недоступних для пілотованих літальних апаратів або людських розвідників. Деякі бойові БПЛА можуть мати можливість виконувати місії у автономному режимі, без прямого керування оператора. Це дозволяє їм працювати в умовах обмеженого зв'язку або під час втрати зв'язку з оператором. Бойові БПЛА можуть мати високу маневреність і швидкість, що дозволяє їм ефективно маневрувати на полі бою та уникати ворожих засобів ППО. Вони можуть бути оснащені системами захисту від засобів ППО, електронними системами перешкод та іншими засобами, що забезпечують їхню безпеку під час операцій на полі бою.

Бойові БПЛА відіграють важливу роль у веденні війни та забезпеченні безпеки військових сил, дозволяючи їм ефективно виконувати різноманітні

завдання на полі бою та знижуючи ризики для власних військ. Існує кілька типів військових ударних безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які відрізняються за розмірами, функціональністю та завданнями, які вони виконують.

Тактичні ударні БПЛА зазвичай мають невеликі розміри та призначені для виконання ударних місій у межах близької бойової зони. Вони можуть бути оснащені легкими ракетами, бомбами або керованими снарядами для ураження ворожих цілей приклад подібного БПЛА MQ-9 Reaper.

Стратегічні ударні БПЛА мають більші розміри і здатність до далекого польоту. Вони призначені для виконання ударних місій на великих відстанях від бази. Вони можуть мати більш потужну ударну зброю і виконувати завдання, такі як нанесення ударів по важливим ворожим об'єктам за глибокими лініями оборони приклад побіного БПЛА Bayraktar TB2.

БПЛА для протипіхотних операцій спеціалізуються на виявленні та ураженні піхоти та іншої пішоходної техніки ворога. Вони можуть бути оснащені різноманітною зброєю, призначеною для ураження піхоти та невеликих цілей на землі в США використовують БПЛА Switchblade, а в Україні саморобні FPV дрони з фугасними зарядами або противотанковими

Різні типи ударних БПЛА використовуються залежно від конкретних потреб та завдань військових сил. Кожен з них має свої унікальні переваги та можливості для ведення операцій на полі бою. Ударні та бойові дрони в сучасних військових операціях відіграють ключову роль, надаючи здатність до точних ударів по цілях без прямого викладення життя пілотів. З удосконаленням технологій та розвитком сучасних військових дронів, відбувається значний перегляд тактичних прийомів та стратегій ведення бойових дій. Бойові дрони, такі як MQ-9 Reaper, Bayraktar TB2 та інші, забезпечують силам безпеки та оборони широкий спектр можливостей, включаючи точні удари по цілях, розвідку та навіть здатність до автономного виконання місій. Їхній вплив на розвиток військових технологій полягає у підвищенні ефективності та точності ударних операцій, зменшенні ризику для

власного військового персоналу та розвитку нових стратегій бойових дій.[6] Бойові дрони сприяють розвитку інтегрованих військових систем, включаючи автономні та міжнародні коаліційні операції. Вони роблять значний внесок у здатність військових сил до ведення сучасних гібридних війн, де важливою є не лише військова сила, а й інформаційна домінанта та реакція на непередбачені ситуації. Усе це робить бойові дрони ключовими компонентами військових стратегій у сучасному світі, відображаючи поступове зростання ролі та значення технологій у військових операціях.

Загалом, дрони стають не лише важливим елементом військових стратегій, а й відображають зростаючу роль та значення технологій у сучасних військових операціях. Вони забезпечують нові можливості для ведення війни, реалізуючи принципи ефективності, точності та безпеки.

