

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК
ПОГОДЖЕНО»

Декан факультету
інформаційних технологій
Глазунова О.Г., д.пед.н.,
професор

«ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ»

з кафебри комп'ютерних систем і мереж
Лакно В.А., д.т.н., професор

« » _____ 20__р

« » _____ 20__р

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Дослідження та проектування бази картографічних даних з
подальшою інтеграцією у веб-сердодовище»

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні системи і мережі
виробнича, дослідницька

15.04 – МР1578 «С» 2020.10.23.008.ПЗ

Керівник магістерської роботи

доц., к.т.н., _____ Шкарупило Вадим Вікторович / _____ /
(вчене звання і ступінь) (підпис) (ПІБ)

Виконав

Юриенко Сергій Олександрович / _____ /
(підпис) (ПІБ студента)

КМІВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Комп'ютерних систем і мереж

(назва кафедри)

доктор т. н., професор
(вчене звання і ступінь)

(підпис)

Лахно В. А.
(ініціали і прізвище)

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Юрченка Сергія Олександровича

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва)

Спеціалізація _____

(виробнича, дослідницька)

Магістерська програма _____

1. Тема магістерської роботи: Дослідження та проектування бази картографічних даних з подальшою інтеграцією у веб-середовище

затверджена наказом ректора НУБіП від «23» жовтня 2020 р. № 1578 "С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

3. Вихідні дані до магістерської роботи:

1. Завдання кафедри на виконання магістерської роботи _____

2. Наукова література з тематики магістерської роботи _____

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Дослідження _____

2. Проектування _____

3. Практична частина _____

Дата видачі завдання " " 20 р.

Керівник магістерської роботи _____

Шкарупило В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Юрченко С. О.

(прізвище та ініціали студента)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз предметної області	22.10.2021 р.	Виконано
2	Проектування системи	12.11.2021 р.	Виконано
3	Реалізація системи	23.11.2021 р.	Виконано
4	Дослідження системи	10.09.2021 р.	Виконано
5	Оформлення Пояснювальної записки	25.11.2021 р.	Виконано
6	Оформлення графічного матеріалу	25.11.2021 р.	Виконано

Магістрант

(підпис)

С.О. Юрченко

(ініціали та прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

В.В. Пшарупило

(ініціали та прізвище)

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 71 сторінок, 22 рисунка, 20 джерел

НУБІП України

СИСТЕМА ГІС, УПРАВЛІННЯ САЙТОМ, ВІЗУАЛЬНА ЧАСТИНА,
ІНТЕРФЕЙС, ВІКНО КОРИСТУВАЧА, ARCGIS, ARCGIS WEB ADAPTER,
GRASS GIS, ARCGIS DATA STORE

НУБІП України

Метою даного проекту є проектування та створення веб-версії карти ГІС яку можна буде використовувати на уроках історії, або для зацікавлених користувачів які зможуть подивитись карту та дізнатись, що було раніше на цьому місці, звернуть увагу на історію України, майже під кожною картою є опис подій.

НУБІП України

Матеріал першого розділу знайомить нас із поняттям ГІС, розкриває історію та етапи становлення.

НУБІП України

В другому розділі розглянуто саму сутність геосистем, розглянуто загальні питання, що характеризують геоінформаційні системи.

НУБІП України

У третьому розділі описано процес створення бази даних ГІС та інтеграція у веб-середовище, встановлення і налаштування веб-системи ГІС, та функціонал сайту.

НУБІП України

У четвертому розділі проведено аналіз ефективності отриманих результатів та описано майбутнє ГІС-технологій.

НУБІП України

В результаті виконання магістерської роботи було проведено аналіз, та дослідження розроблюваної системи, створено картографічну систему і інтегровано в веб-середовище.

НУБІП України

ЗМІСТ

Примітка.....	3
ЗМІСТ.....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ГІС ТА ІСТОРІЯ ЇХ РОЗВИТКУ	8
1.1 Поняття геоінформаційної системи (ГІС)	8
1.2 Етапи розвитку ГІС.....	12
ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ГІС.....	16
2.1 Основні напрямки ГІС у сучасному суспільстві та базові концепції.....	16
2.2 Двадцять основних способів використання технології ГІС	20
2.3 Властивості даних ГІС.....	23
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	33
3.1 Створення бази даних ГІС.....	33
3.2 Інтеграція у веб-середовище.....	34
3.3 Картографічні позначки	35
3.4 Методи збору даних ГІС.....	41
3.5 Створення веб-сайту.....	43
3.6 Функціонал веб-сайту.....	47
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА МАЙБУТНЄ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ.....	53
4.1 Перспективи ГІС технологій.....	53
4.2 Що далі в ГІС-технологіях?.....	55
4.3 Загальні напрямки отримання конкурентних переваг від використання ГІС	67
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

НУБІП України

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГІС (англ. geographic information system) – географічні інформаційні

системи.

НУБІП України

ЦДМР (англ. digital data models) – цифрові моделі даних.

TIN (англ. triangulation irregular networks) – триангуляційні нерегулярні

мережі.

НУБІП України

АІ, ІІІ (англ. artificial Intelligence) – штучний інтелект.

ML (англ. machine learning) – машинне навчання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України ВСТУП

ГІС – це унікальне явище сучасної міждисциплінарної науки, ефективне функціонування якої інтегрує найрізноманітніші дані (космічних і аерофотознімання, інформаційні ресурси, накопичені людством у найрізноманітніших галузях науки), впроваджує передові розробки сучасного програмування, алгоритмізації, прикладної математики тощо. Ми живемо в час, який гучно називається Digital Earth – цифровою Землею.

Географічні інформаційні системи можуть використовуватися в таких областях, як:

- аналіз даних екологічного моніторингу;
- створення цифрових карт, що демонструють стан навколишнього середовища;
- аналіз змін, що відбулися в досліджуваному регіоні;
- прогнозування наслідків прийняття тих або інших господарських рішень.

Моя робота може допомогти викладачам історії України проводити уроки на основі історичних карт які я знайшов, а також звернуть увагу простих користувачів на історію України, майже під кожною картою є опис подій.

Матеріал першого розділу знайомить нас із поняттям ГІС, розкриває історію та етапи становлення. У другому розділі розглянуто саму сутність геосистем, розглянуто загальні питання, що характеризують геоінформаційні системи. У третьому розділі описано етапи створення бази даних ГІС та інтеграція у веб-середовище. В четвертому розділі проведено аналіз ефективності отриманих результатів та описано майбутнє ГІС-технологій.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ГІС ТА ІСТОРІЯ ЇХ РОЗВИТКУ

1.1 Поняття геоінформаційної системи (ГІС)

Поняття та назва географічної інформаційної системи запозичене з англійської мови та є дословним перекладом терміна geographic information system. Ця назва з'явилася в українській мові на початку дев'яностих років, і вже на ранній стадії запозичення він набув коротшої назви ГІС.

ГІС представляє апаратно-програмний людино-машинний комплекс, що забезпечує збір інформації, обробку, вивід зображення та розповсюдження географічних даних, інтеграцію з багатьма пристроями та знаннями про територію для їх ефективного використання або вивчення при вирішенні наукових завдань, пов'язаних з збором інформації та її аналізом, моделюванням, прогнозуванням та управлінням навколишнім середовищем. Як відомо ГІС дуже добре працює з картографією, приклади зв'язків ГІС рисунок 1.1.

Їх вдала інтеграція проявляється у таких аспектах:

- тематичні та топографічні карти – основне джерело просторово-часової інформації;
- системи географічних і прямокутних координатів та картографічна розмітка є основою для координат та іншої інформації, що надходить і зберігається в ГІС;
- карти – головний засіб географічної інтерпретації та організації даних дистанційного зондування та іншої інформації, що використовується в ГІС;
- картографічний аналіз – одне із найефективніших способів виявлення географічних закономірностей, зв'язків, залежностей для формування баз знань, які входять у ГІС;

математико-картографічне моделювання основний засіб перетворення інформації у процесі забезпечення прийняття рішень, управління, проведення експертиз, складання прогнозів розвитку геосистем тощо;

картографічне зображення – це форма надання інформації користувачам, автоматичне та оперативне виготовлення актуальних карт, тривірних картографічних моделей – все це одні з головних функцій ГІС.



Рисунок 1.1 –Зв'язки ГІС

У технологічному аспекті ГІС виступає як інструмент зберігання та збирання, перетворення, вивід зображення і поширення інформації о навколишньому середовищі. Таким чином, ГІС можна розглянути як систему передових технологій, яка підходить для збору географічних даних та їх аналізу, моделювання і відображенню для вирішення різних завдань, наприклад планування, управління та моделювання різних ситуацій. З маркетингової точки зору або виробничої ГІС є комплексом апаратних пристроїв та програмних рішень, призначених для забезпечення управління та аналізу, причому найважливіший елемент цього комплексу – автоматичні картографічні системи. ГІС використовує картографічні дані, а також має у своєму розпорядженні операційні можливості, необхідні для аналізу та моделювання. Система ГІС відповідає за забезпечення процесу прийняття рішень для оптимального управління ресурсами, організації

роботи, розкладу транспорту та роздрібної торгівлі, відображення вільних та зайнятих об'єктів нерухомості, лісових карт, річок для аналізу рівню води і можливістю передбачити повінь.

У загальному аспекті геоінформаційні системи це інструменти обробки просторової інформації, зазвичай явно прив'язаної до деякої частини земної поверхні, що використовуються для її управління. Це робоче визначення не є повним та точним. Як і у випадку з географією, термін важковизначений і є

об'єднанням багатьох предметних областей. В результаті немає загальноприйнятого визначення ГІС. Сам термін змінюється залежно від інтелектуальних, культурних, економічних і політичних цілей. У цьому аспекті Майкл ДеМерс наводить характерний приклад синонімічних до «ГІС» понять

Таблиця 1.1.

Таблиця 1.1 – Приклади синонімічних до "ГІС" понять та їх джерелам

Поняття	Джерело
Географічна інформаційна система (Geographic Information System)	Американська термінологія
Географічна інформаційна система (Geographical Information System)	Європейська термінологія
Геоінформатика (Geoinformatics)	Канадська термінологія
Геореляційна інформаційна система (Georelational Information System)	Техническая термінологія
Інформаційна система з природних Ресурсів (Natural Resources Information System)	Дисциплінарна термінологія
Інформаційна система з геології чи наук (Geoscience or Geological Information System)	Дисциплінарна термінологія

Виходячи з викладеного вище, ГІС можна розглядати з різних позицій. Наприклад з наукової точки зору ГІС – спосіб моделювання та пізнання природних та соціально економічних систем. ГІС – це система, що використовується для дослідження природних, суспільних, природно суспільних об'єктів та явищ, які вивчають науки про Землю та суміжні соціально економічні науки. Таким чином, ГІС можна одночасно розглядати як метод наукового дослідження, технологію та продукт ГІС-індустрії.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1.2 Етапи розвитку ГІС

Виникнення та стрімкий розвиток ГІС було зумовлено найбагатшим досвідом топографічного та тематичного картографування, успішними спробами автоматизувати картоустановний процес, а також революційними досягненнями у галузі комп'ютерних технологій, інформатики та комп'ютерної графіки. У розвитку геоінформаційних систем можна назвати чотири періоди Таблиця 1.2.

Таблиця 1.2 –Періоди розвитку геоінформаційних систем

Початковий період (1950 – 1970)	Дослідження принципів можливостей, прикордонних галузей знань та технологій.
Період державних ініціатив (1970 – 1980)	Підтримка державою та формування державних інститутів у галузі ДВС.
Період комерційного розвитку (1980 – по сьогодні)	Підвищена конкуренція серед комерційних виробників геоінформаційних технологій послуг дає переваги користувачам ГІС.

Широкий ринок різноманітних програмних засобів, розвиток настільних ГІС, розширення сфери їх застосування за рахунок інтеграції з базами непросторових даних, поява мережових додатків, поява значної кількості непрофесійних користувачів, системи, що підтримують індивідуальні набори даних на окремих комп'ютерах, відкривають шлях системам, що підтримують корпоративні та розподілені бази геоданих.

Великий вплив у цей період надають теоретичні роботи у сфері географії та просторових взаємозв'язків, і навіть становлення кількісних методів у географії США, Канади, Англії та Швеції.

Перший період розвитку на тлі успіхів комп'ютерних технологій: поява електронних обчислювальних машин (ЕОМ) у 50-х роках, цифровиків, плотерів, графічних дисплеїв та інших периферійних пристроїв у 60-х при одночасному, часто незалежному один від одного. Створення програмних алгоритмів та процедур графічного відображення інформації на дисплеях та за допомогою плотерів, форриських методів просторового аналізу, програмних засобів управління базами даних.

Перший безумовний великий успіх становлення геоінформатики та ГІС це розробка та створення Географічної Інформаційної Системи Канади. Почавши свою історію у 60-х роках, ця великомасштабна ГІС підтримується, розвивається і досі. Призначення ГІС Канади полягало в аналізі численних даних, накопичених Канадською службою земельного обліку, і в отриманні статистичних даних про землю, яка використовується при розробці планів землеустрою величезних площ переважно сільськогосподарського призначення. Для цих цілей вимагалось створити класифікацію використання земель, використовуючи дані щодо сільськогосподарської, рекреаційної, екологічної, лісгосподарської придатності земель, відобразити структуру використання земель, що склалася, включаючи землекористувачів і землевласників. Найбільш вузьким місцем проекту було забезпечення ефективного введення вихідних картографічних та тематичних даних. Для цього розробникам ГІС Канади, які не мали досвіду з внутрішньої організації великих масивів просторових даних, потрібно було створити нову технологію, яка раніше ніде не застосовувалася, що дозволяє робити картометричні вимірювання. Для введення великих земельних даних було навіть спроектовано та створено спеціальний скануючий пристрій.

Творці ГІС Канади внесли у становлення та розвиток ГІС технологій:

- використання сканування для автоматизації процесу введення гео даних за допомогою ГІС;
- розчленування картографічної інформації на тематичні шари та розробка концептуального рішення про "таблиці атрибутивних даних", що дозволило розділити файли планової (геометричної) геоінформації про місцезнаходження об'єктів та файли, що містять тематичну (змістовну) інформацію про ці об'єкти;

функції та алгоритми операцій з полігонами, підрахунок площ та інших картометричних показників.

Великий вплив на розвиток ГІС надала Гарвардська лабораторія комп'ютерної графіки та просторового аналізу Массачусетського технологічного інституту. Її заснували у середині 60 х з метою розробки програмних засобів багатфункціонального комп'ютерного картографування, які стали істотним кроком в алгоритмічному вдосконаленні ГІС і залишалися ними аж до початку 80 х років. В даний час ці дослідження продовжуються, але в менших масштабах.

