

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет географії, туризму та історії**  
**Кафедра географії та методики її навчання**

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Холошин І.В.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Реєстраційний № \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ВИКОРИСТАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ПРИ**  
**ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ «ГЕОГРАФІЧНИЙ**  
**ПРОСТІР ЗЕМЛІ» (11 КЛАС)**

Кваліфікаційна робота студентки  
групи ЗГТм-23  
ступінь вищої освіти: магістр  
спеціальності: 014 Середня освіта  
(Географія)  
Падашулі Олени Геннадіївни

Керівник:  
доцент, канд. геол-мін. наук, ст.н.с.  
Холошин Ігор Віталійович

Оцінка:  
Національна шкала \_\_\_\_\_  
Шкала ECTS \_\_\_\_ Кількість балів \_\_\_\_  
Члени ЕК \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## **ЗАПЕВНЕННЯ**

Я, Падашуля Олена Геннадіївна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

## ЗМІСТ

Вступ	4
РОЗДІЛ 1. ГЕОПРОСТОРОВІ ДАНІ В ГЕОГРАФІЧНІЙ НАУЦІ	6
1.1. Поняття геопросторових даних в науковій літературі	6
1.2. Джерела геопросторових даних	17
1.3. Геопросторові дані у контексті досліджень сучасної географічної науки: перешкоди та виклики	20
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	31
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ПРИ ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ «ГЕОГРАФІЧНИЙ ПРОСТІР ЗЕМЛІ» (11 КЛАС)	32
2.1. Стан проблеми застосування геопросторових даних в шкільному курсі географії	32
2.2. Методичні розробки уроків із використанням геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас)	48
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	70
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72
ДОДАТКИ	77

## ВСТУП

Сьогодні геоінформаційні технології розглядаються як ефективний інструмент для розуміння географічного простору. Його використання на думку деяких дослідників [8, 9, 17, 23, 24, 27, 28, 32, 36, 39] надає можливість вивчати та аналізувати просторову диференціацію різноманітних процесів, об'єктів та явищ, що допомагає вирішувати практичні завдання в різних сферах діяльності людини: екології, сільському господарстві, транспорті, міському плануванні тощо.

Особливе значення геоінформаційні технології набувають в освітньому процесі. Їх використання забезпечує підвищення якості навчання, розвиток геопросторового мислення та інтеграцію сучасних технологій у навчальний процес. Як результат, це дозволяє зробити уроки географії більш інтерактивними, наочними і практичними, що стимулює інтерес учнів до вивчення предмету [11]. Ключовим елементом впровадження геоінформаційних технологій на уроках географії є геопросторові дані, оскільки саме вони надають можливість аналізувати складні процеси і явища у просторі та часі, що сприяє більш глибокому розумінню учнями взаємодії між природними та соціальними системами.

Як зауважив один з провідних вчених в галузі геоінформаційних технологій Дж. Керскі (J. Kerski) [26]: «обмежений доступ до даних або їх відсутність, різноманітність форматів даних та правові обмеження, проблема з якістю та відсутність їх адаптації до навчального процесу суттєво обмежують можливість використання геоінформаційних технологій на уроках географії».

Таким чином, вирішення даної проблеми є важливим викликом для освітян. Знаходження шляхів її вирішення формує актуальність даної роботи.

**Мета роботи** – розробка принципів та методів використання геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас).

**Завдання дослідження:**

1. Провести детальний огляд літератури з проблеми дослідження у контексті розвитку сучасної географічної освіти.
2. Проаналізувати поняття геопросторових даних, їх складову та відмінності.
3. Вивчити відкриті джерела геопросторової інформації з метою їх адаптації до шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас).
4. Розробити методичні рекомендації щодо використання геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас).

**Об'єкт дослідження:** геопросторові дані.

**Предмет дослідження:** використання геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас).

**Методи дослідження.** Методи дослідження обрані з урахуванням поставленої мети і завдань дослідження, його об'єкта та предмета: аналіз наукової літератури та джерел геопросторових даних, порівняльний, узагальнення, геоінформаційні технології та ін.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати були використані при викладанні шкільного курсу географії «Географічний простір Землі» (11 клас) в ліцеї №3 Підгородненської міської ради Дніпропетровської області.

**Структура роботи:** складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

# РОЗДІЛ 1. ГЕОПРОСТОРОВІ ДАНІ В ГЕОГРАФІЧНІЙ НАУЦІ

## 1.1. Поняття геопросторових даних в науковій літературі

Світ, у якому ми живемо, за своєю суттю є просторовим. Всі об'єкти, процеси і явища відбуваються у певному місті, тому їх вивчення обов'язково передбачає визначення їх положення у просторі у певний час. Для цього в сучасній науці використовуються геопросторові дані.

Особливість геопросторових даних можна продемонструвати за допомогою наступної схеми (рис.1.1). Фотографія об'єкта зліва представляє собою растрове зображення. Але, якщо ми доповнюємо його географічними координатами, то растрове зображення перетворюється у геопросторові дані.

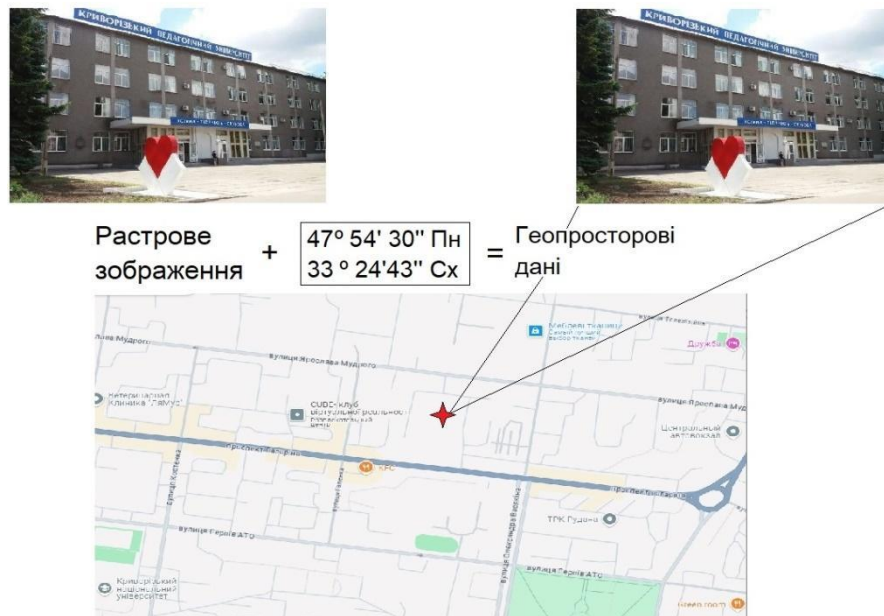


Рис. 1.1. Перетворення растрового зображення в геопросторові дані.

Сьогодні в науковій літературі немає однозначного визначення поняття геопросторових даних. Воно варіює від доволі спрощеного визначення: «Геопросторові дані містять інформацію про координати (наприклад, широту та довготу), яка дозволяє наносити об'єкти на карту», яке можна знайти на сайті бібліотеки Брандейса (<https://guides.library.brandeis.edu/c.php?g=990410&r=7164688>), до більш ємкого поняття визначеного в роботі Р. Лейтона та П. Вотерса: «Геопросторові дані поєднують інформацію про

місцезнаходження (зазвичай координати на землі), інформацію про атрибути (характеристики відповідного об'єкта, події чи явища), а також часто інформацію про час (час або тривалість життя, протягом якого місце розташування та атрибути існують)» [33].

Але все ж таки більшість науковців наголошують [2, 13, 20, 22, 40], що геопросторові дані це більш, ніж просто математично визначені географічні координати – це динамічна основа нашого взаємопов'язаного світу, у який об'єднані просторова, атрибутивна та часова складові (рис. 1.2).

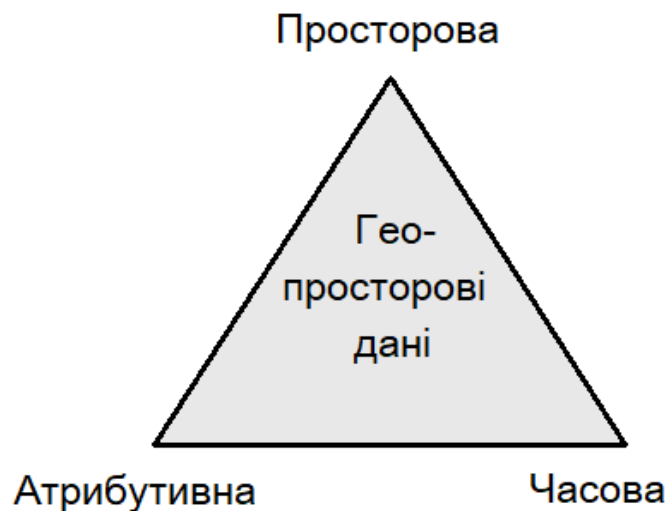


Рис. 1.2. Головні складові геопросторових даних.

*Просторова складова* містить інформацію про розташування об'єктів або явищ у певній системі координат. Завдяки їй можна визначити, де знаходиться об'єкт, його топологію (як він співвідноситься з іншими об'єктами у просторі), а також його форму, розміри та відстані між ним та іншими елементами.

У свою чергу, просторова складова включає:

- координати – значення, які визначають точне місцезнаходження об'єкта на поверхні Землі. Вони можуть бути представлені в різних системах координат (географічна, UTM, полярна, геоцентрична тощо);
- тип геометрії – спосіб зберігання та представлення об'єктів з використанням геоінформаційних технологій (точки, лінії, полігони);

- топологія – поняття яке характеризує взаємозв'язки між просторовими об'єктами (суміжність, вкладеність, перетинання, послідовність);
- просторовий масштаб – визначає рівень деталізації геопросторових даних (від глобального рівня до локального);
- відстані та напрямки – можливість вимірювання відстаней між просторовими об'єктами.

*Атрибутивна складова* містить інформацію, яка описує властивості просторових об'єктів. Вони зберігаються в табличній формі і містять такі дані, як: назва об'єкта, його призначення, кількісні або якісні характеристики тощо. Атрибутивні дані – інформаційно найбільша складова геопросторових даних і є ключовою для ідентифікації та геопросторового аналізу об'єктів.

*Часова складова* – це інформація, яка характеризує зміни об'єктів або явищ у часі. Вона додає новий вимір до геопросторових даних, роблячи їх чотиривимірними, що дозволяє більш детально аналізувати динаміку процесів і явищ у просторі та часі. Основні аспекти часової складової це: точний час події, часові інтервали та часові тренди.

Для розуміння особливостей сучасних геопросторових даних необхідно коротко розглянути їх походження та розвиток в історичному аспекті. Головні етапи розвитку геопросторових даних та їх загальна характеристика наведено у таблиці 1.1.

Перші концепції геопросторової інформації в том розумінні, як вони сприймаються зараз, виникли на початку 1960 років, у зв'язку з запровадженням канадськими дослідниками (під керівництвом засновника географічних інформаційних систем Р. Томлінсона) використання комп'ютерів для зберігання, компіляції та оцінки природних, економічних карт та статистичних даних при оцінці лісових та сільськогосподарських угідь у Канаді [41]. Завдяки цим дослідженням з'явилась перша комп'ютеризована



ГІС, головною функцією якої було введення геопросторових даних за допомогою перфокарт та їх просторовий аналіз.

У період 1970-1980-х років завдяки дослідженням великих, переважно державних, науково-дослідних установ, відбулася технологічна еволюція геопросторової інформації, оскільки комп'ютерне картографування автоматизувало традиційне картографування з цифровими представленнями геопросторових даних. В якості прикладу, можна навести проект Бюро перепису населення США [16].

Таблиця 1.1.

Загальна характеристика основних етапів розвитку геопросторових даних

Часові періоди	Загальна характеристика розвитку геопросторових даних
Початок 1960 років	Визначення концепції геопросторових даних у зв'язку з появою першої комп'ютеризованої ГІС
1970-1980 роки	Технологічна еволюція геопросторової інформації завдяки дослідженням великих, переважно державних, науково-дослідних установ. Запуск першого космічного корабля <i>Landsat</i>
1990-ті роки	Масове впровадження геопросторової інформації та розвиток просторового аналізу і моделювання для прийняття рішень.
Початок ХХ-го сторіччя	Скасування вибіркової доступності для високоякісного позиціонування та синхронізації сигналу системи GPS Міністерством оборони США та поява георесурсу <i>Google Earth</i>
2010 – теперішній час	Відкриття вільного доступу до геопросторової інформації для користувачів у всьому світі

Прорив у використанні геопросторових даних пов'язаний з запуском 23 липня 1972 року першого космічного корабля *Landsat*, метою якого було безперервне вивчення змін на поверхні Землі. Це сприяло суттєвому поширенню сфери застосування геопросторових даних.