Типи БПЛА представлені на рисунку 4.3

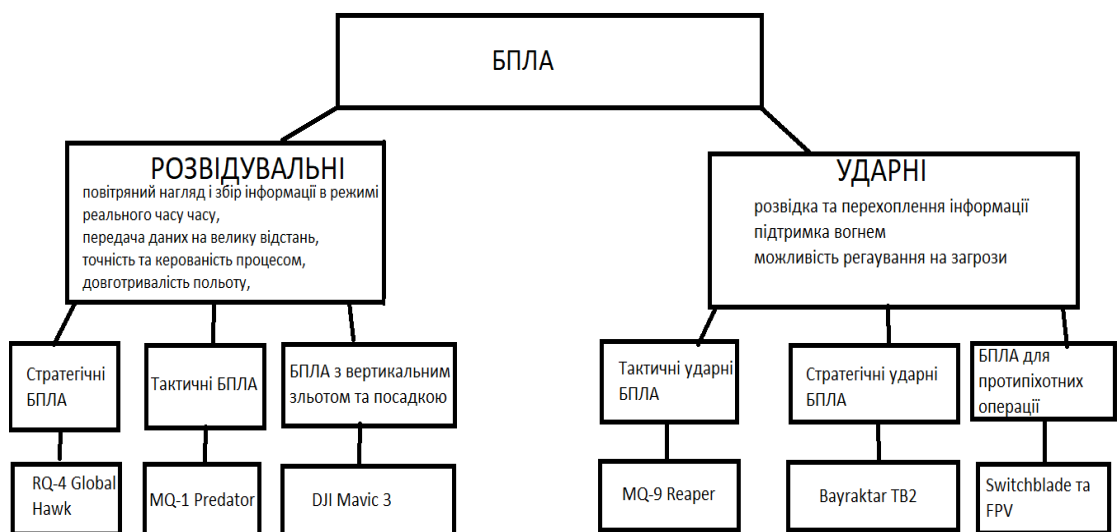


Рис. 4.3 Типи БПЛА

4.2 Програмне забезпечення “Кропива”

Програмне забезпечення української розробки "Кропива" забезпечує військовослужбовців доступом до різноманітних інструментів і функцій, що спрямовані на підвищення точності та ефективності виконання завдань.

Розпочавши свою діяльність у 2014 році під час початку війни Росії проти України, система "Кропива" виникла як відповідь на потребу в модернізованому військовому обладнанні та координації дій на полі бою. Ініційована групою розробників волонтерської організації "Армія SOS", вона швидко набула популярності та відомості завдяки своєму значному внеску у військову сферу. Протягом періоду з 2014 по 2023 рік, було успішно впроваджено 10 тисяч одиниць програмного забезпечення, що підтверджує його широкий розповсюджений серед військових. Окрім того, була створена служба технічної та програмної підтримки, що забезпечила безперебійну роботу системи та задоволення потреб користувачів.

"Кропива" об'єднує в єдину екосистему координацію підрозділів як на полі бою, так і в тилу, дозволяючи збільшити ефективність військових операцій та скоротити час розгортання артилерійської батареї. Своїм застосуванням під час російського вторгнення в Україну, "Кропива" підтверджує свою важливість та необхідність у сучасній бойовій діяльності. Згідно з класифікацією НАТО, систему "Кропива" відносять до систем типу C2 command and control, що свідчить про її високий рівень ефективності та значимість у сфері військового управління.

Протягом періоду з 2014 по 2023 рік, "Кропиву" успішно впроваджено у роботу тисячами військовослужбовців, що свідчить про її широкий розповсюджений серед військових. Вона виявилася надійним інструментом управління та координації підрозділів, дозволяючи збільшити ефективність військових операцій та скоротити час реагування на стратегічні виклики.

Функціональні можливості системи "Кропива" включають:

- доступ до електронної карти місцевості з відображенням власної позиції за GPS,
- обмін даними з іншими абонентами системи, включаючи позиції союзних підрозділів, координати виявлених цілей та короткі текстові повідомлення,
- розв'язання різноманітних розрахункових завдань, таких як розрахунок маршруту, зони вогневого ураження або артилерійських поправок,
- забезпечення взаємодії та передачі даних з засобів розвідки, таких як безпілотні літальні апарати (БПЛА), радарні та звукові комплекси, в автоматичному режимі.

Система "Кропива" значно збільшує ефективність використання артилерійської батареї, скорочуючи час її розгортання практично вп'ятеро. Крім того, час на ураження незапланованих цілей скорочується втричі, а час на відкриття контрбатарейного вогню — вдесятеро.

Система "Кропива" відзначається простотою у використанні. Для роботи з нею достатньо мати планшет або смартфон з відповідним програмним забезпеченням. Користувачу доступна карта місцевості з його поточною локацією. Додатково, програма може забезпечувати дані зі загального прогнозу погоди та портативних метеостанцій. Для роботи з "Кропивою" необхідно ввести координати цілей та місць розташування артилерійської батареї, після чого система автоматично обчислює напрямки стрільби та відстань до цілі.

Загалом, "Кропива" виявилася простою у використанні та дуже ефективною у роботі. Її успішне впровадження та функціональні можливості роблять її незамінним інструментом для української армії в сучасних умовах бойових дій

ВИСНОВКИ

У роботі було досліджено візуалізацію даних та її застосування в різних сферах, зокрема в інтелектуальній обробці даних. Ми розглянули основні концепції та принципи графічної візуалізації даних, а також області її застосування, такі як наука, бізнес, геопросторовий аналіз та військова справа.

Далі, ми дослідили формати для представлення геоданих та методи їхнього візуалізації залежно від конкретних завдань. Розглянули різні програмні інструменти та бібліотеки, такі як Python та Google Maps API, які дозволяють працювати з геоданими та візуалізувати їх ефективно.