Програмне забезпечення Гарвардської лабораторії широко розповсюджувалося та допомогло створити базу для розвитку багатьох ГІС додатків. Саме у цій лабораторії Дана Томлін заклала основи картографічної алгебри, створивши знамените сімейство растрових програмних засобів Map Analysis Package. Завдяки роботам Гарвардської лабораторії в галузі комп'ютерного картографування було остаточно закріплено провідну роль, яку відіграють картографічні моделі даних, картографічний метод досліджень, картографічні способи подання інформації в сучасних геоінформаційних системах.

Наприкінці 60 х років у США також сформувалася думка про необхідність використання ГІС технологій для обробки та подання даних Національних Переписів Населення. Потрібна була методика, що забезпечує коректну географічну "прив'язку" даних перепису. Основною проблемою стала

необхідність конвертування, адрес проживання населення. Щоб результати перепису можна було оформлювати у вигляді карток по територіальних дільницях та зонах Національного перепису. Було розроблено спеціальний формат

представлення картографічних даних DIME, для якого було визначено прямокутні координати перехресть, що розбивають вулиці всіх населених пунктів США на окремі сегменти. Таким чином у цій розробці вперше було широко використано топологічний підхід до організації управління географічною інформацією, що містить математичний спосіб опису просторових взаємозв'язків між об'єктами.

Створення та державна підтримка DIME-файлів стимулювали також розвиток експериментальних робіт у галузі ГІС заснованих на використанні баз даних по вуличних мережах:

- автоматизовані навігаційні системи;
- системи вивезення міських відходів та сміття;
- рух транспортних засобів у надзвичайних ситуаціях.

В той же час на основі цієї інформації було створено серію атласів великих міст, що містять результати перепису 1970 року, а також велику кількість комп'ютерних карток для маркетингу, планування роздрібною торгівлі тощо.

Користувальницький на період пізніх 1980 – та по теперішній час. Цей період приклад нового ставлення до користувачів показали розробники та власники геоінформаційного програмного продукту GRASS для робочих станцій, створеного американськими військовими фахівцями для планування природокористування та землеустрою. Вони відкрили GRASS для безкоштовного користування, включаючи зняття авторських прав на тексти програм. В результаті, користувачі та програмісти можуть створювати власні програми, інтегруючи GRASS з іншими програмними продуктами. Насичення ринку програмних засобів для ГІС, особливо призначених для персональних комп'ютерів, різко збільшило сферу застосування ГІС-технологій.

НУБІП України

ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ГІС

2.1 Основні напрямки ГІС у сучасному суспільстві та базові концепції.

Просторовий об'єкт може бути визначений як цифрове уявлення об'єкта реальності, інакше цифрова модель об'єкта місцевості, що містить його координати та набір властивостей, характеристик, атрибутів або сам об'єкт. Термін «картографічний об'єкт» зустрічається і в англійській літературі з цифрової картографії та ГІС: об'єкт, що картографується, місця (Cartographic entity (real world)), його цифрове уявлення (Cartographic object (digital storage)) та узагальнюючого поняття картографічних об'єктів (Cartographic feature) застосовується і до об'єктів реальності, і до їх цифрових уявлень, описів, моделей.

Об'єкт – подання у цифровому вигляді характеристик (атрибутів), геометрії та (можливо) зв'язками з іншими предметами (наприклад, опис у цифровому вигляді ділянки дороги, включаючи категорію дороги, ширину проїжджої частини, його геометричне положення також зв'язок з мостом, якщо такий існує).

Картографічний об'єкт – графічний об'єкт, необхідний для забезпечення певних вимог подання інформації. Атрибути картографічного об'єкта (якщо вони необхідні) забезпечують додаткові вказівки щодо відтворення. Приклади картографічних об'єктів: стрілка напрямку течії.

Просторовий об'єкт – як цифрова модель об'єкта і сам об'єкт «реальності», чи «місцевості». Розповсюджено синонім терміна «просторовий об'єкт» – географічний об'єкт, або «геооб'єкт».

НУБІП України

Подання просторових об'єктів реальної дійсності ґрунтується на таких припущеннях:

- просторові дані складаються із цифрових уявлень реально існуючих дискретних просторових об'єктів;

- властивості, показані на карті, наприклад: озера, будинки, контури повинні мати назву як дискретні об'єкти;

- зміст карти може бути зафіксований у базі даних шляхом перетворення властивостей карти на просторові об'єкти;

- багато властивостей, які показані на карті насправді віртуальні.

Наприклад: контури чи межі реально не існують, але будівлі та озера реальні об'єкти.

Безліч цифрових даних про просторові об'єкти утворює просторові дані.

Просторові дані складаються з двох взаємозалежних частин: позиційної та непозиційної складової даних, інакше кажучи, опису просторового становища та тематичного змісту даних. При цьому виділяються відповідно тополого-геометричні та атрибутивні дані. У найзагальнішому вигляді у просторових даних слід розрізняти і виділяти три складові: топологічну, геометричну та атрибутивну.

Нині сформувалася два різні підходи до визначення поняття «просторові дані». У першому випадку під просторовими даними розуміються цифрові дані про об'єкти реальності (місцевості, території, акваторії тощо), якими оперують під час створення геоінформаційної системи. У другому випадку термін «просторові дані»

розуміється в ширшому значенні слова, включаючи не тільки дані в першому значенні, але всі «просторово-координовані дані» (цифрові зображення, цифрові карти, каталоги координат пунктів опорної геодезичної мережі тощо). Термін «просторові дані» має кілька синонімів. Перший (за частотою вживання) – «географічні дані» – може претендувати у ролі стандартизованого, поруч із «просторовими даними».

До менш поширених належать «геодані», «геоінформаційні дані» та «геопросторові дані», що мають свою концептуальну схему в організації рисунок 2.1.

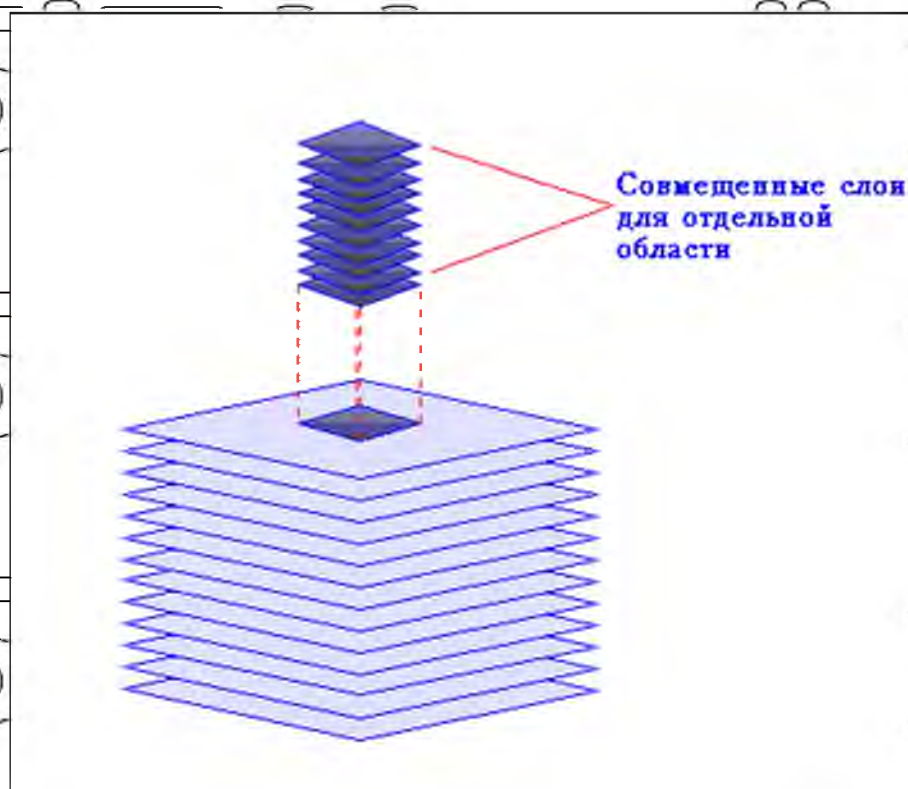


Рисунок 2.1 – Концептуальна схема організації даних у ГІС

Вибір способу організації даних ГІС і вибір моделі даних, тобто способи цифрового опису просторових об'єктів значно важливіші, ніж вибір програмного продукту, оскільки це визначає функціональні можливості створеної ГІС та застосування технологій введення інформації.

Від типу моделі даних залежить як просторова точність представлення графічної частини інформації, і можливість отримання якісного картографічного матеріалу та організації контролю карт. Для полегшення роботи та отримання найбільш вдалого варіанту проекту карти застосовується вибірка рисунок 2.2.

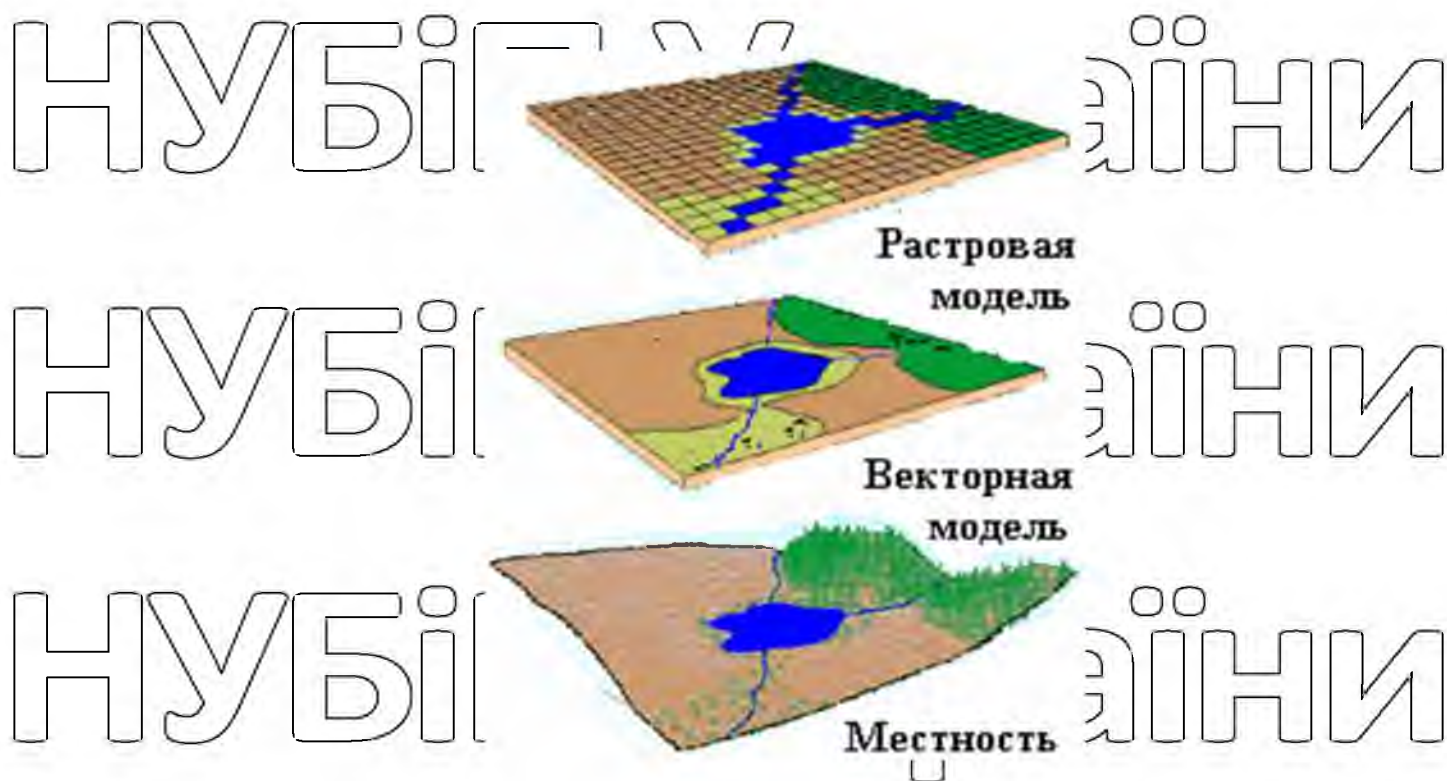


Рисунок 2.2 – Просторова вибірка (уточнення території)

Різновид безперервних властивостей:

- майже всі властивості просторових об'єктів існують, безперервно змінюються над землею поверхнею (висота, температура, атмосферний тиск) і не мають реально представлених кордонів.

Компоненти просторових даних:

- розташування: просторові дані взагалі часто називаються даними про розміщення;

- просторові відносини, взаємозв'язки між просторовими об'єктами описуються як просторові відносини між ними;

- атрибути фіксують тематичні описи, визначаючи різноманітні характеристики об'єктів;

- час: тимчасова мінливість фіксується багатьма способами.

2.2 Двадцять основних способів використання технології ГІС

НУВІП України

В данному розділі наведено 20 способів використання даних ГІС у бізнесі

та повсякденному житті:

НУВІП України

картографування – ГІС можна використовувати для навчної інтерпретації даних. Карти Google – чудовий приклад веб-рішення для

картографування ГІС, яке люди використовують для повсякденної навігації. Однак

НУВІП України

технологія інтелектуального картографування значно вдосконалилася і використовується в таких продуктах, як Nobel's GeoViewer, що дає містам, муніципалітетам та приватній промисловості поглиблений погляд на електричні та

водні ресурси району в цій галузі.

- телекомунікаційні та мережеві послуги – організації можуть включати географічні дані в свої комплексні заходи щодо проектування, оптимізації, планування та обслуговування мережі. Ці дані покращують телекомунікаційні процеси за рахунок кращого управління відносинами з клієнтами та послуг локації.

НУВІП України

- аналіз аварій та аналіз гарячих точок – допомагають визначати місця аварій, а дорожні мережі можна оптимізувати за допомогою аналізу даних. Цей інтелект допомагає покращити заходи безпеки дорожнього руху та дозволяє краще керувати рухом.

НУВІП України

- містобудування – аналізують зростання міст і напрямок розширення.

При належному застосуванні він може відкривати нові об'єкти для подальшого розвитку, враховуючи різні фактори, необхідні для успішного будівництва.

НУВІП України

- планування перевезень – зазвичай використовуються для управління транспортними проблемами. З додаванням екологічних та актуальних даних у платформу ГІС компанії можуть планувати новий автомобільний або залізничний маршрут.

НУВІП України

- аналіз впливу на навколишнє середовище – дані, зібрані за допомогою додатків ГІС, є життєво важливими для збереження природних ресурсів та захисту

навколишнього середовища. У звітах про вплив оцінюється величина впливу людини на навколишнє середовище, яка допомагає вказати інтеграція ГС.