Загалом, 1980-ті роки характеризуються подальшим розвитком теорії і практики геопросторових даних: були описані перші принципи растрових і

векторних моделей даних, представлена просторова інтерполяція та растровий аналіз тощо [18].

У 1990-х роках відбулося масове впровадження геопросторової інформації та розвиток просторового аналізу та моделювання для прийняття рішень. Водночас інтернет забезпечив доступ до цифрових карт, оскільки постачальники ГІС заохочували організації додавати та обмінюватися наборами геопросторових даних до наборів карт [40].

На початку двадцятого століття дві дуже важливих події внесли суттєву зміну у парадигми геопросторової інформації. Перша – це скасування вибіркової доступності для високоякісного позиціонування та синхронізації сигналу системи GPS Міністерством оборони США, що проклало шлях для появи безлічі геопросторових даних на основі визначення місцезнаходження. І друга подія – це поява у 2005 році георесурсу *Google Earth*, який об'єднав сотні тисяч космічних знімків у вигляді віртуального глобусу та надав до нього безкоштовний доступ. Це дало можливість ознайомити світову спільноту з геопросторовою грамотністю

З 2010 року такі технологічні засоби, як інтернет, хмарні обчислення, великі дані, мобільні пристрої, безпілотні літальні системи тощо, забезпечили доступ до геопросторової інформації користувачам у всьому світі. Як наслідок, значна частина світової спільноти тепер має зовсім інший набір потреб і очікувань використання геопросторової інформації, ніж вони мали навіть 10 років тому.

Сучасні геопросторові дані відрізняються різноманітністю, це полягає у широкому спектрі їх типів, форматів і сфер застосування. Як результат, геопросторові дані класифікуються за багатьма параметрами, які допомагають структурувати їх для загальної характеристики.

Так за типом просторового представлення вони поділяються на векторні і растрові. *Векторні дані* – це один із найбільш поширених типів геопросторових даних, які використовуються для представлення об'єктів у

просторі за допомогою геометричних примітивів, таких як точки, лінії та полігони (рис.1.3 А).

До переваг векторних геопросторових даних відносяться:

- можливість аналізу топології, як компоненту просторової складової геопросторових даних;
- висока точність і деталізація у представленні просторових даних;
- вони займають суттєво меншій об'єм пам'яті комп'ютеру порівняно з растровими даними, що забезпечує високу швидкість в обробці даних;
- легко масштабуються без втрати якості зображення;
- легко редагуються, дозволяючи змінювати об'єкти або додавати нові без впливу на інші частини геопросторових даних;
- можливість додавання атрибутивної інформації.

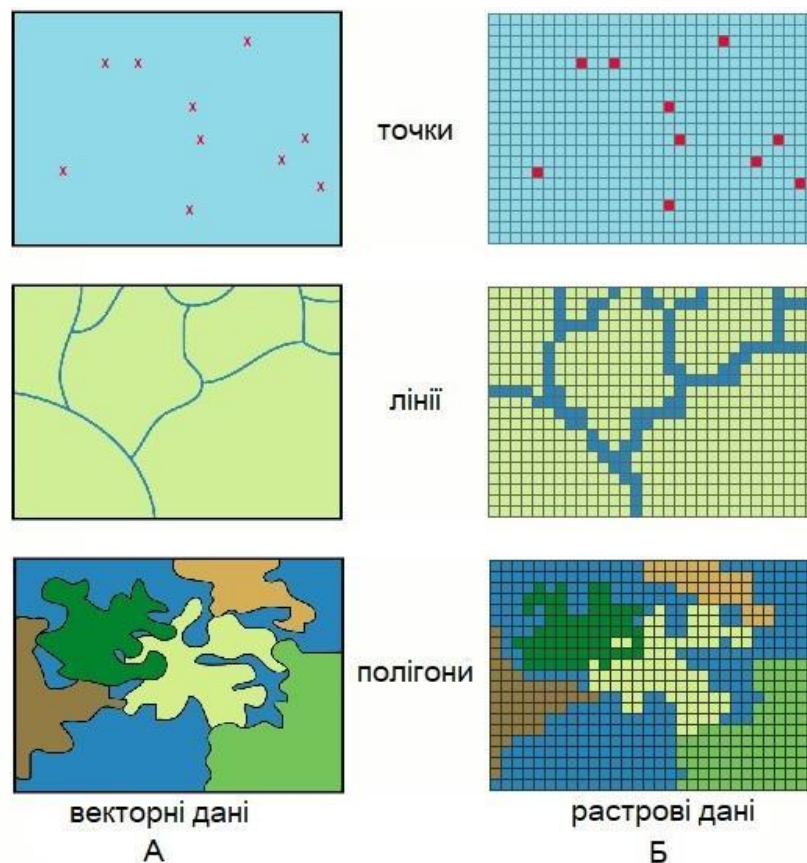


Рис. 1.3. Типи геопросторових даних за типом просторового представлення.

До недоліків векторних геопросторових даних належать:

- потенційна втрата деталей порівняно з растровими даними;

- вони не підходять для відображення безперервних процесів, таких як температура, висота або концентрація забруднень;

- операції на великих векторних наборах даних або дуже складних геометріях можуть вимагати значних обчислювальних ресурсів.

*Растрові дані* представлені у вигляді сітки пікселів, де кожен піксель має певне значення (рис.1.3.Б). Кожен піксель містить інформацію значення певної змінної (температура, відстань, висота тощо). Вони чудово підходять для аналізу безперервних природних явищ та відображення зображень.

Переваги растрових даних:

- придатність для представлення безперервних явищ (температура, рельєф, висота, концентрація забруднень тощо);

- простота моделі даних для зберігання, обробки та відображення;

- дозволяють створювати високоякісні карти з плавними градаціями кольорів і тіней, що забезпечує їх візуальну наочність.

До недоліків растрових даних відносяться:

- великі обсяги даних займають багато місця на диску, особливо при високій роздільній здатності або великій території охоплення;

- обмежена можливість атрибутивного зберігання оскільки у кожного пікселя є лише одне значення;

- ці дані не можуть бути збільшені або зменшені при масштабуванні без втрати якості;

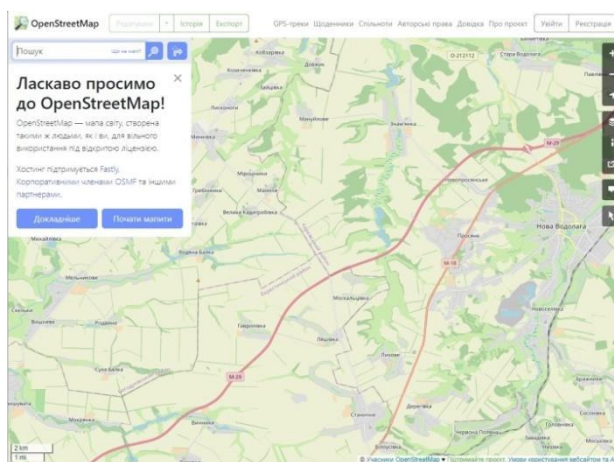
- складність у відображенні дискретних об'єктів.

За ступенем доступності геопросторові дані можна поділити на відкриті, обмежені (або ліцензовані), конфіденційні та автентичні.

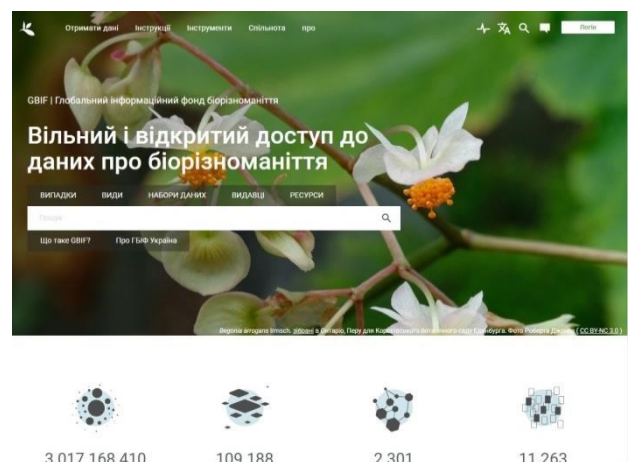
*Відкриті* геопросторові дані доступні для вільного використання, зміни, розповсюдження та повторного використання будь-ким без значних правових або технічних обмежень. Сьогодні уряди багатьох країн, дослідницькі організації та зацікавлені сторони з бізнес-сектору, все частіше надають вільний доступ до різного роду геопросторових даних, як правило про

землекористування та земельний покрив, екологічні показники, цифрові топографічні карти тощо. Таким чином реалізується їх потенціал для сприяння економічним, соціальним та екологічним можливостям [13]. На даний час є багато прикладів порталів з геопросторовими даними у вільному доступі: *NASA Earth Observation Data*, *Copernicus Open Access Hub*, *USGS Earth Explorer* та інші (ДОДАТОК А).

Окремо слід відзначити відкриті геопросторові дані, які формуються волонтерами за механізмом краудсорсингу. Краудсорсинг означає залучення до збору інформації великої кількості людей (оплачуваних або неоплачуваних) для збору інформації через Інтернет [20]. Важливо, що такі проекти припускають можливість їх перевірки професійними вченими або фахівцями відповідної галузі. В якості приклада можна навести плагіни *OpenStreetMap* (карта світу – рис. 1.4 А) та *iNaturalist* (данні про біорізноманіття Землі – рис.1.4 Б). У збиранні геопросторових даних в рамках відкритого проекту міжнародної некомерційної організації «Фонд *OpenStreetMap*» приймає участь декілька мільйонів користувачів і він охоплює всю поверхню Землі. Геопросторові дані даного проекту можуть бути використані з будь-якою метою (включаючи комерційну), за умови посилання на джерело.



А



Б

Рис. 1.4. Головні вікна краудсорсингових проектів *OpenStreetMap* (А) і *iNaturalist* (Б) з геопросторовими даними

Подібні джерела геопросторових даних набувають все більшої популярності, але, як зазначає Д. Колман, оскільки ці дані збираються

користувачами з різним рівнем підготовки, а також через суб'єктивність учасників або недосконалість інструментів, якими вони користуються, вони можуть включати помилки та неточності [21].

Доступ до *обмежених* (платних) геопросторових даних регламентується певними правилами або законами. Ці обмеження можуть стосуватися як доступу до самих даних, так і до їх використання. Обмеження доступу пов'язані переважно з комерційними інтересами постачальника даних. Геопросторові дані є формою інтелектуальної власності. Збір, обробка та оновлення геопросторових даних – це ресурсомісткі процеси, які вимагають значних інвестицій. Для багатьох компаній надання геопросторових даних є основним видом діяльності і вони встановлюють ціни, необхідні для отримання прибутку.

Але на відміну від відкритих даних, платні дані, як правило, мають вищу якість і деталізацію, оновлюються частіше і, що дуже важливо, постачальники таких геопросторових даних надають технічну підтримку своїм клієнтам.

У якості приклада таких даних можна навести плагін *Places dataset* від компанії *SafeGraph*, який містить вичерпну інформацію про понад 40 мільйонів визначних місць у всьому світі.

*Конфіденційні* геопросторові дані отримати можна тільки з дозволу відповідних державних структур, тому що вони пов'язані з критичною інфраструктурою, військовими об'єктами або стратегічними ресурсами і часто класифікуються як секретні або конфіденційні. Також ця інформація може бути обмежена, якщо вона стосується особистого життя людей (наприклад, адреси, дані про здоров'я), або має комерційну цінність і може дати конкурентну перевагу.

*Автентичні* геопросторові дані – це дані, зібрані та оброблені конкретною організацією або особою для задоволення своїх власних потреб. На відміну від відкритих даних, доступних для широкого загалу, власні дані

можуть бути внутрішніми для компанії, установи або індивіда. Вони можуть бути отримані безпосередньо на об'єкті дослідження за допомогою GPS-приладів, дронів, наземних лазерних сканерів, різноманітних датчиків тощо. Як результат, автентичні дані точно відповідають напрямку досліджень, мають високу точність та конфіденційність. Відкритість доступу до цих даних вирішує їх власник.

Геопросторові технології широко використовуються для вирішення проблем реального світу у різних секторах науки та економіки. Тому за призначенням та сферою застосування геопросторові дані демонструють різноманітність використання.

У 2018 році Економічна і соціальна рада ООН затвердила мінімальний список із 14 основних тем геопросторових даних. Ці теми включають глобальні геодезичні бази даних, адреси, будівлі та поселення; висоти і глибини; функціональні зони; географічні назви; геологію і ґрунти; ґрунтовий покрив і землекористування; земельні ділянки; ортофотографію; фізичні інфраструктури; розміщення населення; транспортні мережі і воду (рис. 1.5). Цей список був взятий за основу класифікації геопросторових даних за призначенням та сферою застосування.