Після цього ми зосередилися на використанні геоданих у сучасній війні. Розглянули роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у розвідці та бойових операціях, а також програмне забезпечення "Кропива", яке забезпечує координацію дій на полі бою. Підкреслили важливість геоданих у військовій стратегії та їхню роль у підвищенні ефективності та безпеки військових операцій.

Загалом, наша робота демонструє значення географічної візуалізації даних у сучасному світі та її вплив на різні сфери діяльності, включаючи військову справу. Дослідження у цій області продовжується, і ми можемо сподіватися на подальший розвиток та вдосконалення інструментів та методів географічної візуалізації даних у майбутньому.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire, David W. Rhind "Geographic Information Systems and Science" - John Wiley & Sons Inc; 3rd edition, 2010, 539 стр.
2. Erik Westra "Python Geospatial Analysis Essentials" - Packt Pub Ltd, 2015, 200 стр.
3. Michael J. de Smith, Michael F. Goodchild, Paul A. Longley "Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools"- Winchelsea Press; Hardback ed. edition, 2018, 618 стр.
4. Rich Gibson, Schuyler Erle "Google Maps Hacks"- O'Reilly Media; 1st edition, 2006, 366 стр.
5. Paul G. Fahlstrom, Thomas J. Gleason "Introduction to UAV Systems"-John Wiley & Sons Inc; 4th edition, 2012, 280 стр.
6. Reg Austin "Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment" - Wiley; 1st edition, 2010, 368 стр.
7. Francis A. Galgano, Eugene J. Palka "Modern Military Geography" - Routledge; 1st edition, 2010, 456 стр.
8. Bill Meehan "GIS for Enhanced Electric Utility Performance" - Artech House Publishers, 2013, 225 стр.
9. Andy Mitchell "The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 1: Geographic Patterns and Relationships" - Esri Press; Second edition, 2020, 312 стр.

ДОДАТОК А



Державний університет інформаційно- комунікаційних технологій

Дослідження методів географічної візуалізації даних

Виконав студент групи КНД-42
Макаров Нікіта Володимирович
Київ, 2024

Актуальність

Дослідження географічної візуалізації даних є надзвичайно актуальним через стрімкий розвиток інформаційних технологій та необхідність оперативного прийняття рішень. Геопросторові дані відіграють важливу роль у військовій та цивільній сферах, підвищуючи ефективність управління та аналізу.

У військовій сфері системи географічної візуалізації, такі як програма "Кропива", забезпечують точність і швидкість координації військових операцій, підвищуючи боєздатність військових сил. У цивільній сфері ці технології знаходять застосування в навігації, логістиці, міському плануванні та управлінні природними ресурсами, що сприяє ефективному управлінню та прийняттю рішень.

Використання сучасних технологій, таких як Google Maps API та бібліотеки Python, дозволяє створювати інтерактивні карти та інструменти для аналізу геоданих, що підвищує ефективність різних процесів. Таким чином, географічна візуалізація даних є важливою та перспективною темою, що сприяє інноваціям і безпеці в різних сферах життя.

Мета

Метою дипломної роботи є дослідження та аналіз методів географічної візуалізації даних, їх застосування у різних сферах, а також оцінка ефективності використання геопросторових технологій у військовій і цивільній діяльності.

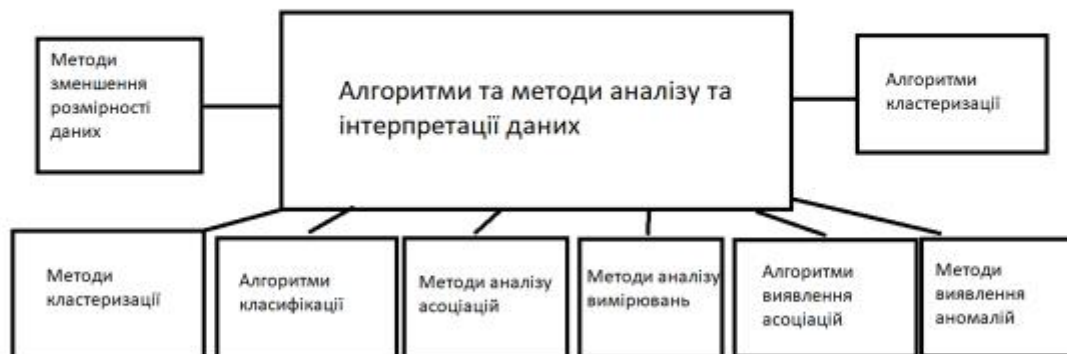
Завдання

1. Основними завданнями роботи є:
2. Огляд та класифікація сучасних методів географічної візуалізації даних.
3. Аналіз можливостей і обмежень різних форматів представлення геоданих.
4. Дослідження практичного застосування геопросторових технологій у військовій розвідці та бойових операціях, зокрема з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та системи "Кропива".
5. Вивчення прикладів використання географічної візуалізації даних у цивільній сфері, з акцентом на Google Maps API та бібліотеки Python.