- сільськогосподарське застосування – допомагають створювати більш ефективні сільськогосподарські методи, а також аналізувати дані про ґрунт у передовий епоху. Це може збільшити виробництво їжі в різних частинах світу.

- управління катастрофами та пом'якшення їх наслідків – системи захищають навколишнє середовище та розроблені для допомоги в управлінні ризиками та катастрофами.

- навігація – веб-навігаційні карти використовують дані ГС для надання громадськості корисної інформації. Веб-карти регулярно оновлюються відповідно до інформації ГС і використовуються послідовно в повсякденному житті.

- оцінка збитків від повеней – уряди використовують дані ГС для картування зон ризику повеней і можуть використовувати цю інформацію для координації зусиль з надання допомоги.

- управління природними ресурсами – за допомогою інформації ГС можна належним чином підтримувати та управляти лісами. Це особливо важливо для розподілу та географічного розподілу води, однієї з найважливіших складових навколишнього середовища.

- банківська справа – банківська справа стала орієнтованою на ринок, і успіх банку в основному залежить від його здатності надавати послуги, орієнтовані на клієнтів. Дані ГС відіграють важливу роль у плануванні, організації та прийнятті рішень у банківській галузі.

- оподаткування – допомагають вирішити проблеми оподаткування та максимізувати державний дохід. Він використовується для отримання дозволів на будівництво та інжинірингу та пропонує систему управління податком на нерухомість за географічним принципом.

- зйомка – передбачає вимірювання розташування об'єктів на землі, і все більше організацій використовують для цієї функції глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS). Ці дані, включені в систему ГС, дозволяють оцінити площу та підготувати цифрові карти.

геологія – геологи використовують дані ГІС для аналізу ґрунту, оцінки сейсмічної інформації та створення 3D-відображень географічних об'єктів. Його також можна використовувати для аналізу характеристик породи та визначення найкращого місця для виконання різних функцій.

управління та обслуговування активів – ГІС допомагає організаціям стати більш ефективними з обмеженими ресурсами. Розуміючи групу ризику, планувальники можуть ефективніше розподіляти ресурси.

планування та розвиток громад – ГІС допомагає нам розуміти глобальні проблеми та вирішувати їх. Оскільки технологія ГІС швидко розвивається, у секторі планування з'являються різні інноваційні застосування. Інструменти ГІС можна використовувати для інтеграції географічної розвідки в процеси планування і мають потенціал змінити те, як ми думаємо і поводитисьмо.

молочна промисловість – використовує дані ГІС для розподілу, виробництва і визначення місця розташування магазинів. Це корисний інструмент для планування у сфері управління молочними фермами та дозволяє краще приймати рішення.

іригаційне водне господарство – наявність води безпосередньо впливає на виробництво рослинництва в даному регіоні. Дані ГІС можуть ідентифікувати значні культури та визначити врожайність, використовуючи ефективні методи для просторової та часової області.

боротьба зі шкідниками та боротьба з ними – боротьба зі шкідниками є важливою для сільськогосподарського виробництва, а технологія ГІС відіграє життєво важливу роль у картографуванні заражених територій. Відповідно, організації можуть розробляти більш ефективні плани боротьби зі шкідниками.

НУВБІП УКРАЇНИ

2.3 Властивості даних ГІС

Властивості даних є характеристиками систем атрибутів і значень ГІС, дизайн і формат яких впливають на аналітичну та обчислювальну обробку. Геопросторові дані виражаються на концептуальному, логічному та фізичному рівнях абстракції бази даних, призначеної для представлення географічної інформації. Відповідний дизайн систем атрибутів і вибір властивостей повинні бути логічно послідовними та підтримувати відповідні шкали вимірювання для представлення та аналізу. Геопросторові концепції, такі як види об'єктного поля та розмірний простір для зв'язаних об'єктів і якостей, формують моделі даних на основі географічної матриці та геометрії об'єктів. Описано три ГІС-підходи та дизайн їх атрибутивної системи: мозаїки, вектори та графіки. Властивості об'єктів геоінформаційних систем (ГІС) відносяться до характеристик цифрових даних, які представляють сутності та зберігаються в моделі бази даних. Властивості є технічною основою для атрибутів даних ГІС, які представляють географічні якості або відносини, які абстрагуються від взаємодій із середовищем і моделюються в обчислювальних системах. Наприклад, десяткові градуси часто використовуються для географічних координат, а цілі числа підходять для кодування хороплетних карт. Комбінована реалізація технології комп'ютерних наук та інтуїтивне розпізнавання географічних якостей підтримує розуміння просторової інформації та обробку даних.

Існують різноманітні способи використання термінів «властивості» та «атрибути» як структур даних у концепціях моделей та мовах програмного забезпечення. Іноді вони вживаються як синоніми. Можна розрізнити, що «властивості» означають внутрішні характеристики об'єктів ГІС, тобто характеристики, без яких об'єкт не існував би, тоді як «атрибути» — це приписані характеристики, зміна яких не змінила б фундаментально об'єкт. Передбачувана ментальна модель для цих термінів, використаних у цьому тексті, полягає в тому,

що властивості, атрибути та їх системи є конструкціями відношення між репрезентативними та семантичними елементами в базах даних, які посилаються на реальні, включаючи фізичні та концептуальні, сутності. Система атрибутів

пов'язана з представленням сутності або класу сутностей. Система власності пов'язана з репрезентативним об'єктом або класом сутностей. Дві системи

інтегруються. Атрибути містять властивості даних для їх представлення. Властивості є характеристиками атрибутів, їх структура поширюється на допустимі значення.

Моделі даних у ГІС намагаються описати широко зрозумілі й узгоджені погляди на світ на трьох загальноприйнятих рівнях абстракції даних: концептуальному, логічному та фізичному. Концептуальний рівень абстракції даних

демонструє інформаційний зміст системи з точки зору користувача. Користувач

може зрозуміти, що можна зробити з системою, яка підтримується, але без вказівки технічної реалізації. Логічне абстрагування концептуальної інформації реалізується через дизайн бази даних. Обмеження та правила моделі даних

узагальнюють інформацію як логічні структури. Зберігання даних визначається на

фізичному рівні абстракції. У цій статті розглядаються характер і значення властивостей на цих рівнях, оскільки вони взаємодіють зі значеннями атрибутів у

переважних геометричних моделях, що використовуються в ГІС, включаючи векторні, теселяції та їх гібрид як триангуляційні нерегулярні мережі (TIN). Інші

логічні моделі ГІС, такі як об'єктно-орієнтована та графічна, використовують

властивості, пов'язані з векторними та мозаїковими структурами. На концептуальному рівні абстракції даних захоплення атрибутів

навколишнього середовища, які зберігаються протягом певного часу, створює

семантичну стабільність ГІС, але ускладнюється через різні індивідуальні сприйняття та інтерпретації. Погляди на категорії геопросторових об'єктів,

просторові посилання та тимчасову мінливість формуються по-різному через увагу до таких деталей, як географічний масштаб, культурне середовище користувачів і

відповідні технічні структури даних. Комунікації між індивідуалізованими точками зору досягають успіху, незважаючи на їхню мінливість, оскільки вони базуються на певних концепціях, які є універсальними, тобто загальноприйнятими,

а також тому, що контексти можуть бути узгоджені або пов'язані. Логічна узгодженість бази даних, масштаби вимірювань і типи даних мають значний вплив

на зберігання даних, точність і обчислення для аналізу. Висловлювання понять як формальна логіка може допомогти уникнути помилок і протиріч у географічній інформації, але така документація створюється рідко. Система шкал вимірювання

Стівенса (1946) часто цитується в науці даних, але просторові концепції вносять складність за межі цієї системи. У своїй ролі описового та аналітичного

представлення системи атрибутів можуть вимагати ряду типів даних. Властивості даних в атрибутах ГІС підтримують логічну узгодженість просторових баз даних.

На наступній сторінці наведено деякі характеристики логічної узгодженості географічної інформації.

Відповідність точності моделі даних реальному світу. Вибрана модель даних підходить для програми, якщо структура атрибутів узгоджується з важливими якостями реальних сутностей, які вони описують.

- узгодженість типів даних. Формати файлів і правила обробки відповідають моделі даних.

- узгодженість позиційних даних. Позиції описуються з подібним діапазоном точності розташування на основі узагальнення даних.

- узгодженість нормальності форми бази даних. Зменшуються небажані залежності та потреба в реструктуризації, які заважають ефективному застосуванню.

Шкали значень атрибутів структури вимірювань і підтримка додатків даних, починаючи від простого опису до складних статистичних обчислень. Відповідно

до системи Стівенса, дані номінальної шкали – це значення, які не мають відносного порядку і представлені ім'ям або іншою міткою. Номінальні дані іноді

називають категоріальними, оскільки вони утворюють дискретні категорії з невеликим перекриттям або без нього.

Порядкова шкала ранжує дані в діапазоні, який виражає відносний обсяг певних характеристик об'єкта. Ранжування відображає певний порядок нечислових атрибутів, але значення даних не є однорідною кількісною оцінкою. Дані інтервальної шкали відображають рівномірне вимірювання відносно довільної початкової точки. Звичайним прикладом інтервальних даних є градуси

температури, виміряні за шкалою Фаренгейта або Цельсія. Шкала вимірювання коефіцієнта заснована на нульовому початку і дозволяє проводити математичні порівняння, наприклад, вище або нижче, а тожніше, арифметичні обчислення, такі як у два рази більше, менше ніж наполовину та інші. Змінні інтервальної шкали даних підтримують описову статистику, таку як центральна тенденція та

мінливість. Змінні масштабу даних співвідношення підтримують арифметичні операції, включаючи множення та ділення. До широкого поширення цифрових обчислювальних систем карти відображали властивості просторових структур у межах плоскої координатної сітки аналоговим способом у певних роздільних

можливостях і географічних масштабах. Користувачі карт могли бачити форми об'єктів, просторові відносини, тематичні категорії, анотації та іншу геопросторову інформацію. Було перераховано десять основних концептуальних рівнів абстракції просторової інформації, що ґрунтуються на географії та картографії, які ГІС логічно та фізично структурує та репрезентує, включаючи розташування, околиці, поле, об'єкт, мережу, подію, деталізацію, точність, значення та значення. Поняття

безперервного та дискретного та абсолютного та відносного простору можуть використовуватися разом у взаємодоповнювальні та взаємозалежні способи для підтримки логіки просторових концепцій у межах різних типів географічного аналізу.

Прийнявши переважні структури даних, розроблені в інформатиці, ГІС описує концепції та їхню логіку, використовуючи атрибути та властивості для обробки просторових даних, включаючи теселяцію, реляційні таблиці, ієрархічні та мережеві структури.

Теселяції — це моделі даних, які апроксимують координатні сітки шляхом поділу безперервної поверхні географічної області на окремі та суміжні геометричні комірки певної базової форми, атрибутами яких є значення розташування, визначені для кожної клітинки. Кожна клітинка має свої власні

координати, які можуть бути площинними або географічними, які визначені внутрішньо в сітці. Щоб атрибути ГІС логічно нагадували реальний світ, їхнє пов'язане розташування має відповідати системі відліку на основі географічного масштабу. Межі комірок можна точно обчислити та узагальнити до геометричної

фігури з представленням координат для кожної клітинки. Області в клітинках мають спільне значення розташування або атрибута без внутрішніх деталей і контролюються роздільною здатністю теселяції.

Теселяція може мати багато форм, але два найпоширеніших типи — це растрові та триангуляційні нерегулярні мережі (TIN). Кожна клітинка в растровому представленні має значення атрибута, пов'язане з цією клітинкою. У мозаїці TIN кожна точка трикутника має координати x/y і значення висоти, і з них можна визначити нахил трикутника.

Растрові дані мають форму прямокутних пікселів із відповідними значеннями. Атрибути зазвичай обмежуються значеннями координат координат і значенням комірки. Атрибути панхроматичної аерофотозйомки включають значення відтінків сірого, які складають візуальне уявлення поверхні землі.

Цифрові моделі висот (ЦМР) — це матриця значень висот, розташованих на регулярній відстані по растру. Багатодіапазонні супутникові знімки — це копіювання окремих растрових шарів зі значеннями, які відповідають різним довжинам хвиль в електромагнітному спектрі. Ці значення є площинною, агрегованою електромагнітною реакцією миттєвого поля зору, а не точки, датчика.

Значення DEM, на даний момент (2021 р.), отримані на основі даних виявлення світла та визначення дальності (лідар), можуть бути середніми значеннями всіх точок повернення на землю в осередку або певної кількості повернень на землю з оберненими зваженими значеннями відстані.

Кілька растрів можна зареєструвати відносно один одного, а значення комірок кожного шару можна об'єднати як вхідні дані для операції. Операція обчислювального накладання вимагає, щоб клітинки Риси однакову роздільну здатність, оскільки система просторового відліку служить контролем для вирівнювання геометрії. Якщо роздільна здатність не ідентична, атрибути повторно дискретуються, щоб вирівняти один з одним.

Через просту базову організацію растрових файлів дані атрибутів часто повторюються, особливо вздовж рядків, стовпців і суміжних клітинок. Дані можна стискати без втрат (без втрат), щоб було легше зберігати. Інший спосіб заощадити сховище шляхом агрегування даних, що мають однакові або подібні значення, це ієрархічні структури даних рекурсивної просторової декомпозиції. Векторні дані мають форму геометричних уявлень об'єктоподібних об'єктів, окреслених як точки, що зберігаються як частина проектованої географічної системи координат.

Лінії з'єднують точки як візуальні векторні представлення і утворюють багатокутники з ліній, які замикаються в кінцевих точках. Оскільки координати зберігаються у вигляді цілих чисел або значень з плаваючою комою, поява прямої лінії від однієї пари координат до іншої залежить від відповідної роздільної здатності для двовимірної форми сітки.

Таблиці атрибутів засновані на дизайні бази даних реляційних таблиць і в поєднанні з інтерактивним картографічним дисплеєм для візуалізації географічних даних. Реляційні таблиці — це набір записів фіксованого формату. Дані структуровані як набір однозначно ідентифікованих рядків зі значенням для кожного заголовка атрибута стовпців таблиці. Імена атрибутів здебільшого складають дизайнери баз даних для потреб додатків. Таблиці можна об'єднати або зв'язати через "ключові" поля, продубльовані між ними.

Зберігання об'єктів геометрії географічних координат є проблематичним у моделі даних реляційної таблиці, оскільки точки пов'язані послідовністю.