Рис. 1.5. Основні теми геопросторових даних за Економічною та Соціальною Радою ООН (побудовано з використанням даних А. Salman та інші [39])

В цілому, геопросторові дані мають широкий спектр застосувань, включаючи сільське та лісове господарство, гідрологію, навігацію, геологію, гірничу справу, археологію, ландшафтний покрив і землекористування, моніторинг природних ресурсів, прогнозування клімату, транспорт, міське планування тощо. Слід зазначити, що напрямки застосування геопросторових даних набагато ширше зазначених на рисунку 1.5 і рік у рік цей список розширюється.

## 1.2. Джерела геопросторових даних

Існує безліч джерел, які можуть надати геопросторові дані (рис.1.5).



Рис. 1.6. Джерела отримання геопросторових даних



Однією з найбільш універсальних і захоплюючих технологій, яка широко використовуються в індустрії збору геопросторових даних, є дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). За останні кілька десятиліть спільнота дистанційного зондування досягла значних успіхів у можливостях збору геопросторової інформації, включаючи швидкість, простоту та малу собівартість. Сприяють цьому також суттєве розширення супутникових платформ і платформ на основі безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Здатність останніх отримувати зображення з високою роздільною здатністю, оперативність та автономність зробило революцію в галузі збору геопросторових даних.

Сьогодні існує багато платформ з відкритим доступом до супутникових знімків, які надають користувачам можливість отримати доступ до великої кількості геопросторових даних для різних завдань: від освітніх досліджень до моніторингу екологічних змін та управління ресурсами. Серед головних: *USGS Earth Explorer*, *Sentinel Hub*, *Copernicus Open Access Hub* та інші. В ДОДАТКУ Б наведено посилання на ці та інші платформи.

Оцифровані карти – це традиційні паперові карти, які були перетворені в цифровий формат за допомогою процесу сканування та геореференцій, що дозволяє використовувати ці карти в геоінформаційних системах (ГІС). Ці карти можуть містити різні шари інформації, такі як топографія, дороги, водні ресурси, ландшафтні зміни та багато іншого. Вони є цінним джерелом геопросторової інформації, яка доповнює сучасні методи збору даних, такі як супутникові знімки та дані з БПЛА. Це найбільш ефективне джерело геопросторової інформації, оскільки дозволяє швидко отримати дуже важливу інформацію великого об'єму, яка вже готова до використання.

Сьогодні існує багато платформ, які надають доступ до топографічних та тематичних цифрових карт у вільному доступі. Вони належать як державним, так і комерційним установам і дозволяють використовувати геопросторові дані для різних досліджень, освітніх цілей та аналізу. Серед

найбільш популярних: *OpenStreetMap* (краудсорсинговий проєкт, який надає відкриті географічні дані, створені та підтримувані волонтерами з усього світу); *Natural Earth* (набір геопросторових даних, які доступні для публічного використання і включають детальні карти світу на різних масштабах, включаючи політичні кордони, гідрографію, населені пункти та інші шари); *Mapbox* (платформа, яка пропонує доступ до вільних картових даних і дозволяє розробляти власні карти для веб-сайтів і додатків) тощо.

Група наземних геопросторових даних включає дані польових досліджень, результати топографічної зйомки, дані визначень GPS та показники різноманітних фізико-географічних вимірювань. Ці дані забезпечують реалістичну основу для аналізу природних і антропогенних процесів, а також для підтримки рішень у сфері управління природними ресурсами та просторового розвитку.

Так дані польових досліджень збираються під час польових експедицій і досліджень на місцевості. Вони можуть включати інформацію про ландшафти, рослинний покрив, кліматичні умови та інші екологічні параметри. Топографічна зйомка використовується для створення детальних карт на основі геодезичних досліджень. GPS-вимірювання дозволяють отримати точні координати об'єктів на місцевості. Ці дані використовуються для побудови цифрових моделей місцевості, маршрутів, а також в реальному часі для моніторингу рухомих об'єктів. Фізико-географічні вимірювання включають показники різних природних параметрів, зібрані за допомогою вимірювальних приладів, таких як кліматичні станції, гідрологічні сенсори, прилади для вимірювання складу ґрунту, вологості, температури тощо.

Статистичні геопросторові дані поєднують просторову інформацію (розташування об'єктів на земній поверхні) зі статистичними показниками, що описують певні соціально-економічні, демографічні, екологічні чи інші явища. Такі дані використовуються для вивчення, аналізу та візуалізації процесів, що мають територіальну складову і включають дані демографічних переписів

населення, показників економічного розвитку (доходи населення, зайнятість, ВВП та ін.), соціальні показники та ін. Вони обов'язково мають часову складову.

Геоінформаційні системи дають змогу інтегрувати статистичні (атрибутивні) дані з картографічними, що дозволяє проводити детальний аналіз територіальних процесів та їхніх взаємозв'язків. В якості приклада джерел статистичних геопросторових даних можна навести наступні ресурси: *FAO* (статистичні дані у сфері світового продовольства), *Eurostat* (статистичні дані ЄС з економіки, демографії, промисловості, торгівлі та ін.), *Укрстат* (економіко-статистична інформація діяльності України, та регіонів) тощо. Посилання на ці та інші джерела зі статистичними даними наведено в ДОДАТКУ А.

Дані соціальних мереж також можуть бути використані як джерела геопросторових даних, оскільки багато платформ збирають і зберігають інформацію про місце розташування користувачів під час створення контенту, такого як публікації або фотографії [7, 35]. Так користувачі *Facebook*, *Instagram*, *Twitter* та інших мереж можуть позначати своє місце розташування під час публікацій, додаючи гео-теги або вказуючи місце перебування.

Смартфони є потужним інструментом для збору та використання геопросторових даних, оскільки більшість сучасних смартфонів мають навігаційні модулі GPS, які дозволяють визначати місцезнаходження користувачів у просторі та часі. Також смартфони можуть визначати місцезнаходження за допомогою базових станцій мобільного зв'язку. Хоча точність таких даних нижча, ніж у GPS, цей метод є корисним у місцях з поганим супутниковим сигналом.

Сьогодні в літературі можна зустріти приклади використання смартфонів для оцінки мобільності населення, у геомаркетингу, будівництві, екологічному моніторингу тощо [34].

Процес отримання геопросторових даних передбачає їх збір з як можна більшої кількості джерел за допомогою різних технологій та методів. Загалом, геопросторові дані можна збирати двома основними способами: безпосередньо з первинних джерел або опосередковано з вторинних джерел.

Первинні (прямі) дані отримуються безпосередньо в процесі збору інформації і є вихідним матеріалом для геопросторового аналізу. До основних первинних джерел геопросторових даних належать результати польових досліджень, дані дистанційного зондування та GPS. Сьогодні багато наукових дисциплін про Землю розробили спеціальні методики дослідження, оскільки вони в багатьох випадках залишаються найнадійнішим джерелом даних. Але основна проблема з первинними геопросторовими даними полягає в тому, що не завжди зрозумілий процес, за допомогою якого вони були зібрані, які були параметри інструментів, що використовувалися і як підтримувалися вимоги до якості даних.

Вторинні (непрямі) дані – це дані, які були зібрані раніше та перероблені або отримані від інших джерел для подальшого використання. Вони часто використовуються для створення нових карт, моделей або аналізу. До таких джерел належать друковані карти, наявні цифрові набори даних, статистичні дані тощо. У своїй більшості їх можна отримати з існуючих джерел, які були зібрані для цілей, відмінних від поточного дослідження. Тому вони можуть бути дешевшими та швидшими у використанні, оскільки вони вже були зібрані, але їхня актуальність або точність можуть бути нижчими.

Використання обох типів даних залежить від завдань, бюджету та доступності ресурсів для аналізу.

### **1.3. Геопросторові дані у контексті досліджень сучасної географічної науки: перешкоди та виклики**

Сьогодні ні в кого не викликає сумніву значення геопросторових даних в розвитку географічної науки, оскільки вони дозволяють вивчати та розуміти

просторово-часові аспекти фізичних, біологічних і соціально-економічних явищ. Однак їхнє використання супроводжується низкою перешкод та викликів. Надамо характеристику основних проблем, які виникають у роботі з геопросторовими даними.

*1. Низка якості геопросторових даних.* Особливого сенсу ця проблема набуває у зв'язку з великим практичним значенням результатів геопросторового аналізу, повнота і точність яких залежить в першу чергу від якості геопросторових даних. Як результат, дані, якість яких скомпрометована, можуть привести до неточних карт, помилкового аналізу та, зрештою, до катастрофічних наслідків.

Параметри якості геопросторових даних відомі як елементи якості просторових даних, які дають змогу оцінити, наскільки той або інший набір даних відповідає визначеним критеріям. Вони включають: повноту даних, логічну узгодженість даних, точність місцеположення об'єктів, тематичну та часову точність даних які є ключовими аспектами якості геопросторових даних (рис. 1.7).

Повнота даних описує, чи охоплюють дані всі потрібні об'єкти та атрибути для конкретного аналізу або застосування. Вона також вказує, чи не бракує об'єктів або атрибутів. Існують два типи повноти: тематична повнота демонструє чи включені всі необхідні об'єкти або класи об'єктів, а просторова повнота характеризує ступінь покриття даними території дослідження.

Логічна узгодженість визначає, наскільки дані є внутрішньо послідовними та відповідають правилам і форматам. Вона охоплює топологічну узгодженість (перевірка коректних топологічних відносин між об'єктами, наприклад, дороги не повинні перетинати річки без мосту), атрибутивну узгодженість (перевірка, чи є значення атрибутів логічними та коректними) та форматну узгодженість (відповідність даних формату, в якому вони мають бути збережені або оброблені).



Рис. 1.7. Елементи якості геопросторових даних

Точність місцезнаходження визначає, наскільки точно координати об'єкта відповідають його реальному положенню на Землі. Вона має дві складові: абсолютна точність, яка визначає відхилення між вимірним положенням об'єкта та його справжнім положенням у глобальній системі координат та відносна точність, яка відображає точність у відносному розташуванні об'єктів один щодо іншого.

Тематична точність стосується відповідності даних конкретним атрибутам або категоріям, якими вони описуються. Наприклад, чи правильно класифіковані об'єкти як "дорога", "ліс", "будівля". Важливо, щоб тематика об'єктів була точною та зрозумілою для користувачів.

Часова точність описує актуальність і точність часу збору даних. Важливо, щоб дані були зібрані й оновлені в правильний момент, особливо для динамічних процесів, таких як зміни клімату, дорожня інфраструктура або будівництво. Часова точність включає актуальність (наскільки свіжими є дані) та частота оновлень (наскільки часто дані оновлюються).

Визначення якості геопросторових даних досить складний процес, оскільки у них відсутні фізичні характеристики, які можна легко виміряти. Користувачі використовують різні методи для оцінки якості геопросторових даних [14, 36, 39]. Як відмічають А. Карпінський зі співавторами,

«концептуально процес визначення якості геопросторових даних можна розглядати як оцінювання відмінності реально вироблених даних від певного ідеального еталонного набору, в якому немає будь-яких помилок, що виникають у ході формування бази геопросторових даних» [3, 4].

На даний момент існує дві основні методики перевірки якості просторових даних: автоматизована перевірка даних та експертна перевірка даних. Автоматизовану перевірку розроблено для оцінки кількох аспектів якості об'єкта, включаючи його атрибуцію, цілісність і просторове співвідношення з іншими об'єктами. Однак не всі помилки в геопросторових даних можна виявити за її допомогою. Напівавтоматична перевірка оцінює якість просторових даних за допомогою взаємодії людини та введення даних. Найпоширенішим типом напівавтоматичного перегляду є процес візуального перегляду, який включає в себе пошук відсутніх, неправильно розміщених або неправильно закодованих функцій. Результати перевірки якості геопросторових даних використовуються для подальшого коригування та виправлення помилок.

2. *Обмежена доступність даних.* Дана перешкода пов'язана з неможливістю дослідникам та практикам отримувати повну та вичерпну геопросторову інформацію про об'єкт дослідження. Причин цьому декілька. В першу чергу, це пов'язано з тим, що багато високоякісних наборів геопросторових даних, таких як детальні супутникові знімки та дані, зібрані комерційними установами мають, на відміну від відкритих джерел, високу вартість. Також, в деяких регіонах діють закони або нормативні акти, які забороняють доступ до певних видів геопросторової інформації, наприклад, даних про військові або стратегічно важливі об'єкти. Ще один бар'єр пов'язаний із захищеністю авторським правом або інтелектуальною власністю комерційних продуктів, які мають жорсткі умови використання.

Часткове подолання цих перешкод можливе за допомогою відкритих платформ, краудсорсингу та політичних ініціатив щодо доступу до державних даних.