Типи візуалізації даних



Алгоритми та методи аналізу та інтерпретації даних



Формати представлення геоданих



KML

Keyhole Markup Language (KML). Це розширений формат для візуалізації географічних даних у програмах, які підтримують віртуальну реальність. KML використовує XML-подібну структуру для представлення географічних об'єктів та їх властивостей. Ця структура дозволяє описувати різноманітні географічні об'єкти, включаючи точки, лінії, полігони, а також елементи, які визначають вигляд та поведінку об'єктів. Keyhole Markup Language (KML) має ієрархічну структуру даних, яка дозволяє описувати географічні об'єкти та їх атрибути. KML може бути використаний у веб-додатках для відображення географічних даних у веб-середовищі. Завдяки підтримці веб-геоінформаційних бібліотек, таких як Google Maps API та Leaflet.js, дані у форматі KML можуть бути легко інтегровані у веб-додатки для створення інтерактивних карт та інших географічних візуалізацій. Існують різні редактори геоданих, такі як Google Earth, ArcGIS Pro, та QGIS, які підтримують роботу з даними у форматі KML.

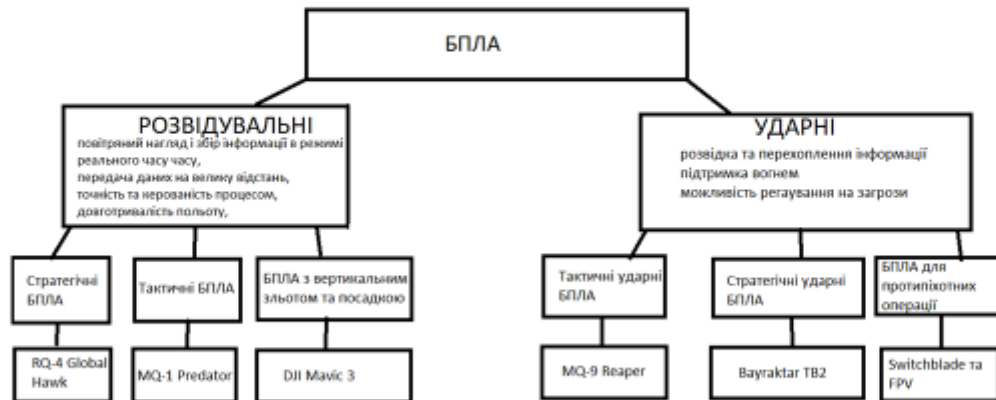
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОБОТИ З ГЕОДАНИМИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ДАНИХ



Схема роботи дрона DJI Mavic 3 з геоданими



Типи БПЛА



КРОПИВА

Функціональні можливості системи "Кропива" включають:

- доступ до електронної карти місцевості з відображенням власної позиції за GPS,
- обмін даними з іншими абонентами системи, включаючи позиції союзних підрозділів, координати виявлених цілей та короткі текстові повідомлення,
- розв'язання різноманітних розрахункових завдань, таких як розрахунок маршруту, зони вогневого ураження або артилерійських поправок,
- забезпечення взаємодії та передачі даних з засобів розвідки, таких як безпілотні літальні апарати (БПЛА), радарні та звукові комплекси, в автоматичному режимі.

ВИСНОВКИ

Важливість географічної візуалізації даних

- Географічна візуалізація даних є ключовим інструментом для аналізу та прийняття рішень у різних сферах, від екології до урбаністики та військових технологій.
- Вона дозволяє ефективно представити складні просторові дані, виявляти тенденції та приймати обґрунтовані рішення.

Різноманіття форматів геоданих

- Існує безліч форматів для представлення геоданих, кожен з яких має свої переваги та недоліки.
- Вибір оптимального формату є ключовим для забезпечення точності та ефективності аналізу.

Інструменти та методи представлення геоданих

- Використання сучасних інструментів, таких як Python та Google Maps API, дозволяє створювати інтерактивні карти та динамічно аналізувати дані.
- Бібліотеки Python, такі як Matplotlib та Seaborn, надають потужні можливості для роботи з геоданими.

Використання геоданих у військовій сфері

- Геодані відіграють вирішальну роль у військовій розвідці та бойових операціях.
- Безпілотні літальні апарати (БПЛА) є важливими інструментами для збору розвідувальної інформації та виконання бойових завдань.
- Програмне забезпечення "Кропива" забезпечує координацію підрозділів, підвищує ефективність артилерійських ударів та скорочує час на виконання завдань.