Більшість систем не дозволяють значенням таблиць приймати форму списків, тому одна клітинка не може містити набір або масив значень, навіть якщо вони разом

представляють геометричний об'єкт, що представляє одну сутність. Підходи, які

називаються розширеною реляційною або ієрархічною векторною моделлю, використовують індексування як рішення. Ієрархічна система посилань структурує

просторовий атрибут для опорних координат, пов'язаних з об'єктом геопросторової характеристики. На додаток до їх використання для зберігання

координат, географічні об'єкти, такі як полігони земельних ділянок, можуть бути організовані відносно один одного таким чином, використовуючи унікальні

ідентифікатори, а не за місцем розташування. Ідентифікатори неявно організують просторове посилання для вкладених об'єктів, таких як земельна юрисдикція та

адміністрація, або для кодування демографічних даних перепису, використовуючи таблицю пошуку для отримання інформації. Такі системи індексування є

ефективним рішенням для зберігання даних, оскільки коди компактніші, ніж описи природною мовою. Та ж сама таблиця пошуку може бути використана для

картографічного стилю, наприклад зміни кольору або іншої операції ГІС.

Геокодування це ієрархічна система посилань, яка в основному використовується для лінійних об'єктів, таких як вуличні адреси та права власності

на прилеглі ділянки. Цей підхід має забезпечити послідовне зв'язування між сегментами складних об'єктів та геометрією об'єктів з непросторовими

атрибутиами, або для кодування демографічних даних перепису, використовуючи таблицю пошуку для отримання інформації. Такі системи індексування є

ефективним рішенням для зберігання даних, оскільки коди компактніші, ніж описи природною мовою. Та ж сама таблиця пошуку може бути використана для

картографічного стилю, наприклад зміни кольору або іншої операції ГІС.

Геокодування це ієрархічна система посилань, яка в основному використовується для лінійних об'єктів, таких як вуличні адреси та права власності

на прилеглі ділянки.

Цей підхід має забезпечити послідовне зв'язування між сегментами складних об'єктів та геометрією об'єктів з непросторовими атрибутами. або для кодування демографічних даних перепису, використовуючи таблицю пошуку для

отримання інформації. Такі системи індексування є ефективним рішенням для зберігання даних, оскільки коди компактніші, ніж описи природною мовою. Та ж

сама таблиця пошуку може бути використана для картографічного стилю, наприклад зміни кольору або іншої операції ГІС. Геокодування — це ієрархічна

система посилань, яка в основному використовується для лінійних об'єктів, таких як вуличні адреси та права власності на прилеглі ділянки. Цей підхід має

забезпечити послідовне зв'язування між сегментами складних об'єктів та геометрією об'єктів з непросторовими атрибутами. Геокодування — це ієрархічна

система посилань, яка в основному використовується для лінійних об'єктів, таких як вуличні адреси та права власності на прилеглі ділянки. Цей підхід повинен

забезпечити послідовне зв'язування між сегментами складних об'єктів і геометрією об'єктів з непросторовими атрибутами. Геокодування — це ієрархічна

система посилань, яка в основному використовується для лінійних об'єктів, таких як вуличні адреси та права власності на прилеглі ділянки. Цей підхід має

забезпечити послідовне зв'язування між сегментами складних об'єктів та геометрією об'єктів з непросторовими атрибутами. Властивості моделі даних

графіка утворюють трійку як ребро, що представляє атрибут між двома вузлами, які представляють екземпляри, класи або набори екземплярів, або рядки літер.

Вузли мають будь-яку кількість властивостей, які з'єднуються між собою, утворюючи графіки. Нове дослідження геопросторової семантики та графіків

знань має на меті розробку моделі, яка відображає прикладну онтологію, властивості об'єкта якої є формально-логічними аксіомами, що визначають

відношення між цими класами чи екземплярами. Логічна аксіома властивостей може підтримувати умовивод або інші типи міркувань для створення підграфа,

який формує семантику даної сутності. Мови запитів графіків підтримують навігацію вздовж ланцюжків властивостей на додаток до будових операцій і збігів

рядків.

Археологи використовують цифрові моделі висот (DEM), щоб розпізнати візерунки на поверхні землі, які вказують на зміни ландшафту людиною. Історично аерофотозйомка використовувалася для створення карт висот, але з появою LiDAR

і радара моделі висот стали більш точними і детальними. LiDAR і радар особливо корисні через їх здатність проникати в деякі типи ґрунтового покриву, наприклад, піски або рослинність, і записувати висоту поверхні землі під ним. Ці дані потім використовуються для створення свого роду ЦМР, відомого як моделі голої землі.

Фотограмметрія — це використання аерофотознімків, що перекриваються, одного місця, але з дещо різними перспективами. Ці фотографії відомі як стереопари і використовуються для виділення висот на основі геометрії об'єктів, що перетинаються. Це особливо корисно при вивченні ландшафтів, які змінюються з часом, коли доступна історична аерофотозйомка.

Радіовиявлення та визначення дальності (Радар) використовується для збору даних про висоту шляхом вимірювання часу, який проходить між передаванням радіосигналу від датчика і його поверненням. Дослідники виявили, що місія NASA Shuttle Radar Topology Mission (SRTM) здатна проникати до 15 см поверхневих пісків і відбивати основні елементи, що робить її особливо корисною для моделювання та реконструкції минулих ландшафтів, таких як річкові системи в посушливій місцевості. Хоча це дуже корисно для дослідження більш широких ландшафтів, низька просторова роздільна здатність зображень SRTM (30 м) робить його непрактичним для вивчення невеликих об'єктів.

Виявлення світла та визначення дальності (LiDAR) використовується для створення 3D-моделей шляхом розрахунку часу, необхідного імпульсу світла, щоб досягти цілі та повернутися до датчика. Перевага LiDAR перед радаром полягає в тому, що він зазвичай має кращу просторову роздільну здатність, і його можна відкалібрувати для проникнення в рослинність і створення цифрових моделей місцевості (DTM) у густих лісах. Слід зазначити, що LiDAR може бути як повітряним, так і наземним.

Звукова навігація та визначення дальності (SONAR) (100–500 кГц) використовується в морській зйомці для створення ЦМР дна океану, відомих як батиметричні карти. Ключем до підводної зйомки є навігація. Традиційний GPS не працює під водою, оскільки покладається на електромагнітний спектр, який

спотворюється під водою; натомість археологи використовують звук для вимірювання їх розташування. Пінги SONAR випромінюються з затопленого транспортного засобу або прив'язаної платформи, а час, необхідний сигналу для повернення до датчика, потім перетворюється в реальні координати. Потім координати обробляються для створення 3D-карти сайту з точністю до кількох сантиметрів. Важливо мати можливість багаторазово і точно визначати місце розташування транспортного засобу над майданчиком, щоб зроби

ти точні вимірювання. Наприклад, кожен із геофізичних інструментів по-різному реагує на зміни складу ґрунту та вмісту вологи. При неправильному виборі методу якість результатів знизиться. Іншим прикладом, як згадувалося вище, є радар проти LiDAR: SRTM з роздільною здатністю 30 метрів найкраще використовувати для великомасштабних ландшафтів, таких як цілі вододіли, тоді як Lidar, який можна

відкалібрувати до дуже тонкого масштабу, краще при роботі на менших сайтах на зразок сільських комплексів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

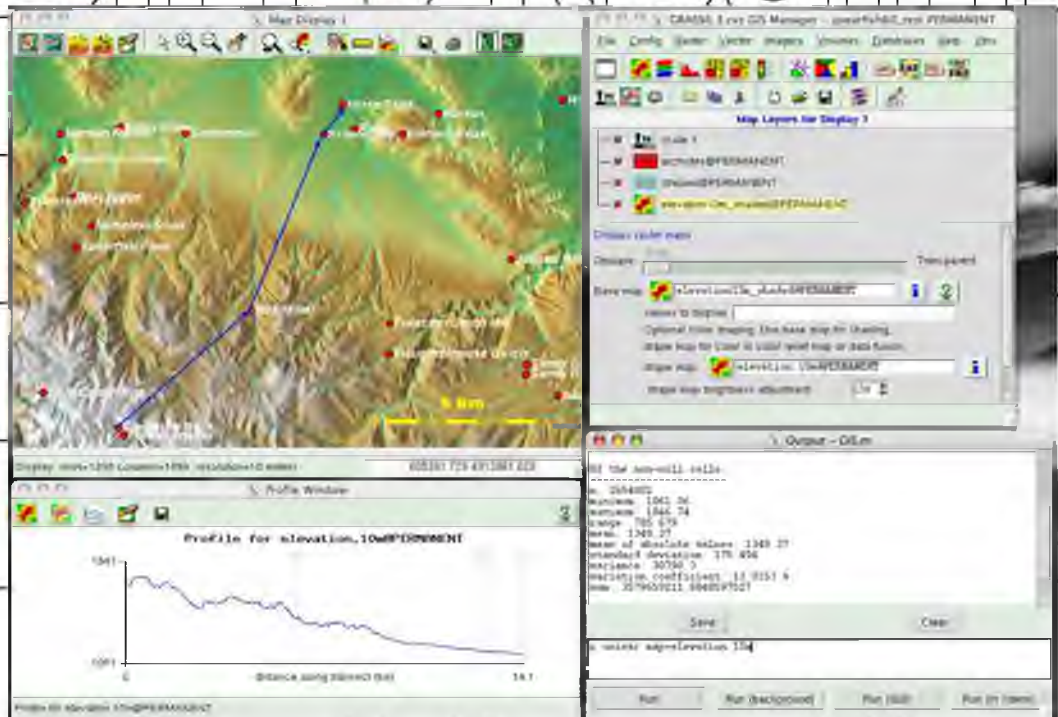
НУБІП України

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Створення бази даних ГІС

Для рішення поставленої задачі використано програму GRASS GIS (рисунк 3.1 з відкритим кодом, вона призначена для геомодельовання, управління, векторними даними та комп'ютерної візуалізації графіки, обробки супутникових знімків, створення карт, просторового моделювання і візуалізації. GRASS постійно розвивається з 1982 року.

Оскільки жоден інший програмний пакет, доступний на той час, не відповідав усім вимогам, вони розробили та розробили власний. Тим часом інші федеральні агентства та екологічні відомства США зацікавилися, і народився GRASS більш загального використання.



Рисунк 3.1 – GRASS GIS

3.2 Інтеграція у веб-середовище.

Щоб інтегрувати картографічні дані у веб-середовище рисунок 3.3 було використано програму ArcGIS – це потужна платформа для створення імпорту та публікації географічної інформації. ArcGIS Pro рисунок 3.2 дозволяє управляти і консолідувати дані, також відображати результати на картах професійної якості.



Рисунок 3.2 – ArcGIS Pro

Подібно до всіх інформаційних систем, ArcGIS забезпечена перевіреної моделлю для роботи з даними – база геоданих. База геоданих є загальним середовищем, що розділяється всіма продуктами і додатками, яка дозволяє вивантажити дані з GRASS GIS в веб-середовище.

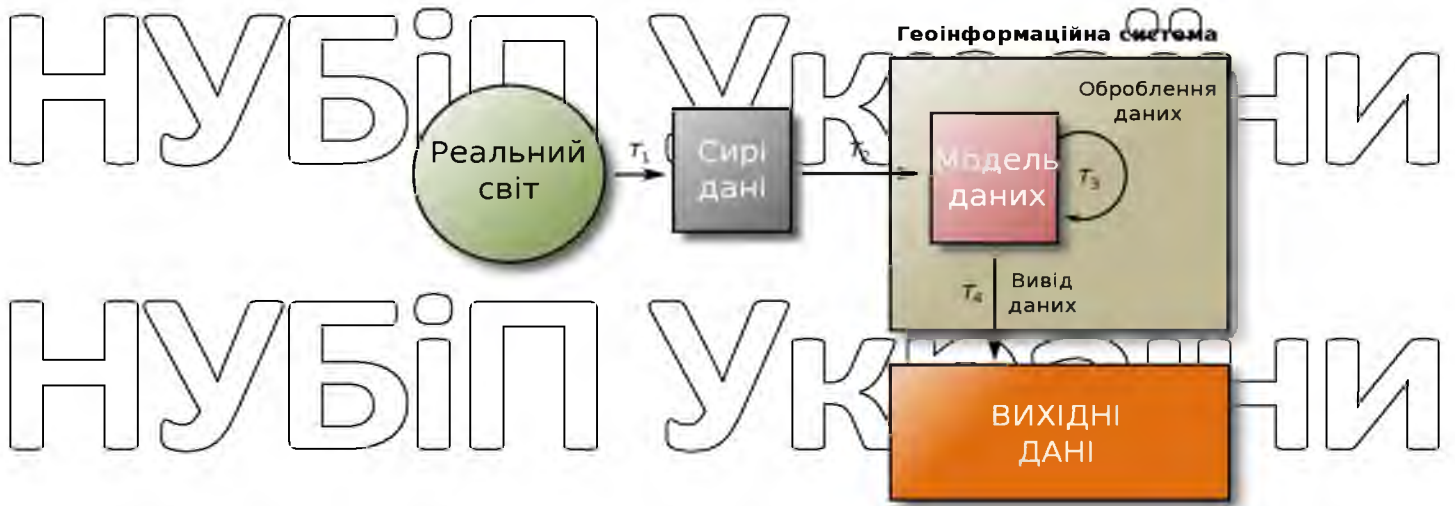


Рисунок 3.3 – Як виглядає інтеграція на рисунку

3.3 Картографічні позначки

В роботі використовуються карти різних епох, нижче є приклади основних умовних картографічних позначок які найчастіше всього зустрічаються. Умовні знаки діляться на п'ять груп: площинні, лінійні, позамасштабні, пояснювальні, спеціальні. Нижче зображені групи позначок 50-х років рисунок 3.4.

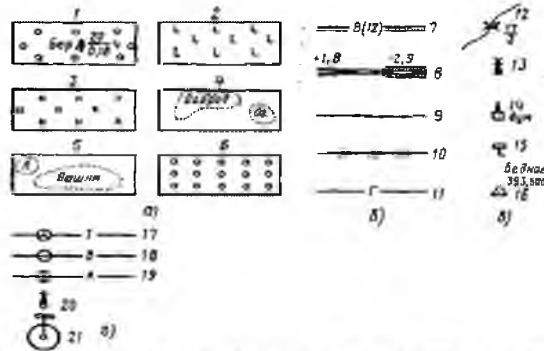


Рисунок 3.4 – Групи позначок

а – контурні (площинні), б – лінійні, в – позамасштабні, г – спеціальні,
перелік назв

НУБІП України

- ліс,
- вирубка,

НУБІП України

- луг,
- город,
- рілля,
- фруктовий сад,

НУБІП України

- шосе,
- залізниця,
- лінія зв'язку,
- лінія електропередачі,
- магістральний трубопровід (газ),

НУБІП України

- дерев'яний міст,
- вітряний млин,
- завод, фабрика,
- кілометровий стовп,

НУБІП України

- пункт геодезичної мережі,
- траса,
- водопровід,
- каналізація.

Площинні знаки використовують для заповнення об'єктів (наприклад, озера, ліси, дороги, луга), вони відображаються зі знаками межі об'єкта (точковий пунктир або суцільна лінія) і його зображення, що заповнює або умовно фарбує.