3. *Технічні перешкоди* пов'язані із невідповідністю наявної обчислювальної потужності та інфраструктури зі технічними вимогами до збору, аналізу та візуалізації геопросторових даних. Так, наприклад, зберігання великих масивів геопросторових даних, зокрема векторних та растрових файлів, супутникових зображень, потребує значних обсягів дискового простору. Також для ефективної обробки цієї інформації потрібні потужні сервери та спеціалізоване програмне забезпечення. Згідно з рекомендаціями фахівців *ESRI* для успішної роботи з геопросторовими даними обчислювальна техніка повинна мати наступні мінімальні технічні характеристики: багатоядерний процесор (принаймні 4 ядра) з тактовою частотою 2,5 ГГц або вище; RAM – 16 для середнього обсягу даних; для великих обсягів бажано 32 ГБ або більше, щоб забезпечити швидку обробку без переривань; потужна відеокарта з підтримкою обчислень (наприклад, NVIDIA з технологією CUDA); твердотільний накопичувач (SSD) на 512 ГБ або більше для швидшого завантаження і доступу до даних (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/get-started/arcgis-pro-system-requirements.htm>). Не менш важлива наявність швидкісного Інтернету, оскільки більшість геопросторових даних зберігається на віддалених серверах або хмарних платформах.

Не менш важливою перешкодою є висока вартість спеціалізованого програмного забезпечення: професійні програми для роботи з геопросторовими даними, такі як *ArcGIS* або *ERDAS*, може досягати кількох тисяч доларів.

Зрозуміло, що невеликі організації та освітні установи у своїй більшості не мають таких можливостей у зв'язку з обмеженими бюджетами. Для подолання даної перешкоди можна рекомендувати використовувати хмарні технології для зберігання та обробки даних і відкриті джерела геопросторових



даних (наприклад, *OpenStreetMap*) і платформи з відкритим кодом доступу (наприклад, *QGIS*).

4. *Проблеми інтерпретації та аналізу* геопросторових даних суттєво впливають на точність висновків і ефективність рішень. Вони виникають через складність обробки великих обсягів інформації, різноманітність джерел даних та технічні обмеження. Так геопросторові дані можуть зберігатися в різних форматах (векторні, растрові, табличні тощо), мати різну точність, бути зібрані на різних просторових рівнях і з різних джерел, що в цілому створює проблеми сумісності, ускладнює їх узгодження. Все це може вимагати спеціальних інструментів або методів, що може потребувати додаткових зусиль та ресурсів.

Окрім того, геопросторові дані часто містять величезні обсяги інформації (наприклад, супутникові знімки), які складно обробити за допомогою традиційних методів і програмного забезпечення. При цьому, процеси обробки великих обсягів даних можуть бути дуже тривалими і вимагати значних обчислювальних ресурсів.

Для подолання даної перешкоди сьогодні активно використовуються методи *Big Data*-обробки та аналізу геопросторових даних, створюються стандарти для зберігання та обміну даними, використовуються сучасні інструменти візуалізації даних, такі як 3D-моделювання або інтерактивні карти.

Аналізуючи майбутній розвиток геопросторових даних, слід зазначити, що сучасні дослідження генерують все більше даних, що ставить питання про ефективне зберігання, управління та обробку таких даних, в зв'язку з чим виникає необхідність інтеграції нових технологій і в першу чергу це стосується штучного інтелекту (ШІ). ШІ надає нові можливості для автоматизації процесів, аналізу великих обсягів даних та підвищення точності інтерпретації.

Як зауважила Надін Аламе, генеральний директор відкритого геоінформаційного консорціуму: «Найбільша перевага штучного інтелекту

полягає в тому, що він дає нам змогу виконувати надзвичайно складні обчислення, пов'язані з величезними обсягами даних, послідовно та з неймовірною швидкістю. Це скоротило час, який люди повинні витратити на повсякденні, повторювані завдання, і дозволило їм витратити більше часу, зосереджуючись на критично важливих завданнях, таких як застосування експертного судження або виявлення та визначення проблем, які потребують вирішення» (<https://www.geoweeknews.com/reports/harnessing-the-power-of-ai-in-the-geospatial-industry>).

Як результат, сьогодні сформувався новий напрямок досліджень – геопросторовий штучний інтелект (ГеоШІ), який представляє собою інтеграцію штучного інтелекту з ГІС та геопросторовими даними (рис. 1.8), метою якого є краще рішення різноманітних геопросторових завдань.

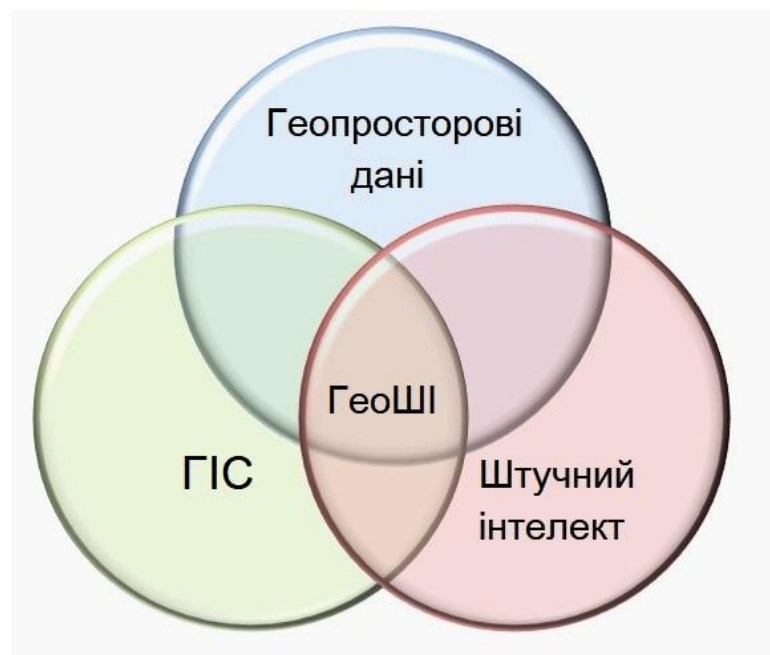


Рис. 1.8. Головні складові геопросторового штучного інтелекту.

Важливим аспектом ГеоШІ є застосування традиційних методів штучного інтелекту при отриманні геопросторових даних шляхом вилучення, класифікації та виявлення інформації з структурованих і неструктурованих даних. До цих даних відносяться табличні дані, ДЗЗ і навіть текстові дані [19].

ГеоШІ змінює швидкість аналізу складних наборів геопросторових даних, допомагаючи у вирішенні найнагальніших проблем Землі. Він розкриває та допомагає сприймати складні закономірності та зв'язки в різноманітних даних, кількість яких продовжує суттєво зростати.

Основними напрямками використання ГеоШІ є:

- *Автоматизований збір геопросторових даних.* Алгоритми ГеоШІ дозволяють на аерокосмічних знімках за допомогою комп'ютерного зору автоматично ідентифікувати об'єкти та отримувати інформацію про стан територій з високою швидкістю і точністю, зменшуючи людську помилку до мінімуму.

У якості приклада можна навести дослідження, які були проведені дослідниками лабораторії *AI for Good Lab* після землетрусу в Туреччині 6 лютого 2023 року. Завдяки використанню методів штучного інтелекту і супутникових зображень з високою роздільною здатністю, отриманих за перші 3 дні катастрофи, була проведена експрес оцінка ступені руйнування будівель у постраждалому регіоні (рис. 1.9). За традиційною методикою цей процес зайняв би декілька місяців.



Рис. 1.9. Оцінка ступені руйнування будівель після землетрусу в Туреччині з використанням методів штучного інтелекту і супутникових зображень (за даними <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/geospatial-machine-learning/>)

- *Обробка та інтерпретація великих обсягів геопросторових даних в реальному часі.* Застосування ГеоШІ забезпечує оптимізацію процесів збору, обробки та аналізу великих обсягів геопросторової інформації, що дозволяє отримувати оперативні та детальні аналітичні дані. Так в умовах швидкого розвитку технологій, такі джерела, як GPS-пристрої, мобільні додатки або сенсори на транспортних засобах, надають величезні обсяги геопросторових даних в реальному часі. ГеоШІ може використовуватися для аналізу руху транспорту в реальному часі, прогнозування заторів та оптимізації транспортних потоків. Як приклад, можна навести інтелектуальну транспортну систему, запропоновану компанією *ISARSOFT*. В її основі – ГеоШІ. Аналізуючи інформацію про стан дорожнього руху в режимі реального часу, система керує транспортним трафіком, що безпосередньо проявляється в підвищеній безпеці та ефективності транспортних потоків (рис. 1.10).

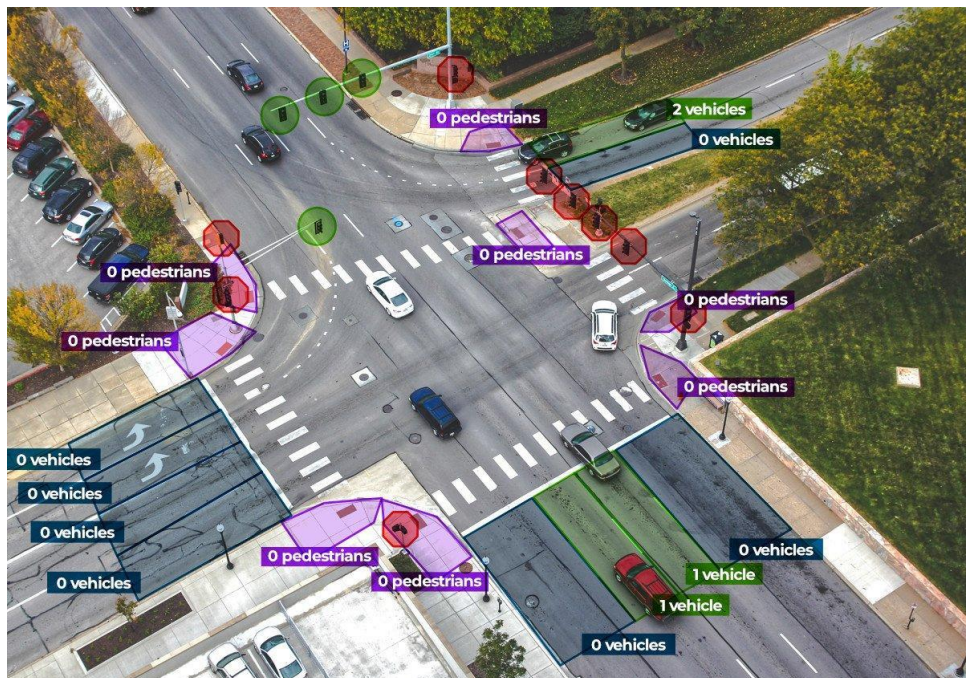


Рис. 1.10. Управління транспортним трафіком за допомогою ГеоШІ (за даними <https://parquery.com/breaking-the-loop/>)

- *Просторова прогнозна аналітика.* ГеоШІ дозволяє передбачати майбутні зміни у просторі на основі аналізу великих обсягів історичних та поточних геопросторових даних. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення

у сферах, таких як екологічне управління, міське планування, управління катастрофами та зміна клімату. Наприклад, модель штучного інтелекту *Google DeepMind* під назвою *GraphCast* була навчена на майже 40-річних історичних даних і це дозволяє робити 10-денний прогноз із шестигодинним інтервалом для місць, розташованих по всій земній кулі, менш ніж за хвилину (рис. 1.11). При цьому *GraphCast* виявився на 10 відсотків точнішим, ніж традиційна європейська модель прогнозу погоди.

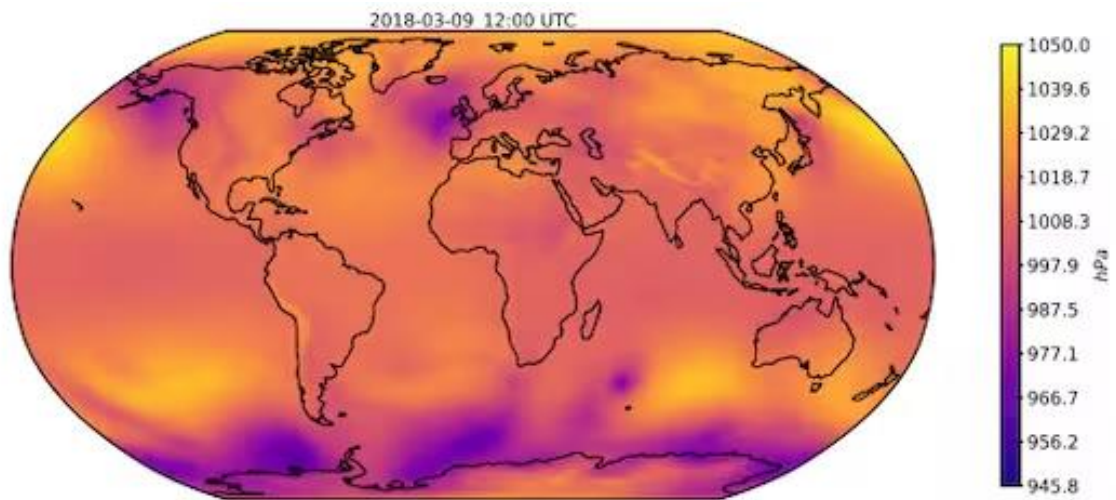


Рис. 1.11. Прогноз атмосферного тиску GraphCast. (за даними <https://www.washingtonpost.com/weather/2023/11/14/weather-forecasting-artificial-intelligence-google/>)

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Проведені дослідження використання геопросторових даних у географічній науці дозволяють зробити висновки:

1. Проаналізовано поняття геопросторових даних в науковій літературі.
2. Розглянуте походження та розвиток геопросторових даних в історичному аспекті, дана характеристика основних етапів їх розвитку.
3. Розроблені класифікації геопросторових даних за типом просторового представлення, ступенем їх доступності, за призначенням та сферою застосування.
4. Проаналізовані головні джерела отримання геопросторових даних.
5. Створена інформаційна база даних найбільш поширених, відкритих джерел геопросторових даних різної тематичної спрямованості.
6. Дана характеристика основних проблем, які виникають у роботі з геопросторовими даними (низька якість, обмежена доступність, технічні перешкоди, проблеми інтерпретації та аналізу тощо) та можливі шляхи їх подолання.
7. Проаналізовано новий напрямок досліджень – геопросторовий штучний інтелект, який представляє собою інтеграцію штучного інтелекту з ГІС та геопросторовими даними, метою якого є більш ефективне рішення різноманітних геопросторових завдань.