НУБІП України

Лінійними умовними знаками рисунок 3.4, 6 умовна позначка показує об'єкти лінійного характеру (дороги, ріки, лінії зв'язку, електропередачі), довжина яких виражається в даному масштабі.

НУБІП України

На умовном зображенні приводиться різна характеристика об'єктів; наприклад, на шосе рисунок 3.4, 7 умовна позначка показує: ширину проїзної частини – 8 і всієї дороги – 12; на одноколінійній залізниці 8 (м); +1,800 – висота насипу, – 2,900 – глибина виїмки.

Позамасштабні умовні знаки на рисунку 3.4 над літерою В служать для зображення об'єктів, розміри яких не виражаються в даному масштабі карти або плану (мости, кілометрові стовпи, колодязі, геодезичні пункти). Як правило, внемасштабні знаки визначають місце розташування об'єктів, але по них не можна судити про їхні розміри. На знаках приводяться різні характеристики, наприклад, довжина 17 м і ширина 3 м дерев'яні мости 12, позначка 393,500 пункту геодезичної мережі 16.

Пояснювальні умовні знаки являють собою цифрові й буквені надписки, що характеризують об'єкти, наприклад, глибину й швидкість плину рік, вантажопідйомність і ширину мостів, породу лісу, середню висоту й товщину дерев, ширину шосейних доріг. Їх просявляють на основних площинних, лінійних, у позамасштабних знаках.

Спеціальні умовні знаки на рисунку 3.4 над літерою Г установлюють відповідні відомства галузей народного господарства, їх застосовують для складання спеціалізованих карт і планів цієї галузі, наприклад, знаки для маркшейдерських планів нафтогазових родовищ – нафтопромислові споруди й установки, сердловини, промислові трубопроводи. а – контурні (площинні), б – лінійні, в – позамасштабні, г – спеціальні, перелік назв:

- ліс,
- вирубка,
- луг,

- город,
- рілля,
- фруктовий сад,

шосе,
залізниця,
- лінія зв'язку,

- лінія електропередачі,

магістральний трубопровід (газ),
дерев'яний міст,
вітряний млин,

- завод, фабрика,

- кілометровий стовп,

пункт геодезичної мережі,
трада,

- водопровід,

- каналізація.

Площинні знаки використовують для заповнення об'єктів (наприклад, озера, лиси, дороги, луга), вони відображаються зі знаками межі об'єкта (тонковий пунктир або суцільна лінія) і його зображення, що заповнює або умовно фарбує.

Лінійними умовними знаками рисунку 3.4, 6 умовна позначка показує

об'єкти лінійного характеру (дороги, ріки, лінії зв'язку, електропередачі), довжина яких виражається в даному масштабі. На умовному зображенні приводиться різна характеристика об'єктів; наприклад, на шосе рисунку 3.47 умовна позначка

показує: ширину проїжджої частини – 8 і всієї дороги – 12; на одноколінійній залізниці

8 (м); +1,800 – висота насипу, – 2,900 – глибина виїмки.

Позамасштабні умовні знаки рисунку 3.4, над літерою В служать для зображення об'єктів, розміри яких не виражаються в даному масштабі карти або плану (мости, кілометрові стовпи, колодязі, геодезичні пункти). Як правило,

внемасштабні знаки визначають місце розташування об'єктів, але по них не можна

судити про їхні розміри. На знаках приводяться різні характеристики, наприклад,

довжина 17 м і ширина 3 м дерев'яні мости 12, позначка 393,500 пункту

геодезичної мережі 16.

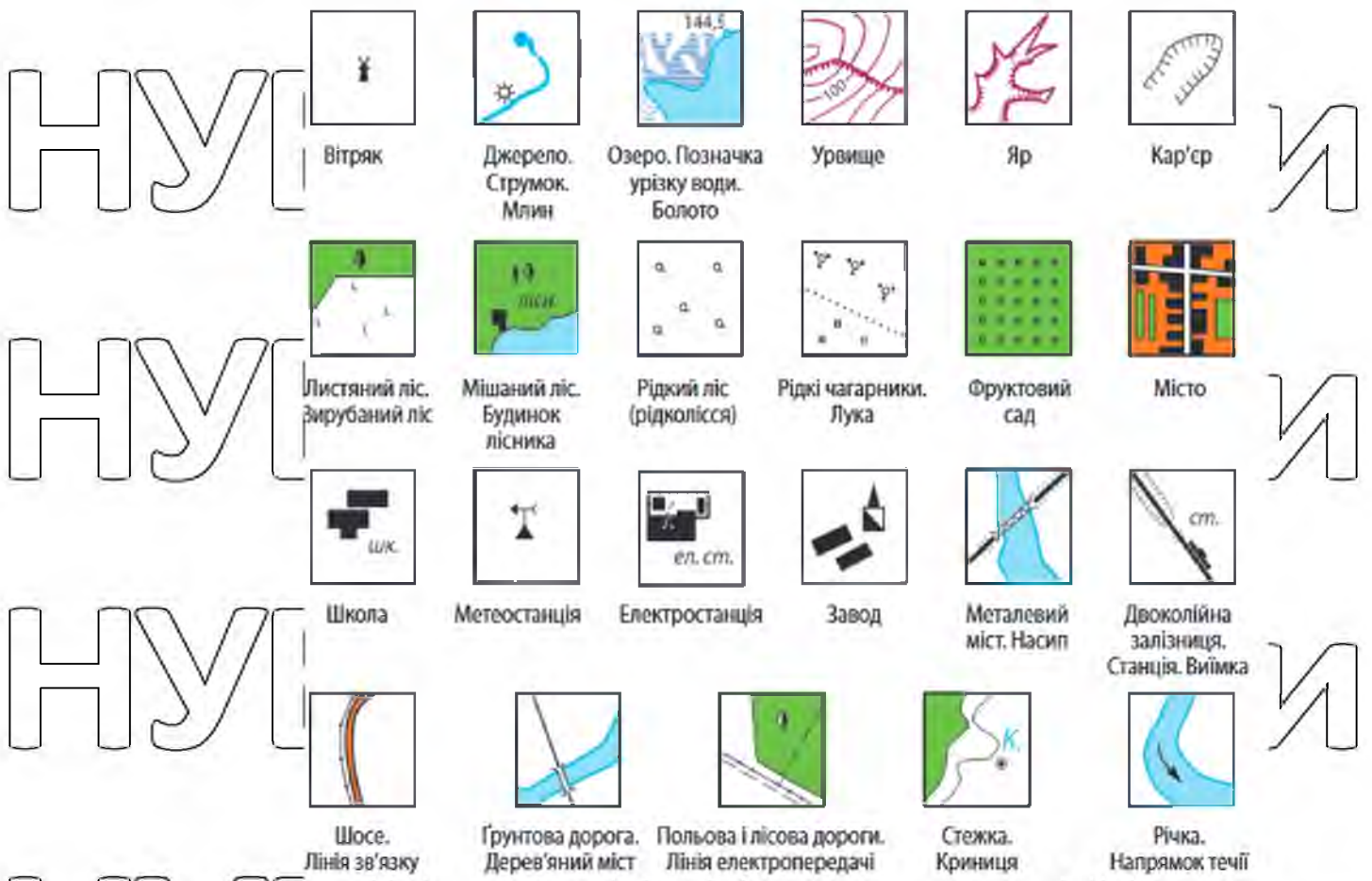
НУБІП УКРАЇНИ
 Пояснювальні умовні знаки являють собою цифрові й буквені надписки, що характеризують об'єкти, наприклад, глибину й швидкість плину рік, вантажопідйомність і ширину мостів, породу лісу, середню висоту й товщину

дерев, ширину шосейних доріг. Їх проставляють на основних площинних, лінійних, у позамасштабних знаках

НУБІП УКРАЇНИ
 Спеціальні умовні знаки рисунку 3.4, над літерою Г устансвляють відповідні відомства галузей народного господарства, їх застосовують для складання спеціалізованих карт і планів цієї галузі, наприклад, знаки для

маркшейдерських планів нафтогазових родовищ – нафтопромислові споруди й установки, середовини, промислові трубопроводи.

НУБІП УКРАЇНИ



НУБІП УКРАЇНИ
 Рисунок 3.5 – Умовні позначки наших часів.

	1. Населений пункт 2. Окремі будівлі		Гора (висота)
	1. Залізниця двоколійна 2. Виймка на залізниці		Лощина
	1. Автомобільна дорога по насипу висотою 5м 2. Зруйнований міст		Яр
	1. Мішаний ліс 2. Просіка		1. Яма 2. Курган 3. Окремий камінь 4. Терикон
	Рідкий ліс з вирубкою		Окремі хвойне та листяне дерево Окремий гай
	1. Чагарник 2. Окремий кущ		1. Болото прохідне з очеретом 2. Болото непрохідне

Рисунок 3.6 – Умовні позначки наших часів

В роботі використовуються карти різних епох, тому умовні позначки можуть відрізнятися в залежності від обраної карти, але в описі під багатьма картами є посилання на актуальні умовні позначки [рисунок 3.7](#).

Додаткові матеріали

- [Умовні знаки на військово-топографічних картах середини XIX ст.](#)
- [Військово-топографічна мапа Російської Імперії. Ф.Ф. Шуберт 1860-1890 років. Триверстівка.](#)

Рисунок 3.7 – Умовні позначки

3.4 Методи збору даних ГІС.

Це широкий процес незалежно від галузі дослідження. Однак у той час як ГІС розвивається, процес збору даних стає все більш вимогливим і перетворюється на підкатегорію науки з методами, спрямованими на збір даних для ГІС. Збір даних включав інші підкатегорії, такі як збір даних, і на цьому етапі було б корисно вказати на їх відмінність. Збір даних найбільше призначається при оцифровці даних під час входу в ГІС, тоді як збір даних — це процес, який посиляється на джерела та інформацію, яку ми збираємо, націльний на конкретні параметри, щоб вставити їх у ГІС та створити. Іншими підкатегоріями збору даних є вибірка та передача даних.

Загальновідомо, що ГІС є дуже корисним інструментом, його можна поєднувати майже з будь-якою галуззю дослідження та розміщувати інформацію на карті, щоб без зусиль робити висновки. Нижче ми розглянемо, які дані ми можемо знайти під час збору даних і які методи ми використовуємо для їх пошуку:

- опитування : це найбільш цілісний підхід до збору даних . Дані збираються або з оглядів на місці, або за допомогою методів дистанційного зондування, фотограмметрії та GPS, і завдяки їх комбінації ми збираємо первинні дані, що призводить до наукових карт і дослідників.

- цифровий глобус : це ілюстрація Землі в 3D-конфігурації з високою роздільною здатністю. Його перевага під час збору даних полягає в тому, що нам не потрібно розбиратися зі спотвореннями, а користувач має можливість масштабувати вгору і зменшувати, налаштовувати його на мобільному або настільному комп'ютері та легко обмінюватися файлами та документами тощо.

Крім того, цифровий глобус забезпечує інтерактивність карти з багатьма можливостями та різноманітними темами для накладання земної кулі.

- добровільна географічна інформація (VGI) : нова програма, за допомогою якої кожна людина, яка має смартфон, може обмінюватися

просторовими даними та оновлювати інформацію, яку ми маємо, для будь-якого місця. Це відбувається через сайти соціальних мереж. Наприклад, коли користувач робить фотографію, виникає автоматичне запитання, яке запитує користувача: «де зроблено це фото?». Потім користувач може відповісти на це запитання та

покращити геодані. Таким чином, є двонаправлена допомога, оскільки ми можемо ділитися, а також збирати дані.

- служби на основі розташування (LBS), ще одна програма на основі смартфонів і користувачів. Маніпулятор дозволяє пристрою знайти його місцезнаходження на карті, і якщо це місцезнаходження помиляється, користувач може втрутитися і вказати правильне розташування. Кілька років тому цей процес був неточним, але хоча користувачі допомагають, надаючи дані, сьогодні стає краще, щоб збирати правильні та оновлені дані.

- геовізуалізація : це ще одне джерело, де ми можемо знаходити та збирати дані. Інтерактивні карти в Інтернеті, представляють Земну кулю та збирають дані про місцезнаходження та інформацію про туристичний вміст, таку як готелі, ресторани, кав'ярні тощо. Ці дані можна збирати та використовувати як для базової карти (з глобальних даних), так і для вищезазначених шарів, які перекривають карту (з усіх інших даних візуалізації).

За допомогою перерахованих вище процесів ми маємо більш спеціалізований та науковий збір даних . Звичайно, основними джерелами є GPS, дистанційне зондування та фотограмметрія, але всі згадані методи та програми також корисні. В роботі використано метод геовізуалізації.

3.5 Створення веб-сайту

Для створення сайту використано:

- портал для ArcGIS
- ArcGIS Data Store
- ArcGIS Web Adapter

Після завершення інсталяції portalу ArcGIS буде запропоновано створити новий портал або приєднатися до існуючого. Щоб створити портал, потрібно виконати наступні дії.

- натиснути створити новий портал.
- на сторінці створення нового portalу вказав ім'я, прізвище, ім'я користувача, пароль, електронну пошту, а також питання про особу та відповідь початкового облікового запису адміністратора. Початковий обліковий запис адміністратора необхідний для реєстрації portalу в ArcGIS Web Adapter. Також потрібно налаштувати LDAP або PKI для аутентифікації portalу.

- вказати розташування каталогу вмісту. Це місце може бути локальним каталогом або мережевим ресурсом. Каталог вмісту portalу – це каталог, створений для зберігання вмісту, збереженого та завантаженого користувачами portalу.

- натискаємо створити і після цього буде створено новий єдиний машинний портал. Після створення portalу та пов'язаного з ним початкового облікового запису адміністратора вам буде запропоновано встановити ArcGIS Web Adapter.

Після створення нового portalу потрібно налаштувати початковий обліковий запис адміністратора. Початковий обліковий запис адміністратора необхідний для реєстрації вашого portalу в ArcGIS Web Adapter. Також потрібно налаштувати LDAP або PKI для аутентифікації portalу.

Для того щоб налаштувати веб-ГІС:

- встановіть та авторизуйте Portal for ArcGIS . Для отримання додаткової інформації дивіться посібник із встановлення Portal for ArcGIS .

- виберіть створення нового порталу . Створіть початковий обліковий запис адміністратора та вкажіть каталог вмісту для порталу.

- вам буде запропоновано встановити ArcGIS Web Adapter . Перш ніж це зробити, ви повинні увімкнути HTTPS на своєму веб-сервері .

- встановіть веб-адаптер. Оскільки цей прототип буде включати два веб-адаптери, назвіть цей один портал . Налаштуйте веб-адаптер зі своїм порталом, використовуючи початковий обліковий запис адміністратора. Додаткову інформацію про встановлення та налаштування див. у розділі Про ArcGIS Web Adapter .

- встановіть та авторизуйте ArcGIS Server. Посібник із встановлення ArcGIS for Server містить детальну інформацію про процес встановлення програмного забезпечення.

- створіть свій сайт і запам'ятайте ім'я користувача та пароль свого основного облікового запису адміністратора сайту. Додаткову інформацію про цей процес див. у розділі Створення нового сайту в документації ArcGIS Server.

- встановіть другий веб-адаптер з іменем сервера та налаштуйте веб-адаптер за допомогою свого ГІС-сервера. Вам не потрібно вмикати адміністративний доступ.

- встановіть ArcGIS Data Store та створіть сховище даних. Зареєструйте сховище даних на своєму сайті ArcGIS Server. Для отримання додаткової інформації див. довідку ArcGIS Data Store .

- увійдіть на портал, використовуючи свій початковий обліковий запис адміністратора.

- перейдіть на сторінку [Моя організація > Редагувати налаштування > Сервери](#) .

натисніть Додати сервер і введіть URL-адресу служби. За цією URL-адресою можна отримати доступ до ваших послуг ГІС. Це відбувається через веб-адаптер з іменем сервера. Для URL-адреси адміністрування додайте URL-адресу,

яку портал використовуватиме для зв'язку з ГІС-сервером. У URL-адресі має бути 6443. Потім введіть ім'я користувача та пароль для основного адміністратора сайту або будь-якого адміністратора ArcGIS Server.

встановіть нещодавно доданий сервер як сервер хостингу порталу та натисніть Зберегти.

щоб перевірити, чи працює ваша веб-ГІС належним чином, додайте заархівований шейп-файл на портал. Перейдіть до засобу перегляду карт, натиснувши Карта. Натисніть «Додати» > «Додати шар із файлу» та перейдіть до розташування файлу .zip. Натисніть Імпортувати шар, і вміст шейп-файлу має з'явитися на карті.

На рисунку 3.8 нижче показано створену вами конфігурацію веб-ГІС.

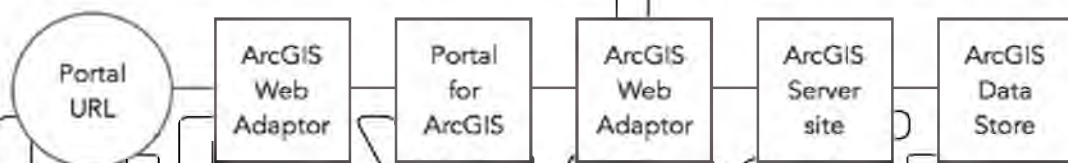


Рисунок 3.8 – Веб-конфігурація веб-ГІС

Тим самим я можу отримати доступ до різних частин веб-ГІС, використовуючи наступні URL-адреси на рисунку 3.9

Розташування	Формат URL
Ваш портал	https://portal_webadaptorhost.domain.com/portal_webadaptorname/home
Каталог ArcGIS Portal	https://portal_webadaptorhost.domain.com/portal_webadaptorname/portaladmin
ArcGIS Server Manager	https://gisserverhost.domain.com:6443/arcgis/manager

Рисунок 3.9 – URL-адреси

Які є переваги ArcGIS:

- дозволяє інтегрувати Portal for ArcGIS з існуючим веб-сервером вашої організації. Включивши веб-сервер на свій сайт, ви отримуєте можливість розміщувати веб-додатки, які використовують ваші ГІС-послуги.

- дозволяє використовувати сховище ідентифікаційних даних і політику безпеки вашої організації на рівні веб-рівня. Наприклад, якщо ви використовуєте IIS, ви можете використовувати вбудовану автентифікацію Windows, щоб обмежити доступ до порталу. Ви також можете використовувати інфраструктуру відкритих ключів (PKI) або будь-яке інше сховище ідентифікаційних даних, для якого веб-сервер має вбудовану або розширювану підтримку. Це дозволяє надати єдиний вхід або іншу спеціальну автентифікацію під час входу для використання служб, веб-додатків і Portal for ArcGIS.

- дозволяє відкривати Portal for ArcGIS за допомогою імені сайту, відмінного від стандартного arcgis.

- дозволяє відкрити Portal for ArcGIS через порт 80 або 443.

3.6 Функціонал веб-сайту

НУБІП України

Так виглядає головна сторінка рисунок 3.10.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рисунок 3.10 – Головна сторінка веб-сайту

НУБІП України

Також можливо вибрати який саме регіон переглядати Рисунок 3.11

НУБІП України

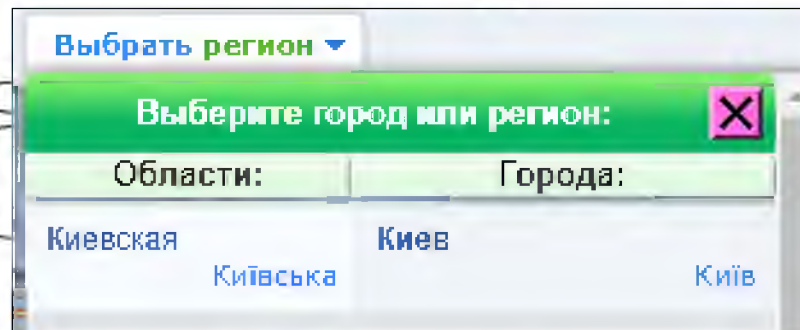


Рисунок 3.11 – Вибір регіону

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

Можна обирати карти різних часів рисунок 3.12, було додано 3 розділи:

Старі карти – карти 1900–2000 років

- Тематичні карти – в цьому розділі можна побачити етнографічні карти, ґрунтові та карти корисних копалин

НУБІП УКРАЇНИ

Історичні карти – тут присутні різноманітні історичні карти з описом



Рисунок 3.12 –Розділи

НУБІП УКРАЇНИ

Також присутня дуже корисна функція – ви можете побачити історичне місце, як воно виглядало в ті часи і як виглядає зараз. Візьмемо до прикладу "Карту Шуберта", в якій використані стародавні листи, що належать до Київської губернії, Чернігівської губернії та Полтавської губернії 1893 років. Зверніть увагу на невеличкий курсор зеленого кольору на карті рисунок 3.13. Річ у тім, що на сайті присутня сучасна карта Google satellite, яка в реальному часі показує, де саме ми знаходимось. Рисунок 3.14. Наводимо камеру на теперешній НСК "Олімпійський"

НУБІП УКРАЇНИ

і паралельно можемо побачити, що 128 років тому на цьому місці взагалі була вулиця і декілька будиночків.

НУБІП УКРАЇНИ



Рисунок 3.13 – "Карта Шуберта" 1893 року

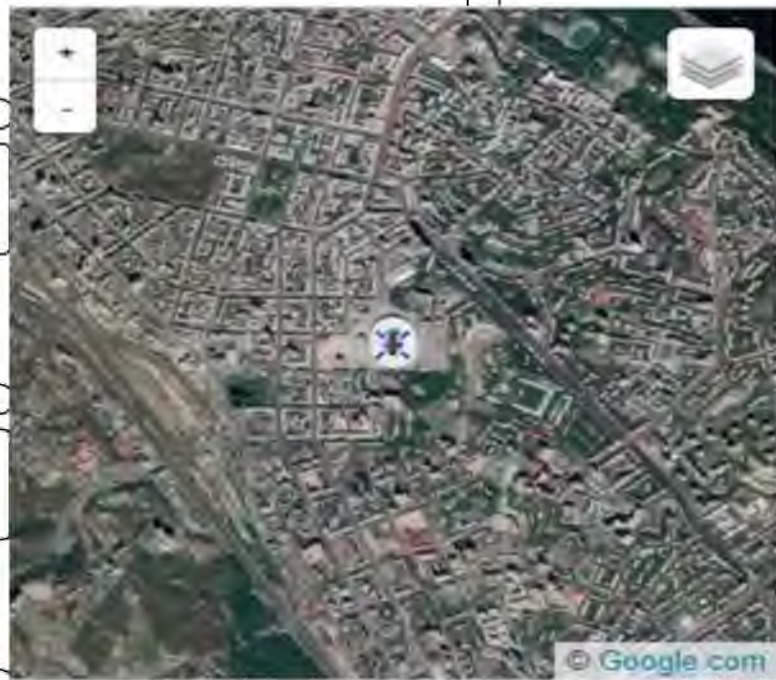


Рисунок 3.14 – Сучасна карта Google satellite

Під кожною картою є опис, історія створення, історичні обкладинки та умовні позначення, при умові, що ці данні було знайдено чи відтворено. А також характеристики карти рисунок 3.17, розберемо на прикладі топографічної мапи Київської області 1992 року рисунок 3.15.



Рисунок 3.15 – Топографічна мапа Київської області 1992 року

Мені вдалося знайти короткий опис карти, історичну обкладинку та умовні позначення тих часів рисунок 3.16, рисунок 3.18, рисунок 3.19.

Опис карти

Загальногеографічна карта Київської області масштабу 1 см. 2 км. на трьох аркушах. Суцільні горизонталі проведено за 20 метрів. Головне управління геодезії, картографії та кадастру при кабінеті міністрів України, Київ, 1992 рік. Редактор О.О. Барсукова.
Формат паперу 106x62 см. Тираж 30000 екз. Віницька картографічна фабрика

Рисунок 3.16 – Опис карти

НУБІП І УКРАЇНИ

Характеристики картки

- Точність: ★★★★★ - відмінна
- Переглядів: 12 на день
- Тип: Детальна
- Розмір: 9400 x 11600 px
- Охоплення: Ширина: 222.7 км Висота: 283.2 км Площа: 63071.5 км²
- Масштаб: У 100 пікселях: | 2369 м |

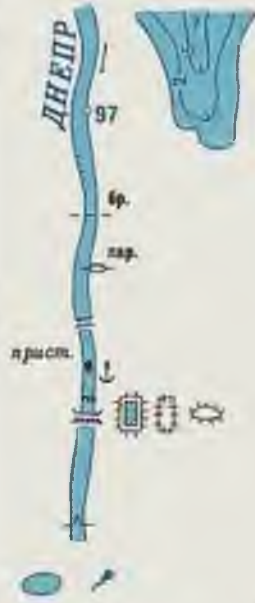
Рисунок 3.17 – Характеристики



Рисунок 3.18 – Історична обкладинка

НУБІП І УКРАЇНИ

ГИДРОГРАФИЯ



Судоходные реки

Стрелки, указывающие направление течения реки

Отметки урезов воды, изобаты и глубины на водохранилище

Берега обрывистые

Броды

Паромы

Мосты

Пристани и якорные стоянки

Плотины, дамбы

Набережные (каменные и деревянные)

Шлюзы

Озера, пруды, отстойники; родники

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Леса, просеки в лесу (а); сады (б)

Поросль (а), сплошные заросли кустов (б)

Редкие леса (а), отдельные кусты (б)

Узкие полосы леса (а), небольшие площади леса (б)

Технические культуры (а), луг (б)

Болота, камыши

РЕЛЬЕФ

Отметки высот

Горизонталы и их значения в метрах

Овраги, промоины, курганы, ямы

Песок

ГРАНИЦЫ

Союзных республик

Областей

Районов

Заповедников

Примечания: Границы районов на смежной территории не окрашены

Подчеркнутое название населенного пункта относится к ближайшей железнодорожной станции или речной пристани

Рисунок 3.19 – Умовні позначення

НАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА МАЙБУТНЄ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

4.1 Перспективи ГІС технологій

Незважаючи на те, що важко уявити сферу, яка не використовує геопросторові технології, перспективи пошуку є ще більш обнадійливими. Це допомагає у прийнятті зважених рішень і дає можливість ще більш точного аналізу. Технології знаходять нові втілення, а пов'язані дослідження йдуть далі. Вони доступні за ціною для широкої аудиторії, а їх практичне використання надихає на більшій спектр застосувань у майбутньому. Причина їх популярності полягає в точності даних, що означає кращу точність і, таким чином, підвищення продуктивності. Геопросторові технології покращують продуктивність штучного інтелекту та розумної техніки в багатьох сферах, зокрема в сільському господарстві. Обладнання з дистанційним керуванням виконує численні завдання через GPS та цифрові приладові панелі. Роботи та розумна техніка на полях уже не здаються футуристичними, і це не межа. Очікується розширення та нові прикладні рішення в галузі біоохисту, освіти, будівництва, інженерії, екології, постачання продуктів харчування, точного землеробства, фінансового ринку, статистики, транспорту, і це деякі з них. По суті, геопросторові дані підвищують ефективність у кожній сфері, окреслюючи конкретні потреби чи проблеми у вибраних регіонах. Наприклад, коли справа доходить до сільського господарства, землевласники можуть заощадити витрати та зусилля, обробляючи лише критичні місця з точними координатами на карті поля і водночас бачити загальну картину своїх сільськогосподарських угідь. Подальше використання GPS в автомобільній та авіаційній промисловості дозволяє часто використовувати безпілотні транспортні засоби. Таким чином, процес удосконалення навряд чи зупиниться, забезпечуючи ще більшу точність, довіру, продуктивність, якість та безпеку.

Використовуючи географічні дані, картографію, просторовий аналіз, дистанційне зондування, супутникові зображення та машинне навчання у зв'язку з діяльністю людини, суспільними течіями та природними подіями, геопросторові

технології розширюють, оптимізують та підтримують певні можливості таким чином, щоб трансформувати бізнес, оборону, медицина, дослідження космосу, транспорт, комунікації, геологія, соціологія, освіта та інші сфери, які впливають на повсякденне життя людей у всьому світі.

Використання та застосування геопросторових технологій продовжують зростати, і вони дуже різняться, але кілька прикладів з різних секторів економіки включають:

- розумні пристрої – телефони, системи безпеки, телевізори, медичні носії, термостати, освітлення, гарнітури віртуальної реальності, засоби керування безпекою тощо – усі вони використовують геопросторову технологію, використовуючи інтелект, який надає додатки та засоби керування, розроблені, щоб зробити життя та бізнес легшим, безпечнішим, зручнішим та ефективнішим.

- у оборонній спільноті, геопросторова технологія дає змогу системам радіоелектронної боротьби, які захищають літаки, наземні транспортні засоби, кораблі, бази та бойовики. Він також керує датчиками, супутниками, радарними масивами, картографічними системами тощо для моніторингу й оцінки геополітики та прогнозування потенційних загроз.

- управління з надзвичайних ситуацій системи використовують геопросторову технологію для планування стихійних лих і небезпек, спричинених людиною, відстеження умов, що змінюються, які можуть вплинути на результати, оповіщення персоналу та груп реагування в разі виникнення ситуацій, а також надання інформації, вказівок та функцій, призначених для порятунку життя та стримування шкоди.