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ПРИ ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ «ГЕОГРАФІЧНИЙ ПРОСТІР ЗЕМЛІ» (11 КЛАС)**

### **2.1. Стан проблеми застосування геопросторових даних в шкільному курсі географії**

Не викликає сумніву думка про необхідність як можна ширшого застосування геоінформаційних технологій в шкільну географічну освіту. Розвиток аналітичного мислення, практичне застосування знань, інтерактивність навчання – це тільки невеликий перелік переваг, які забезпечує використання цих інноваційних технологій в навчальному процесі[15].

Але, як справедливо відмічає видатний фахівець з ГІС-технологій Дж. Керські [26], інтеграція геоінформаційних технологій у класи середньої школи надзвичайно повільна. Причин тут декілька: загальна відсутність моделей географічного педагогічного змісту, загальна відсутність моделей географічного педагогічного змісту, висока вартість технологічного обладнання та інші. Але одна з головних – обмежений доступ до освітніх геопросторових даних і незрозуміла педагогічна модель їх застосування в освітньому процесі.

Не справедливо говорити, що в цьому напрямку нічого не робиться. У науковій та науково-методичній літературі можна зустріти приклади застосування освітніх геопросторових даних в курсі географії шкільних програм різних країн світу. Так в роботі С. Ріда із співавторами [37] обговорюється питання створення навчальних матеріалів, які містять компоненти просторового мислення. На думку авторів, якщо раніше вчитель був основним джерелом навчання, то в наш час треба вже розглядати інші джерела інформації. І це особливо актуально при дистанційному навчанні. У якості таких джерел рекомендується використовувати інформаційні бази

даних, які надають потрібні геопросторові дані для їх подальшого використання за допомогою ГІС.

Цю думку також підтримують С. Денг із співавторами [22]. У своїх дослідженнях вони наголошують, що активне використання онлайн-навчальних джерел геопросторових даних має позитивний вплив на пом'якшення проблем наукової освіти в системі наук про Землю та має потенціал для сприяння більш глибокому навчанню.

Як приклад можливостей використання онлайн-платформ в якості джерел освітніх геопросторових вони продемонстрували, як онлайн-середовище *GeoBrain* може слугувати доступним навчальним ресурсом. Цей проєкт, що фінансується НАСА, являє собою повністю систему геопросторового веб-порталу, здатну задовольнити потреби освітян у різноманітній геопросторовій інформації.

У. Кіра та Н. Сумарі [28] своїми дослідженнями доводять що успішне впровадження геоінформаційних технологій на уроках географії значною мірою залежить від створеної бази даних різнотематичних геопросторових даних. У якості приклада такої освітньої бази даних можна навести колекцію з більш ніж 800 аерокосмічних знімків, яка створена науковцями Криворізького державного педагогічного університету (Україна). У ній знімки об'єднані за принципом відповідності вимогам до освітніх ресурсів, а саме, їх високе інформаційне навантаження і наочність. Для роботи з колекцією була використана програма *PhoA*, яка представляє собою просту і достатньо ефективну базу даних оперування цифровими зображеннями. Вона включає пошукову систему за ключовими словами, а для кожного знімку наведено його опис [9].

Окрема необхідно відзначити роботу А. Дорінга, яка заснована на розумінні того, що геопросторові технології є конструктивістським інструментом, за допомогою якого учні можуть будувати власні знання з використанням інструментів з автентичними даними [24]. На власному



прикладі було доведено, що дуже цікаві і актуальні геопросторові дані для їх інтегрування в шкільну програму можна отримати завдяки власним спостереженням у своєму регіоні або під час подорожі.

Аналізуючи ці та інші джерела наукової та науково-методичної інформації [1, 10, 25, 29, 38], можна визначити переваги, які отримує вчитель завдяки використанню геопросторових даних:

1. *Покращення візуалізації навчального матеріалу.* Геопросторові дані дозволяють візуалізувати інформацію про навколишнє середовище, що робить матеріал більш наочним і зрозумілим для учнів. Інтерактивні картографічні платформи та ГІС дозволяють учням не лише переглядати мапи, а й досліджувати рельєфи, кліматичні умови, зміни екосистем у різних часових проміжках та аналізувати зв'язки між об'єктами. Наприклад, використання таких інструментів, як *Gapminder*, допомагає вчителям візуально продемонструвати глобальні зміни (з 1800 року до нашого часу), як-от урбанізацію, демографічні показники (рис. 2.1), зміни клімату, ВВП тощо, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

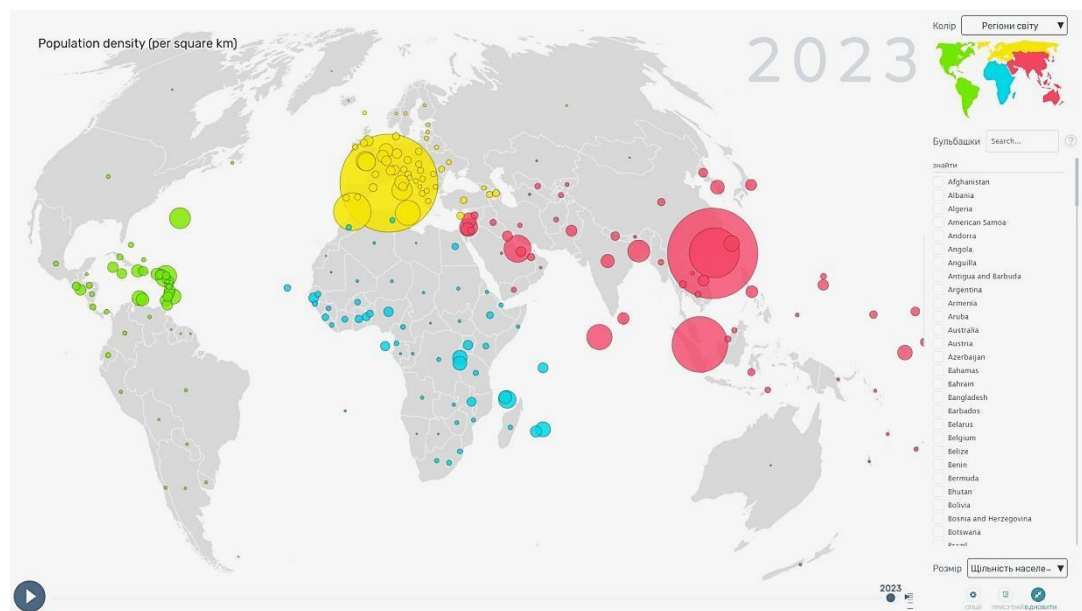


Рис. 2.1. Карта щільності населення в країнах світу у 2023 році (за даними сайту [www.gapminder.org/tools](http://www.gapminder.org/tools))

Геопросторові дані також надають можливість для створення тривимірних моделей місцевості, які допомагають учням краще уявити розташування та форму об'єктів у просторі. Це особливо корисно при вивченні складних тем, таких як гірські системи чи різні типи ландшафтів, дозволяючи учням зануритися у дослідження ландшафту, розширюючи межі їхнього розуміння (рис. 2.2).



Рис. 2.2. 3D-модель гірського рельєфу Альп (отримано за допомогою ресурсу Гугл Планета Земля)

2. *Підвищення зацікавленості учнів.* Геопросторові дані забезпечують захопливий спосіб вивчення географії, залучаючи учнів до аналізу реальних ситуацій та даних. Вони також дозволяють проводити інтерактивні проєкти і моделювати реальні ситуації, як-от екологічні дослідження або міське планування, що підсилює відчуття практичної значущості знань (рис. 2.3). Крім того, активне використання таких даних підтримує інтерес учнів до технічних навичок, таких як аналіз даних і робота з програмним забезпеченням, що стає все важливішим в сучасному суспільстві.

3. *Індивідуалізація навчання.* Використання геопросторових даних на уроках географії дозволяє налаштовувати завдання, орієнтуючись на інтереси, рівень підготовки та здібності кожного учня. Завдяки доступу до інструментів,

таких як ГІС, учні можуть обирати власні теми досліджень, що дозволяє навчальному процесу стати більш гнучким та адаптивним до потреб учня.

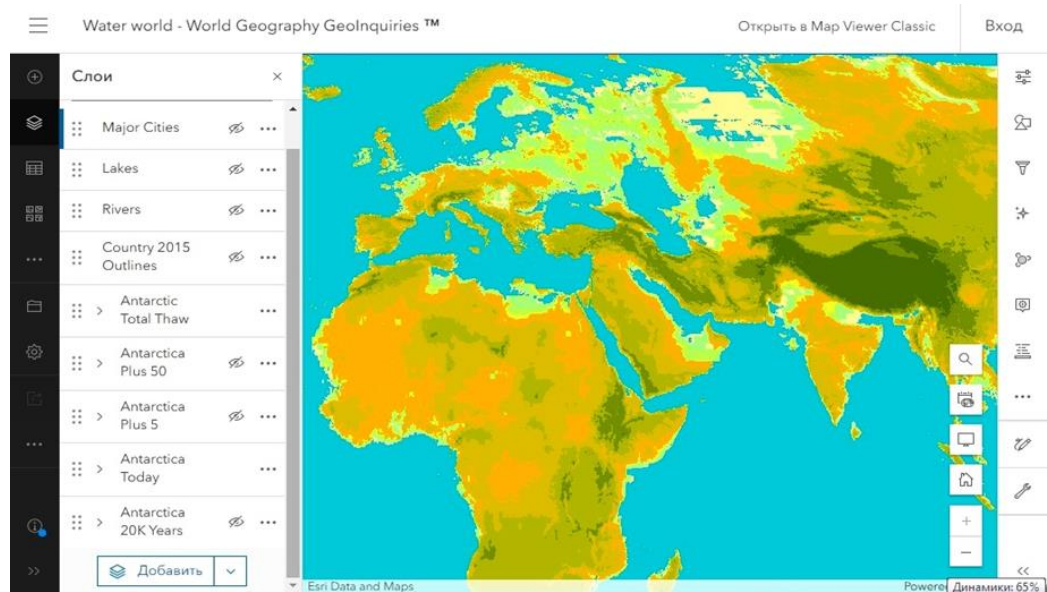


Рис. 2.3. Карта прогнозу рельєфу Землі після танення льодовикового покриву Антарктиди (отримано за допомогою ресурсу *GeoInquiries*)

Завдання, побудовані на основі геопросторових даних, можуть мати різний рівень складності та включати індивідуальний підхід, залежно від рівня аналітичних навичок учнів.

#### 4. Формування навичок роботи з геоінформаційними технологіями.

Геопросторові дані дозволяють формувати у учнів навички роботи з геоінформаційними технологіями, розвиваючи важливі вміння аналізу та візуалізації просторових даних. Цей процес включає навчання базовим принципам роботи з ГІС.

Приклади навчальних завдань на основі геопросторових даних можуть включати дослідження місцевих екологічних проблем, відстеження зміни ландшафту, визначення впливу урбанізації або дослідження кліматичних змін на певній території [31]. Це дозволяє учням працювати з реальними даними, проводити аналіз та формувати висновки на основі їх власних спостережень. Для польових досліджень учні можуть використовувати смартфони, які збирають дані про локації об'єктів місцевих ландшафтів.

5. *Доступ до великого обсягу інформації.* Геопросторові дані, зокрема з відкритих джерел, надають можливість вчителям працювати з актуальними і детальними картографічними, кліматичними, демографічними та іншими даними. Доступ до великого обсягу геопросторових даних також сприяє розвитку навичок аналізу і обробки інформації, формує цифрові компетенції і стимулює учнів до дослідницької діяльності, що значно підвищує їхню зацікавленість у вивченні предмету.

Вчителі можуть ефективніше і візуально подавати складний навчальний матеріал, інтегруючи в уроки різноманітні динамічні карти, супутникові знімки, цифрові моделі рельєфу (рис. 2.4) тощо.

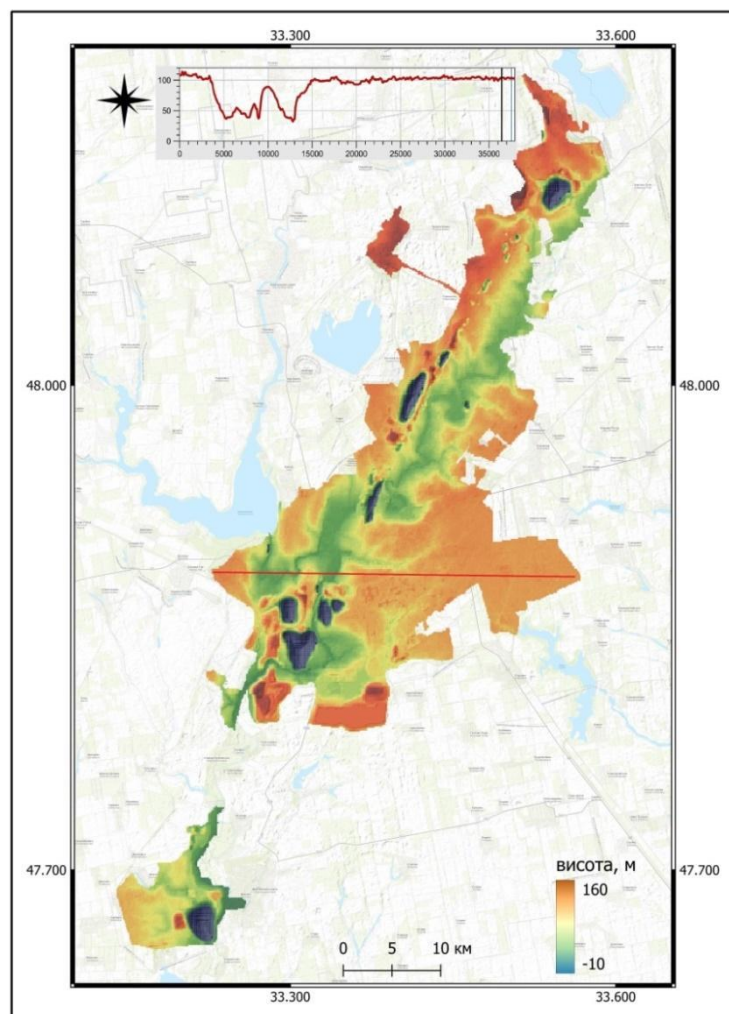


Рис. 2.4. Цифрова модель рельєфу міста Кривий Ріг (з колекції Холошина І.В, побудована за результатами аналізу *SRTM*-знімки в програмі *QGIS*)

Дуже важливе питання, за якими критеріями вчитель повинен вибирати геопросторові дані для їх використання в навчальному процесі, якщо вони не адаптовані для цього. В таблиці 2.1 зведені головні вимоги до геопросторових даних, які дозволяють відносити їх до освітніх елементів.

Таблиця 2.1

Головні вимоги до геопросторових даних, які дозволяють відносити їх до освітніх елементів

Критерії	Загальна характеристика
Точність і актуальність даних	Дані повинні бути оновленими та відображати сучасний стан досліджуваних об'єктів чи територій, щоб учні могли отримати правдиві уявлення про реальні географічні явища
Доступність	Дані мають бути легкодоступними для викладачів та учнів, бажано через відкриті платформи або ресурси з мінімальними фінансовими витратами.
Зрозумілість і структурованість	Інформація має бути добре організованою, з чіткими описами та класифікацією, щоб учні могли легко інтерпретувати дані. Дані повинні супроводжуватися поясненнями або навчальними матеріалами для полегшення розуміння
Відповідність освітнім цілям	Дані мають відповідати навчальним програмам і цілям курсу, забезпечуючи відповідність темам, які вивчаються на уроках географії
Можливість інтерактивного використання	Дані повинні підтримувати інструменти для взаємодії, аналізу та візуалізації (наприклад, через ГІС-платформи або спеціальні програми). Це дозволяє учням працювати з даними безпосередньо, що сприяє розвитку практичних навичок
Безпека і конфіденційність	Якщо дані містять особисту або конфіденційну інформацію (наприклад, геодані користувачів), важливо, щоб вони були оброблені відповідно до вимог конфіденційності, щоб забезпечити безпеку учнів та уникнути юридичних ризиків

Дотримання цих вимог сприяє ефективному використанню геопросторових даних у навчальних цілях і допомагає вчителю надавати цікаву і актуальну інформацію, що сприяє розвитку у учнів геоінформаційних компетенцій. Але в своїй більшості, вчитель повинен провести попередню підготовку отриманих геопросторових даних яка повинна включати аналіз їх якості, формування структурованих та логічних пояснень, підбір платформ для їх демонстрації та інше.

Незважаючи на той факт, що більшість учителів розуміють, які широкі можливості відкриває для них використання геопросторових даних, але низка проблем, з якими їм приходится стикатися суттєво стримують це процес. Охарактеризуємо головні з цих проблем і запропонуємо варіанти їх вирішення.

1. *Обмежений доступ до геопросторових даних освітньої спрямованості.* Велика кількість геопросторових даних у вільному доступі не задовольняє попит на дані, які адаптовані до шкільної програми [ 9 ]. Багато доступних даних створено для професійного використання та не враховує рівень знань школярів. Щоб вирішити це, необхідно створювати спрощені та тематично спрямовані набори даних, які легко зрозуміти й адаптувати під конкретні навчальні теми.

Вирішення цієї проблеми можливо у декілька напрямках. По-перше, вчителі, які мають достатній рівень знань в галузі геоінформаційних технологій можуть самостійно адаптувати дані у вільному доступі (ДОДАТОК А) під теми шкільної програми.

Інший шлях – використання геоданих, які надають окремі комерційні організації, вони спрямовані на підтримку освіти в галузі геоінформаційних технологій. Так *ESRI* розробив платформу *GeoInquiries*, яка забезпечує доступ до геопросторових даних різної спрямованості (рис. 2.5).

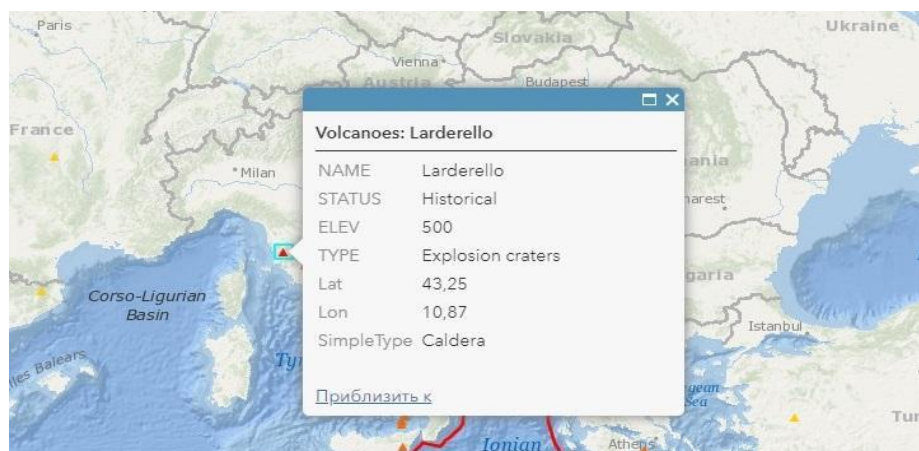


Рис. 2.5. Скриншот карти з короткою характеристикою вулкану на платформі *GeoInquiries*.

Окрім цього, вчитель може використовувати автентичні геопросторові дані. Як приклад, можна навести роботи Мішель Кастіо (рис. 2.6), яка продемонструвала, як учні можуть навчитися намалювати карту біорізноманіття місцевого середовища на основі даних, які самостійно зібтали.



Рис. 2.6. Приклад побудови карти біорізноманіття місцевого середовища (за даними <https://www.heritageinschools.ie/online-tutorials/how-to-make-a-biodiversity-map-of-your-garden2>).

*Технічні обмеження.* У наш час не всі школи мають необхідне апаратне забезпечення для роботи з геоінформаційними технологіями. Для роботи з геопросторовими даними потрібні потужні комп'ютери та сучасне програмне забезпечення, яке може бути відсутнім у навчальних закладах. Також в більшості шкіл немає доступу до спеціалізованого програмного забезпечення, яке може коштувати дорого. Все це посилюється ще і проблемою з підключенням до швидкого Інтернету.

Рішення можуть включати використання хмарних технологій, які менш вимогливі до потужності комп'ютерів, а також використання безкоштовного програмного забезпечення з відкритим кодом, наприклад *QGIS*, або використання хмарних ГІС-платформ, як-от *Google Earth Engine*, які зменшують вимоги до апаратного забезпечення, виконуючи онлайн-аналіз.

3. *Обмежена кількість годин у шкільному курсі географії.* Дана тенденція характерна, на жаль, для більшості країн світу. Так у більшості шкіл світу тижнева кількість годин у базовому курсі географії не перевищує 2-3

годин. При цьому, існуючі навчальні програми не передбачають роботу з геопросторовими даними. Зрозуміло, що все це суттєво обмежує освоєння нових інструментів та методів роботи.

Для подолання цих перешкод можна рекомендувати застосування геопросторових даних при викладанні інших предметів (історії, біології, фізики та ін.); використовувати проєктну роботу, де учні самостійно збирають і аналізують геопросторові дані для вирішення конкретних завдань; інтегрувати геопросторові дані в шкільні уроки у вигляді коротких (до 10-15 хвилин) завдань, які відповідають темі шкільної програми тощо.

4. *Невизначеність педагогічних методів навчання.* Як можна бачити з різноманітних джерел [12, 26, 37], це одна з головних проблем, яка стримує вчителів до впровадження геопросторових даних в навчальний процес. Питання педагогічних методів та технологій для використання геопросторової інформації у процес навчання географії залишаються недостатньо вивченими та розробленими.

В якості приклада розглянемо деякі ефективні методи та технології:

- Проблемне навчання. Це потужний педагогічний метод, який заохочує учнів до активного пізнання та самостійного вирішення проблем. Завдяки використанню геопросторових даних, цей метод набуває особливої актуальності. Вчитель створює проблемну ситуацію, пов'язану з реальним географічним явищем або процесом. Наприклад: *Які будуть наслідки для нашої планети після танення льодовикового покриву Антарктиди?* Учні висувають різні гіпотези щодо вирішення проблеми, використовуючи свої попередні знання та логіку, а для перевірки гіпотез звертаються до різних джерел інформації, включаючи геопросторові дані на платформі *GeoInquiries* (дивись рис. 2.3). На основі аналізу даних учні формулюють висновки.

Проблемне навчання з використанням геопросторових даних розвиває критичне мислення, підвищує мотивацію та формує практичні навички у учнів.



• Проектна діяльність. Це метод дозволяє учням не просто засвоювати теоретичні знання, а й застосовувати їх на практиці, вирішуючи реальні завдання на основі геопросторових даних. Сенс проектної діяльності у залученні учнів до створення власних проєктів, де вони збирають, обробляють і аналізують геопросторові дані. Це може бути створення цифрових карт, моделювання природних явищ або розробка туристичних маршрутів.

Організація проектної діяльності повинна здійснюватися у декілька етапів:

1. Вибір теми. Вчитель обирає тему проєкту яка повинна відповідати темі шкільної програми, бути цікавою для учнів, а також відповідати їхнім знанням та вмінням.
2. Формування груп. Учні об'єднуються у групи для розподілу завдань між ними.
3. Розробка плану роботи: вчитель визначає завдання проєкту, терміни виконання, розподіл ролей.
4. Пошук інформації: учні під наглядом учителя шукають необхідні дані в різних джерелах, включаючи різноманітні ресурси геопросторових даних, бібліотеки, статистичні збірники.
5. Обробка даних: учні аналізують отримані дані, виявляють закономірності, будують графіки, діаграми.
6. Презентація результатів: учні презентують свої проєкти, захищають свої висновки.

У якості приклада можна розглянути проєкт *«Каховське водосховище очами супутника»* в якому учні аналізують отримані за допомогою георесурсу *Гугл Планета Земля* різночасові супутникові знімки цього об'єкту (рис. 2.7), виявляють зміни в ландшафті, оцінюють їх екологічні наслідки.

Проектна діяльність дозволяє активувати процес навчання та забезпечує зв'язок теорії з практикою. Важливо, що через практичну роботу з

геопросторовими даними учні глибше розуміють складні географічні процеси та явища.