НУВІП України

4.2 Що далі в ГІС-технологіях?

Геопросторові перспективи змінили те, як ми розуміємо навколишній світ, і наступна хвиля програмних програм і методів ГІС на порозі. Коли організації використовують географічну інформацію як ключовий компонент у своїх стратегіях даних, професіонали можуть досліджувати захоплюючі питання та отримувати значущі результати.

Розробка додатків ГІС розширює межі того, що ми можемо робити з просторовою інформацією. Свіжі підходи до створення програмних програм для використання в Інтернеті або мобільних пристроях продовжують поширюватися, чому сприяють широко доступні ГІС та карти з відкритим кодом. Отримані програми можуть інформувати державні установи та громадськість про історію стихійних лих у регіоні, показувати медичним працівникам найкращі способи обслуговування населення регіону або навчати мандрівників про довколишні пам'ятки та пішохідні стежки. Оскільки все більше розробників використовують інструменти 3D ГІС, ці уявлення включатимуть шари з безпрецедентним рівнем деталізації, що поглиблює наше усвідомлення актуальності географічних даних.

ГІС відіграє центральну роль в Інтернеті речей, оскільки організації використовують датчики для збору інформації, включаючи просторові дані, зі зростаючого набору пристроїв. Ці спостереження можна застосувати для таких цілей, як покращення залучення клієнтів до магазинів та виявлення неефективності та небезпек в електричній мережі. Точна геолокація дозволяє зацікавленим сторонам відстежувати результати по лініях постачання та на кількох об'єктах.

Крім того, роздрібні торговці і ігрові студії продемонстрували можливості по місцю розташування на основі доповненої реальності, використовуючи мобільні пристрої для накладання віртуальних елементів на фізичному світі. Географічна точність і актуальна інформація про місцезнаходження значною мірою впливають

на багатство додатка AR — наприклад, якщо вас направляють відвідати нещодавно закрите місце, це може бути руйнівним для занурення. Постійні вдосконалення платформ і програмного забезпечення, які ми використовуємо для участі в цих подіях, імовірно, зроблять зв'язки між географічними даними та місцями, які ми відвідуємо, більш активними та чуйними.

Автономні транспортні засоби є одними з найбільш перспективних шансів для ГІС вплинути на цілі галузі та наше повсякденне життя. Автомобілі та вантажівки, що працюють із автономним керуванням, сприймають світ за допомогою різних комбінацій радарів, лідарів і камер, використовуючи вхідні дані з кількох джерел для створення 3D-карт для навігації та уникнення перешкод. ГІС розраховує найшвидший маршрут до пункту призначення та надає системам машинного навчання вичерпну актуальну інформацію про дорожні умови та затори. Ці деталі можуть мати велике значення в тому, щоб безпечно доставити автомобіль без водія до місця призначення, особливо коли погода спричиняє низьку видимість.

Штучний інтелект — це дослідження агентів інтелекту, які демонструють машини. Це міждисциплінарна галузь, що включає комп'ютерні науки, а також різні види техніки та науки, наприклад, робототехніку, біомедицину інженерію, яка акцентує увагу на автоматизації людських дій та інтелекту за допомогою машин. ШІ являє собою сучасне використання машин для виконання алгоритмічних обчислень і розуміння завдань, які включають навчання, вирішення проблем, відображення, сприйняття та міркування. З огляду на дані та опис його властивостей і відносин між об'єктами, що цікавлять, методи ШІ можуть виконувати вищезгадані завдання. Широко застосовувані можливості штучного інтелекту, наприклад навчання, тепер доступні у великих масштабах за допомогою машинного навчання (ML), великих обсягів даних і спеціалізованих обчислювальних машин. ML охоплює навчання без будь-якого контролю (навчання без нагляду) і навчання з повним наглядом (навчання з наглядом). Широко застосовувані методи навчання під керівництвом включають глибоке

навчання та інші методи машинного навчання, які вимагають менше даних, ніж глибоке навчання, наприклад машини опорних векторів, випадкові ліси. Приклади неконтрольованого навчання включають навчання словника, аналіз незалежного компонента та автокодери. Для прикладних завдань з меншою кількістю

позначених даних методики, як контрольовані, так і неконтрольовані, можна адаптувати напівкеруваним способом для створення точних моделей і збільшення розміру позначених навчальних даних. Широко застосовувані методи навчання під

керівництвом включають глибоке навчання та інші методи машинного навчання, які вимагають менше даних, ніж глибоке навчання, наприклад машини опорних

векторів, випадкові ліси. Приклади неконтрольованого навчання включають навчання словника, аналіз незалежного компонента та автокодери. Для прикладних завдань з меншою кількістю позначених даних методики, як контрольовані, так і

неконтрольовані, можна адаптувати напівкеруваним способом для створення

точних моделей і збільшення розміру позначених навчальних даних. Широко застосовувані методи навчання під керівництвом включають глибоке навчання та інші методи машинного навчання, які вимагають менше даних, ніж глибоке

навчання, наприклад машини опорних векторів, випадкові ліси. Приклади

неконтрольованого навчання включають навчання словника, аналіз незалежного компонента та автокодери. Для прикладних завдань з меншою кількістю

позначених даних методики, як контрольовані, так і неконтрольовані, можна адаптувати напівкеруваним способом для створення точних моделей і збільшення

розміру позначених навчальних даних. Обсяги геопросторових даних продовжують

зростати у величезних обсягах, одночасно позитивно впливаючи на нові розробки в апаратних і програмних технологіях, які включають штучний інтелект та його вплив на соціальні проблеми. Великі геопросторові дані та бетанні досягнення в

доступних апаратних обчислювальних ресурсах стоять за сплеском машинного

навчання, глибокого навчання та навчання з підкріпленням, усіх підсфер штучного інтелекту. У цій короткій нотатці ми представляємо огляд окремих

методів штучного інтелекту, наприклад машинного навчання, глибокого навчання, навчання з підкріпленням та методів трансферного навчання. Ми описуємо

прикладі просторів гіпотез навчання, що включає пошук оптичних рішень, і ми визначаємо сучасні інструменти штучного інтелекту, які можуть бути корисними для географічних інформаційних наук і технологій. Дослідження та розробки продовжують демонструвати, що інтеграція даних, отриманих із географічних інформаційних систем, зі штучним інтелектом має потенціал для покращення розуміння суспільства навколишнього світу. Також представлено кілька прикладів, коли штучний інтелект розширює роботу спеціалізованих функцій геопросторового аналізу.

Штучний інтелект — це міждисциплінарна галузь, що включає комп'ютерні науки, а також різні види техніки та науки, наприклад, робототехніку, біомедицину, інженерію, яка акцентує увагу на автоматизації людських дій та інтелекту за допомогою машин. Протягом більш ніж двох десятиліть успіхи ШІ з'явилися в додатках, які вимагали збігу між когнітивними функціями низького і високого рівня, які фіксуються в різних техніках, включаючи навчання з підкріпленням і машинне навчання. Тоді зосереджувався на вирішенні проблем і символічних методах. Завдання перцептивного міркування з'явилися в 1960-х, коли Агентство перспективних дослідницьких проектів оборони (DARPA) зацікавилася. У 1970-х і 1980-х роках, DARPA продовжив застосувати ШІ до проблеми оптичного розпізнавання символів з використанням ранніх архітектурних проектів нейронних мереж. У середині 1990-х років почалася поява методів машинного навчання, однак їх продуктивність і масштабованість були обмежені апаратним забезпеченням і відсутністю великих даних. З кінця 2000-х років до теперішнього часу досягнення в області обчислювальних апаратних технологій (наприклад, впровадження графічних процесорів у обчислювальну техніку) та доступність великих обсягів даних дозволили зробити більшість сучасних проривів машинного навчання. Ми продовжуємо бачити, що алгоритми штучного інтелекту дозволяють комп'ютерам вчитися на досвіді, багаторазово обробляючи великі об'єми даних, пристосовуючи до змін введених даних і розпізнаючи цікаві моделі. Щоб порівняти нинішню хвилю успіху з ранньою роботою, яка спонукала ШІ вирішувати

проблеми та розуміти символічні знання, результати досліджень останнього десятиліття вказують на те, що складні завдання, які зазвичай асоціюються з когнітивними здібностями, можуть до розумного ступінь, фіксуватися та

відтворюватися шляхом підгонки функцій до даних. Пристосування складних функцій до даних нещодавно покращилося через доступність великих обсягів

даних, останні технологічні досягнення в апаратних обчисленнях і постійний прогрес у статистичних методах. Геопросторове співтовариство також бачить

зростаючу кількість практичних застосувань, які відповідають функціям, які є достатньо простими, щоб створити нові алгоритми навчання, які можна ефективно

оцінити. Сюди входять дуже масштабовані методи для виявлення шаблонів об'єктів із наборів даних зображень. Захоплюючий успіх у задачі геопросторового

застосування включає прогнозування суворих погодних умов, виявлених на екзамасштабі, щоб уможливити самокеровані автомобілі. У наступному розділі

коротко пояснюється кілька галузей, які продовжують забезпечувати таку неймовірну продуктивність для доповнення та розширення когнітивних здібностей.

Інтелектуальний аналіз даних, також відомий як відкриття знань у даних, —

це процес виявлення та витягнення корисних шаблонів із великих наборів даних.

Дані обробляються пакетами з використанням різних методів машинного навчання, включаючи алгоритми рекомендацій, асоціації, кластеризацію та числові

передбачення тощо. На практиці інтелектуальний аналіз даних доповнює традиційні програми, які запитують базу даних для порівняння, узагальнення та

аналізу її вмісту, впроваджуючи складні математичні алгоритми, наприклад від штучного інтелекту та машинного навчання, щоб знайти раніше невідомі чи

невиявлені кореляції між різними та великими наборами даних. Ключові особливості аналізу даних включають автоматичне передбачення шаблонів на

основі аналізу тенденцій і поведінки, відображення між вхідними та вихідними результатами на основі ймовірних результатів, створення інформації, орієнтованої

на прийняття рішень, витягнення інформації з великих наборів даних і баз даних для

аналізу, а також групування на основі пошуку і візуально задокументовані групи фактів, невідомих раніше. Однак у ГІС-додачках ті самі функції інтелекту даних адаптуються до просторових даних з метою виявлення та вилучення кореляцій у даних із врахуванням географії, що надає довіру до назви інтелекту просторових даних.

Машинне навчання відноситься до набору обчислювальних або алгоритмічних кроків, які характеризують математичне формулювання, що дозволяє навчатися на даних. Алгоритми навчання без нагляду відчувають набір даних, що містить багато функцій, а потім вивчають корисні властивості структури цього набору даних. Методи керуються необхідністю виявляти природні закономірності з даних без знання основної інформації маркування. Немає правильних відповідей, які даються машині під час навчання, природні закономірності в даних, сподіваюся, допоможуть машині навчитися виявляти ключові закономірності та групувати дані за такими шаблонами, тобто навчання без нагляду – це машини, які намагаються вчитися «самостійно», без сторонньої допомоги. З позначених даних. Завдання навчання без нагляду можна розв'язувати як проблеми кластеризації, так і асоціації залежно від програми. Як проблема

кластеризації, неконтрольоване навчання може виконуватися за допомогою набору методів машинного навчання, які навчаються виявляти структури в даних і навчитися вирішувати проблему шляхом пошуку подібності за допомогою природних шаблонів із даних. Якщо є загальний кластер або група, алгоритм потім класифікує їх у певній формі. Прикладом цього може бути спроба групувати зображення з подібним вмістом, щоб уможливити пошук на основі вмісту з великих баз даних. Як проблема асоціації, навчання без нагляду намагається вирішити цю проблему, намагаючись виявити важливі особливості, одночасно розуміючи правила та значення різних груп. Знайти зв'язок між покупками клієнтів у певній географічній чи демографічній місцевості є типовим прикладом проблеми асоціації на рекомендаційних платформах онлайн-роздрібною торгівлі.

В штучних нейронних мережах вичерпний підсумок машинного навчання виходить за рамки, деякий основний контекст все ще є вирішальним для розуміння виникнення важливих будівельних блоків для кількох сучасних методів машинного

навчання. Зокрема, штучні нейронні мережі виникли в 1940–1960–х роках, де вони

були відомі як кібернетика, а в 1980–1990–х роках вони були відомі як

коннекціонізм. і його останнє відродження під назвою глибоке навчання в 2006

році. Як обчислювальна модель для захоплення біологічного навчання, штучна

нейрона мережа (ANN) стала визначати поточні основні будівельні блоки для

сучасного глибокого навчання. Моделі розглядаються як інженерні системи,

натхненні біологічним мозком, щоб забезпечити те, що можна розглядати як доказ

того, що інтелекту можна навчитися. У 1940–х роках з'явилися завдяки простим

лінійним моделям, які брали набір вхідних значень і пов'язували їх з вихідним

значенням. Модель буде визначена шляхом вивчення набору ваг, а лінійна модель

буде використана для розпізнавання різних категорій, наприклад, розпізнавання

двох різних категорій шляхом перевірки, чи лінійна функція є позитивним чи

негативним. Щоб модель могла робити правильні прогнози, ваги потрібно було

адаптувати вручну. У 1950–х роках перцептрон став першим алгоритмом, який міг

вивчати вагові показники моделі, що відображали вхідні дані у відповідні класи.

Алгоритм навчання, використаний для адаптації ваг моделі, був окремим випадком

стохастичного градієнтного спуску. Більшість будівельних блоків нейронних

мереж, які використовуються в сучасних методах глибокого навчання, засновані на

модельному нейроні, який називається випрямленим лайнером, що використовує

нейронауку як натхнення.

Глибоке навчання – це нещодавно розроблена технологія на основі штучної

нейронної мережі, яка широко використовується в завданнях навчання під

наглядом і без нагляду для визначення автономних алгоритмів машинного

навчання, натхненних самонавчальною структурою та функціями штучних

нейронних мереж. Концепцію часто називають глибокими нейронними мережами,

що стосується багатьох рівнів перетворення даних. У той час як нейронна мережа

може бути розроблена з одним шаром для перетворення даних, глибока нейронна мережа часто має більше двох шарів. Шари організовані в ієрархію, причому кожен шар нелінійно відображає інформаційні сигнали в сторону більш абстрактного представлення. Процес навчання часто тягне за собою використання мільйонів

записів існуючих даних для навчання алгоритмів знаходити закономірності з передбаченнями нових даних, зробленими з використанням оцінених моделей. У кількох програмах було продемонстровано, що з більшою кількістю даних і обчислень продуктивність прогнозування методів DL масштабується зі швидкістю,

яка перевищує попередні методи машинного навчання. Як приклад, можна навчати алгоритм розпізнавати будівлі за супутниковим зображенням. Це досягається завдяки багатьом прикладам зображень, пікселі яких позначені, щоб позначити будівлю або її відсутність. Навчання досягається як оптимізаційний пошук оптимальних ваг (або параметрів) моделі, які допомагають розрізнити візерунки

шляхом розрізнення ознак зображення (наприклад, країв, форм, кольорів, просторового контексту). Вивчені функції використовуються на етапі висновку моделі, щоб потім класифікувати пікселі зображення за тим, чи містять вони будівлі чи ні.