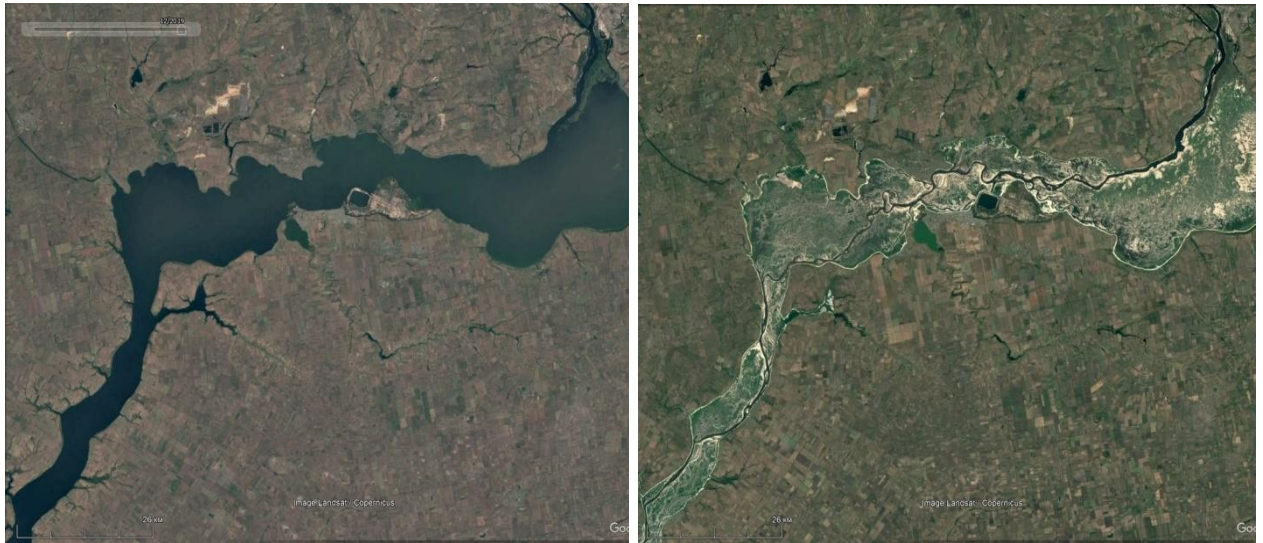


Рис. 2.7. Супутникові знімки зміни ландшафту на місці Каховського водосховища. Різномасштабні знімки 2019 (зліва) та 2024 (справа) років отримані за допомогою георесерсу *Гугл Планета Земля*.

- Ігрові технології. Гейміфікація освітнього процесу робить процес навчання більш цікавим та ефективним, перетворюючи його на захоплюючу пригоду. Географічні ігри можуть допомогти учням візуалізувати дані реального світу, зрозуміти просторові відносини та застосувати географічні концепції в інтерактивному режимі. Це дозволяє учням не просто запам'ятовувати факти, а й активно застосовувати знання на практиці, розвиваючи при цьому критичне мислення, комунікативні навички та вміння працювати в команді.

Можуть використовуватися ігри з інтерактивною картою (наприклад, *Гугл Планета Земля*), ігри-симулятори (*SimCity* або *Minecraft Education Edition*), рольові та пригодницькі ігри (*Ticket to Ride*, *Uncharted*).

У якості приклада наведемо веб-гру *GeoGuess*, яка переносить гравців у різні частини світу, у випадкові місця (від жвавих міських вулиць до віддалених сільських районів), як зображені у *Street View* від *Google Maps*. Мета гри – визначити місце розташування, використовуючи лише видимі

географічні підказки (рис. 2.8). Програма призначає гравцеві оцінку залежно від того, наскільки віддалена здогадка гравця була від справжнього місця.

Окрім того, що ця геогра дозволяє вивчати різноманітні культурні та природні ландшафт, вона тренує спостережливність і розвиває змагальність.

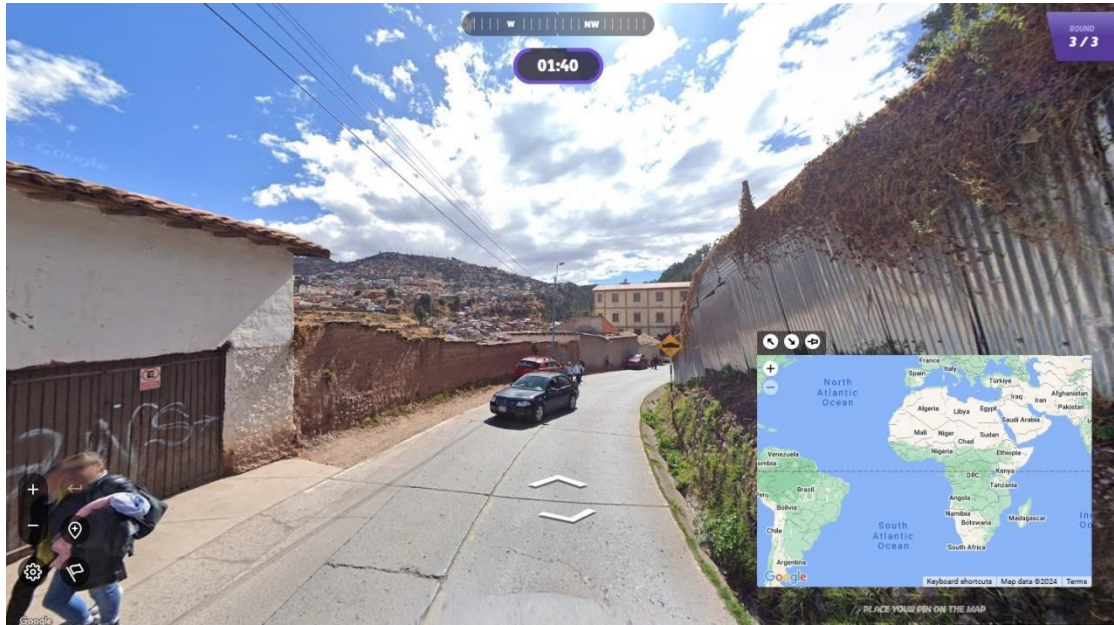


Рис. 2.8. Робоче вікно геогри *GeoGuessr* (за даними <https://www.geoguessr.com/free/>)

Використовуючи геміфікацію, вчитель може поступово розвивати геопросторову грамотність учнів і покращувати їхнє розуміння глобальної та місцевої географії за допомогою захоплюючих інтерактивних засобів.

- Самостійна робота. Це один з найбільш ефективних педагогічних методів інтеграції геопросторових даних у шкільний курс географії оскільки завдяки їй учні розвивають навички аналізу та роботи з інформацією, а також вчать самостійно досліджувати та вирішувати поставлені завдання, що суттєво підвищує їх геоінформаційну компетентність.

Вчитель обирає методи самостійної роботи залежно від рівня підготовки учнів: від польових робіт до індивідуальних проєктів.

Наприклад, використовуючи геопросторові дані платформи *EO Browser* у вигляді супутникових знімків зі супутника *Sentinel-5P*, що спеціалізується на моніторингу атмосфери (рис. 2.9), учні можуть дослідити

рівень забруднення повітря  $\text{NO}_2$  у великих містах України та вплив цього на довкілля.

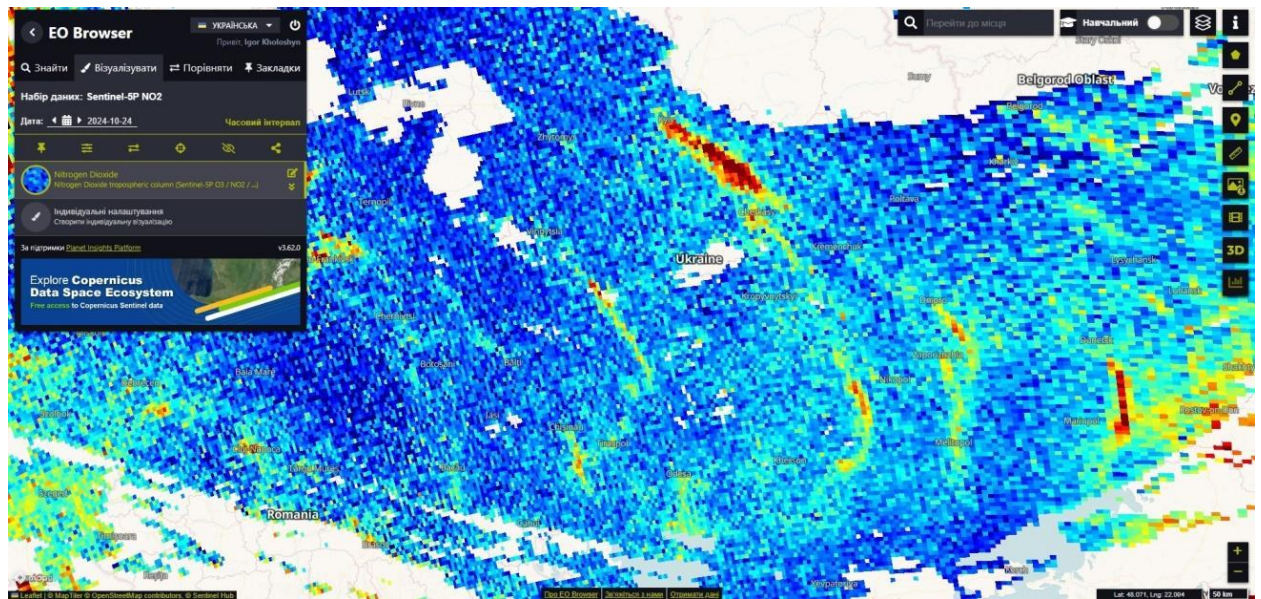


Рис. 2.9. Супутниковий знімок концентрації  $\text{NO}_2$  в атмосфері України (супутник *Sentinel-5P*, дата 24.10.24 р., джерело *EO Browser*)

За допомогою цих знімків учні мають можливість проаналізувати отримані результати і відповіді на питання:

- чи є рівні концентрації  $\text{NO}_2$  підвищеними у певних містах?
- як вони змінюються протягом року?
- які можливі джерела забруднення (автомобільний транспорт, промисловість, тощо) та потенційний вплив на населення і довкілля.

По завершенню досліджень учні представляють результати дослідження у вигляді звіту чи презентації з візуалізаціями та висновками. Інформацію можна подавати з використанням графіків, супутникових знімків, тематичних карт та порівняльних діаграм.

Слід розуміти, що для використання геопросторових даних в освітньому процесі вчитель може використовувати низку інструментів, які роблять навчання інтерактивним та наближеним до сучасних дослідницьких методів.

Сьогодні у вільному доступі є широкий вибір інструментів, які забезпечують можливості впровадження геопросторових даних в шкільну програму з географії.

По-перше, це геоінформаційні системи *QGIS* та *ArcGIS Online*. Ці платформи надають інструменти для створення карт, аналізу даних, моделювання та візуалізації просторових явищ (рис. 2.10).

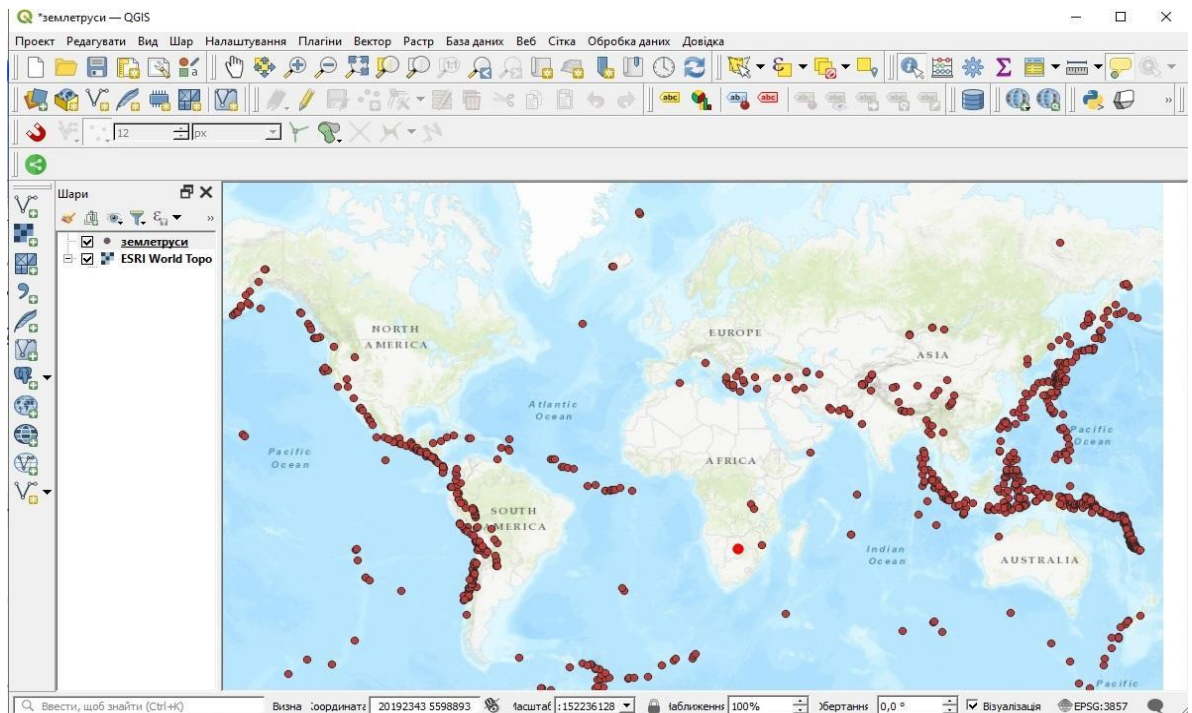


Рис. 2.10. Скриншот карти землетрусів побудованої в QGIS з використанням геопросторових даних плагіну qgis2web.