Навчання з підкріпленням – це зростаюча галузь штучного інтелекту, яка є автономною та адаптує систему самонавчання, засновану на навчанні через дії. Виконує дії в середовищі, щоб максимізувати функцію винагороди в певному вимірі і, отже, запускати навчання методом проб і помилок за допомогою цільових алгоритмів. Використовуючи концепції агентів, оточення, станів, дій і винагород,

методи відрізняються від інших методів машинного навчання в тому сенсі, що навчання відбувається поетапно і не збираються статичні навчальні дані перед навчанням. Замість цього агенти взаємодіють із середовищем, генерують дані або пасивно чекають нових даних і вирішують, як діяти для виконання даного завдання.

Тому що, Алгоритми відомі як динамічне навчання з середовища охоплює більш загальний рівень навчання, ніж підходи під наглядом або без нагляду.

Простір гіпотез (наприклад, пікселів зображення), алгоритм може прагнути вивчити функцію, яка здатна передбачити вихідне значення (наприклад, категорію класу). Проблема вивчення відповідної моделі потім зводиться до пошуку однієї оптимальної гіпотези, яка пояснює зв'язок між вхідними та очікуваними вихідними значеннями. Простір гіпотез можна охарактеризувати властивостями, включаючи розмірність, репрезентативну здатність, а також локальні оптимуми. Складнощі навчання вводяться через прокляття розмірності, оскільки ефективний розмір гіпотези зростає експоненціально з кількістю вимірів.

Виразна потужність, багатство або гнучкість простору функцій, які можна вивчити за допомогою алгоритму, визначає репрезентативну здатність простору гіпотез. Пошук усіх можливих гіпотез як з безперервного, так і з дискретного простору може бути нездійсненним. Швидше, методи навчання використовують евристики для проходження їх локального евклідового простору пошуку. Як показано на Рисюнку 4, методи навчання, засновані на градієнтному спуску, ініціалізуються з заданої гіпотези і переходять її простір для кращого рішення, поки не буде знайдено жодних покращень. Поширене припущення полягає в тому, що найкраща гіпотеза знаходиться в межах певної епсілонної відстані або поблизу інших хороших гіпотез. Поняття локального оптимуму вводить гіпотези, які є хорошими, але можуть бути не близькими до найкращого глобального рішення. Для методів спуску на основі градієнта звичайні випадки, коли вони потрапляють у локальний оптимум, не знаходять кращих рішень поблизу і повертають його як відповідь, навіть якщо глобальний оптимум може існувати деінде. Який локальний оптимум буде знайдено, залежить від точки ініціалізації та параметрів гіперпараметрів алгоритму навчання. Демонстрація пошуку оптимальних значень заданої функції за допомогою різних алгоритмів оптимізації на основі градієнтного спуску. На графіках показано стохастичний градієнтний спуск, імпульс, прискорений градієнт Ністрова. Спочатку значення градієнта великі, що призводить до того, що методи пошуку на основі швидкості вибухають і підскакують – майже нестабільний. Значення функції, що підлягають оптимізації,

позначені контурами в різних рядках від червоного (найвищі контури) до синього (області найнижчих значень).

Щоб надати приклад гіпотези, робота робить велику відмінність щодо двох підходів до розв'язання оптиРисьної гіпотези в проблемах. Багато проблем у ГІС

можна відобразити на обидва підходи, тобто на функціональний і модельний підходи. Якщо ми розглядаємо задачу розпізнавання об'єкта за допомогою супутникових зображень, простір гіпотез з функціональної точки зору передбачає

формулювання завдання як задачі, що відповідає функції, з пікселями зображення, які використовуються як вхідні дані та вихідні дані функції, що відповідають

абстрактному розпізнаванню об'єкта, що цікавить. Функціональна форма може бути довільною за складністю, але легкою для оцінки. Різні алгоритми оптимізації

можуть бути застосовані до простору функцій для пошуку оптиРисьних значень, що дає функцію для використання при прогнозуванні того, який об'єкт міститься в

нових тестових зображеннях. Використовуючи підхід на основі моделі, задачі розпізнавання можна було б вирішити за допомогою представлення об'єктів за допомогою онтології. Міркування через логіку та ймовірність стає інструментом

для отримання знань для висновків і передбачення на тестових прикладах

Трансферне навчання – це не алгоритм і не галузь дослідження, а скоріше методологія проєктування в рамках машинного навчання для адаптації та використання моделей, які оцінюються з одного завдання, для використання в

іншій задачі. Часто узагальнене вивчення функцій може бути досягнуто з вихідного домену, що містить великі обсяги мічених даних, і в той час як цільовий домен

програми може містити менше мічених зразків. Як показано на Рисюнку 5, у процесі точного налаштування моделей знання вилучення ознак можна повторно використати для покращення узагальнення в цільовій області.

Машинне навчання в спеціалізованих геопросторових функціях – це методи машинного навчання перетворюють ряд додатків, включаючи виявлення об'єктів на основі зору, автономне водіння, сільське господарство, продовольчу безпеку, моніторинг інфраструктури та управління катастрофами. Наприклад, у

картографуванні населення потреба зрозуміти, де живуть люди, є фундаментальною для розуміння того, що люди роблять і які їхні соціальні потреби щодо енергетичної безпеки; політика та розвиток міст; стійкість; реагування на катастрофи та надзвичайні ситуації; та гуманітарна підтримка, а також розуміння поведінкової соціальної динаміки. Завдяки наявності великих обсягів супутникових зображень і прискореного графічного обчислювального обладнання ми спостерігаємо посилення адаптації машинного навчання та для картографічних рішень у глобальному масштабі, наприклад виявлення населених пунктів за допомогою супутникових зображень високої роздільної здатності. Кілька варіантів використання, включаючи підтримку реагування на стихійні лиха FEMA на заході Сполучених Штатів для задоволення конкретних потреб розвідувального співтовариства, є прикладами використання, які отримують вигоду від застосування технологій AI. Розширюючи приклади застосування, робота ілюструє, як проблема узагальнення карти, зменшення масштабу та символізації об'єктів покращується за допомогою генетичних алгоритмів, розроблених для включення картографічних обмежень.

Більшість геопросторових завдань було виконано вручну, що вимагало великої кількості людських ресурсів. Відсутність автоматизації для великих завдань помітно дорого обходиться, схильна до рідкісних оновлень і людських помилок. Наприклад, збір вуличних адрес — це трудомістка робота, яку тепер можна спростити за допомогою методів штучного інтелекту. Нещодавно продемонстрував потенціал автоматичного створення адрес вулиць із супутникових зображень шляхом вивчення та визначення доріг, регіонів та адресних клітинок. В іншому прикладі, планіметричне відображення послуг часто вимагається місцевими органами державної податкової служби для створення баз даних оцінки податків. Як проксі, басейни додаються до записів оцінки, оскільки вони збільшують вартість майна. Тому пошук басейнів, яких немає в оновленому списку об'єктів нерухомості, має велике значення для оцінювача. Без автоматизації це завдання складне. Однак використання інструментів ГІС та штучного інтелекту

ілюструє, як проблема узагальнення карти, зменшення масштабу та символізації об'єктів покращується за допомогою генетичних алгоритмів, розроблених для включення картографічних обмежень.

Більшість геопросторових завдань було виконано вручну, що вимагало великої кількості людських ресурсів. Відсутність автоматизації для великих завдань помітно дорого обходиться, схильна до рідкісних оновлень і людських помилок. Наприклад, збір вуличних адрес — це трудомістка робота, яку тепер можна спростити за допомогою методів штучного інтелекту. Нещодавно продемонстрував потенціал автоматичного створення адрес вулиць із супутникових зображень шляхом вивчення та визначення доріг, регіонів та адресних клітинок. В іншому прикладі, планіметричне відображення послуг часто вимагається місцевими органами державної податкової служби для створення баз даних оцінки податків. Як проксі, басейни додаються до записів оцінки, оскільки вони збільшують вартість майна. Тому пошук басейнів, яких немає в оновленому списку об'єктів нерухомості, має велике значення для оцінювача. Без автоматизації це завдання складне. Однак використання інструментів ГІС та штучного інтелекту

продемонструвало скорочення дорогої людської праці, пов'язаної з оновленням записів через польові відвідування кожної власності. Хоча пули можуть підвищити вартість нерухомості, вони можуть стати причиною занепокоєння щодо спалахів

захворювань під час спаду та повільного відновлення для секторів економіки нерухомості. У багатьох житлових будинках можуть залишитися занедбані

басейни, які часто є розсадником комарів. На нещодавній конференції користувачів вчені Esri продемонстрували інтеграцію програмного забезпечення ArcGIS з останніми інноваціями від для виявлення басейнів за допомогою аерофотознімків.

Вчені розробили додаткову аналітику для виявлення пулів у занедбаному стані, що з тих пір надає інспекторам охорони здоров'я можливість запобігти поширенню захворювань, що передаються переносниками. У епідеміології навколишнього середовища моделювання опромінення є широко використовуваним підходом для

проведення оцінки опромінення для визначення розподілу опромінення серед досліджуваних популяцій. Штучний інтелект у поєднанні з технологіями ГІС

забезпечують важливі переваги для моделювання опромінення в епідеміології навколишнього середовища, включаючи можливість включати великі обсяги

великих просторових і часових даних у різноманітних форматах; обчислювальна ефективність; гнучкість алгоритмів і робочих процесів для врахування відповідних

характеристик просторових (середовищних) процесів, включаючи просторову нестационарність; і масштабованість для моделювання інших впливів навколишнього середовища в різних географічних областях. В інших

спеціалізованих областях хвиля нових методів штучного інтелекту допомагає засвоїти автономні транспортні засоби та інтелектуальну транспортну систему,

включаючи велику кількість інформації, зібраної камерами дорожнього руху та датчиками для складання дорожніх карт. Крім того, технологія штучного інтелекту

впливає на виявлення географічних знань у неструктурованих текстових даних різними мовами. Існує також багато інших застосувань методів в геопросторових

дослідженнях, таких як прогноз просторової дифузії в епідеміології, аналіз розширення міст та аналіз гіперспектральних зображень.

4.3 Загальні напрямки отримання конкурентних переваг від використання ГІС

Оптимізація роботи з документами та людьми.
Збір даних – 30%

Аналіз даних – 20%

Звіти та сортування результатів – 30%
Оптимізація роботи з картами:
Збір даних – 60%

Аналіз даних – 60%
Звіти та сортування результатів – 40%
Економія в безпеці при використанні ГІС для:

організації в евакуації жителів територій стихійних бід –

30%
планування реконструкції пошкоджених об'єктів – 20%

картографування проблемних територій – 50%

моніторинг стихійних бід – 30%
Економія в логістиці:
ГІС знижує витрати часу та кілометражу до 15%

Правильно розрахований маршрут це:
Зниження км пробігу;
Зменшення аварійності;

ВИСНОВКИ

НУБІП України

В ході виконання даної роботи було створено картографічну систему гіс і

НУБІП України

і
н
т
е

НУБІП України

г
р
е
в

НУБІП України

а
н
о

Було проведено навантаження системи в результаті якого було виявлено що система з легкістю витримує 100 одночасно підключених користувачів. При цьому

навантаження на оперативну пам'ять складає до 10%. Після тестування можна

зробити висновок, що система може витримати навантаження в 1000 користувачів.

НУБІП України

Також вдалося зменшити час відклику сервера з даними на 15% за рахунок локального обчислювального серверу на якому було розміщено систему.

е
б

НУБІП України

с
е
р
е

НУБІП України

д
о
в
и
щ
е

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Впровадження систем енергоменеджменту – шлях до створення «зеленої» економіки / Е. І. Іншеков – 2014.
2. Геоінформаційні системи. Підручник. / Лабенко Д.П., Тімонін В.О. // Харків: ХНАДУ – 2012. – 260 с.
3. Геоинформатика: толковый словарь основных терминов / Ю. Б. Баранов, А. М. Берлянт, Е. Г. Капралов и др. // М. : ГИСАссоциация, – 1999. – 204 с.
4. Географические информационные системы. Основы. / Майкл ДеМерс – 1999. – 478 с.
5. Функціональні та структурні вимоги до побудови сучасних географічних інформаційних систем. // П.І. Жежнич, В.О. Осика // Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра інформаційних систем та мереж – 2011 – 10 с.
6. Інформатизація космічного землезнавства / Під ред. О.І. Калашникова, Л.В. Сивай. // К.: Наукова думка – 2001 – 606 с.
7. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст. / Петросов В.А. // К.: Наукова думка – 2003. – 224 с.
8. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. – Кн. 2 / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. // Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя – 2017. – 237 с.
9. Теоретичні аспекти геоінформаційного моделювання / Т. І. Козаченко // Український географічний журнал. – 2009. – № 4. С. 51-56
10. Empowering electric and gas utilities with GIS. / Meehan B. // Red lands, Environmental Systems Research Institute Publ – 2007 – 280 p.

11. Modern information systems for engineering networks / Sarychev D.S. // Vestnik TGU – 2003 – 361.

12. Determination of the optimal route of the gas pipeline on the basis of the factors affecting the value of cards. / Melkumov V.N., Kuznetsov I.S., Kuznetsov R.N. // Nauch. vestn. VGASU. Stroitelstvo i arkhitektura – 2009 – 27.

13. Algorithmic approach. / Kristofides N. // Moscow, Mir Publ. – 1978 – 432 p.

14. Methods of analysis network. / Phillips D., Garcia-Dias A. // Moscow, Mir Publ. – 1984 – 496 p.

15. Математические модели связности. / Попков В.К. // Новосибирск: ИВМиМ СО РАН. – 2006. – 490 с.

16. "Making The Move From ArcView 3x to ArcView 8.1". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://web.archive.org/web/20080509072204/http://spatialnews.geocomm.com/features/arcview3xto8/>

17. Part of a complete ArcGIS System [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//00v200000014000000>

18. "Visual Studio Code Display Language (Locale)" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://code.visualstudio.com/docs/getstarted/locales>

19. Самардак А. С. Геоинформационные системы / А. С. Самардак. Владивосток: ТИД ОИТ, 2005. – 123 с.

20. Самодумкин С. А. Управление данными в геоинформационных системах / С. А. Самодумкин, Н. А. Степанова, Н. А. Гулякина. – Минск: БГУИР, 2006. – 114 с.