Але, на жаль, у школах України та в інших країнах світу знайдеться небагато вчителів, які спроможні працювати з цими програмами. Тому в наш час більш популярними інструментами є різноманітні навчальні платформи. Це, наприклад, *Garminder Tools*, *MapMaker Interactive*, *GeoInquiries* та інші. Так, *MapMaker Interactive* (від National Geographic) – пропонує інструменти для створення карт із різними темами та шарами (наприклад, фізико-географічні, демографічні чи соціально-економічні показники). Учні мають можливість досліджувати різнотематичні карти світу (рис. 2.11), що дозволяє наочно вивчати фізико-географічні та соціальні особливості різних регіонів.

Не можна залишати поза увагою мобільні додатки для збирання польових даних, як-от *Survey123* або *Collector for ArcGIS*. Ці системи дозволяють учням збирати та оновлювати дані у польових умовах з використанням мобільних телефонів, що є цінним для вивчення локальних екосистем і географічних процесів.

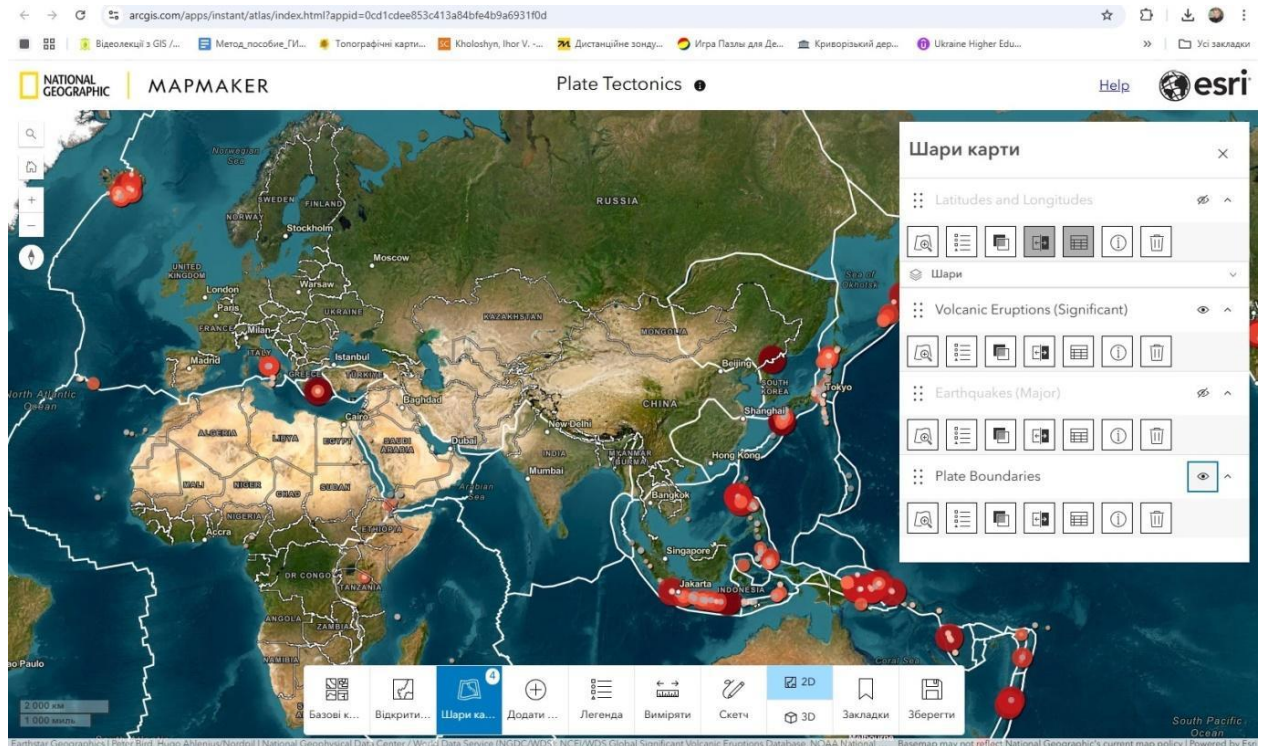


Рис. 2.11. Вікно платформи *MapMaker Interactive* з шарами геопросторових даних (за даними <https://www.arcgis.com/apps/instant/atlas/index.html?appid=0cd1cdee853c413a84bfe4b9a6931f0d>)

Слід зазначити, що більшість пропонованих освітніх інструментів, з одного боку виступають як джерела геопросторової інформації, а з іншого – як платформи для їх обробки і аналізу (ДОДАТОК Б). Так, наприклад, онлайн-ресурси для роботи з супутниковими знімками EO Browser і NASA Worldview дозволяють отримувати доступ до реальних супутникових даних, а потім досліджувати їх у реальному часі, що особливо корисно для аналізу змін навколишнього середовища.

Кожен із цих інструментів дозволяє не тільки аналізувати геопросторові дані, а й формувати практичні навички, важливі для розуміння просторової інформації та її застосування в реальних дослідженнях.

## **2.2. Методичні розробки уроків із використанням геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас)**

Шкільний курс географії в 11 класі *«Географічний простір Землі»* розкриває сутність географічної науки в цілому; інтегрує знання про природу, людину і господарську діяльність; формує в учнів чіткі уявлення про основні закономірності будови і розвитку географічної оболонки та загальні суспільно-географічні закономірності світу з метою забезпечення сталого розвитку [6].

Курс охоплює широке коло питань розвитку географічної оболонки, що створює зростаюче значення геопросторової інформації, оскільки кожен з розділів курсу дозволяє за рахунок застосування цифрових картографічних інструментів, платформ, ГІС та інших ресурсів зробити матеріал більш наочним та інтерактивним і, як результат, поліпшити для учнів розуміння географічного простору та глобальних проблем людства.

Проаналізуймо з цієї позиції кожен з розділів курсу:

*Розділ I. Топографія з основами геодезії та картографія. Географічні інформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування Землі (ДЗЗ).*

Даний розділ курсу зосереджується на практичному використанні картографічних, геодезичних та геоінформаційних знань, які дозволяють учням краще розуміти географічний простір і просторові процеси. Він об'єднує в собі вивчення теоретичних основ картографії і топографії з сучасними технологіями аналізу і обробки географічних даних. Для вчителя відкривається широкий простір для інтеграції різних видів геопросторової інформації в тематику шкільної програми. Так використовуючи цифрову топографічну карту на платформі *GeoInquiries* вчитель має можливість

продемонструвати яким чином на картах демонструються різні форми рельєфу, вимірюються відстані та висоти тощо. (рис. 2.12).

За допомогою георесурсу *Гугл Планета Земля* дуже ефективна інтерактивна демонстрація визначення географічних координат. Загалом, цей георесурс можна використовувати в процесі розгляду багатьох питань розділу: Математична основа карт. Сутність і чинники генералізації. Картографічні інтернет-джерела. Дистанційне зондування Землі, тощо.

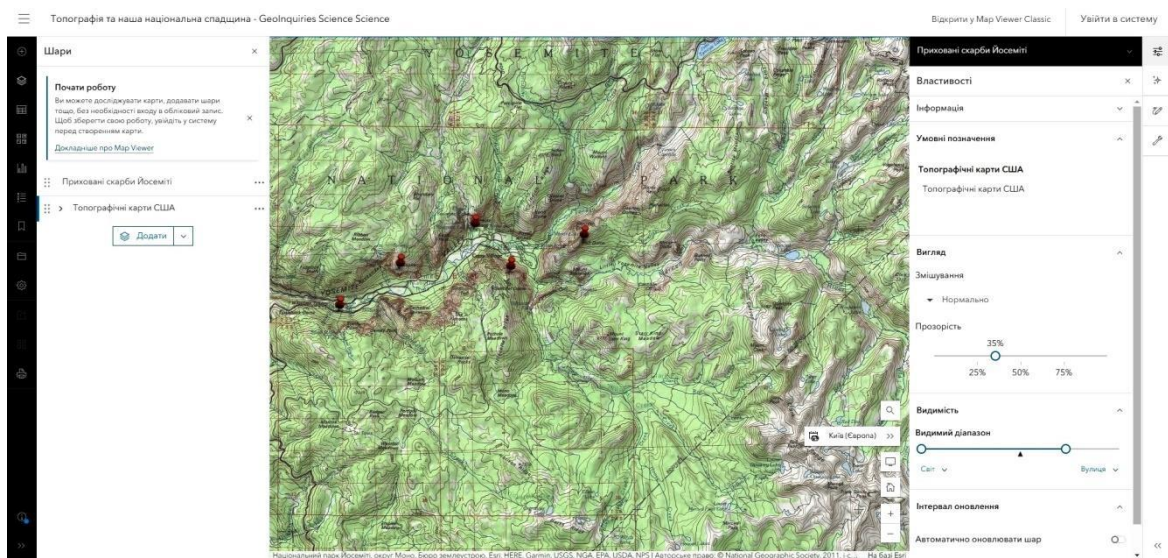


Рис. 2.12. Вікно освітньої платформи *GeoInquiries* з цифровою топографічною картою

Особливе значення геопросторові дані набувають при виконанні практичних робіт розділу. Так, наприклад, при виконанні практичної роботи «Порівняння форм і площ материків на картах світу, побудованих у різних проєкціях» вчитель може продемонструвати за допомогою сайту *The True Size of* як спотворюється площа географічних об'єктів в залежності від просторового розміщення в проєкції Меркатора. У цій проєкції Гренландія виглядає приблизно таким же розміром, як Африка. Насправді Гренландія займає 0,8 мільйона квадратних миль, а Африка – 11,6 мільйонів квадратних миль, що майже в 14 з половиною разів більше (рис. 2.13).

З використанням платформи *EO Browser* учні в рамках виконання практичної роботи «Дешифрування космознімку заданої ділянки своєї



місцевості» учні мають можливість отримати доступ до різночасових супутникових знімків території вивчення і за допомогою інтерфейсу програми провести її аналіз і дешифрування.

Якщо вчитель має основи роботи з ГІС (програми з відкритим кодом

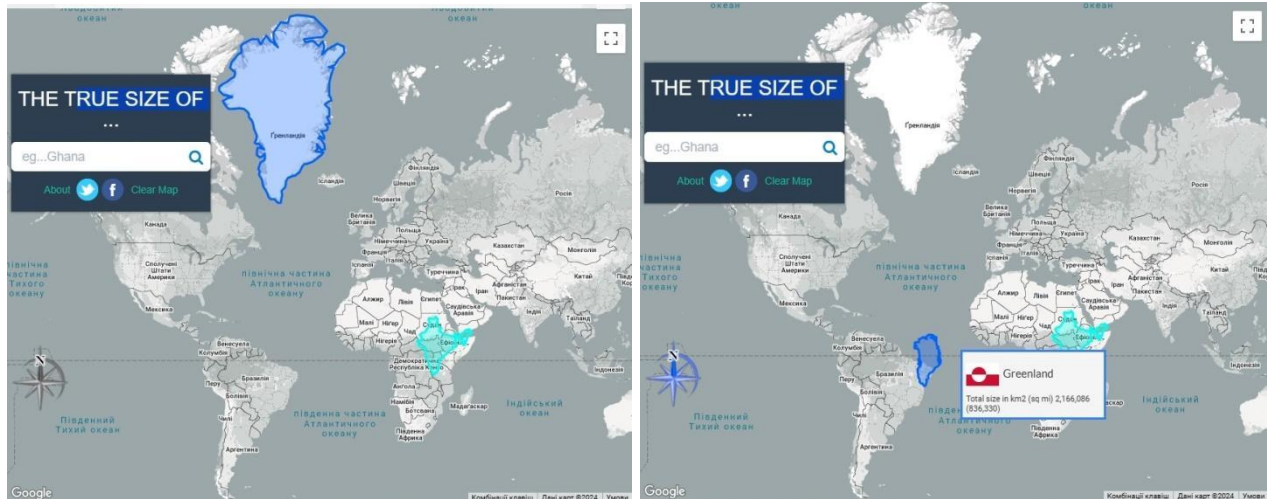


Рис. 2.13. Демонстрація зміни площі Гренландії в залежності від її розташування на карті світу в проекції Меркатора ( за даними <https://www.thetruesize.com/>)

доступу *QGIS* або *ArcGIS Online*), то він може продемонструвати учням на простих прикладах структуру, функціональні можливості ГІС, особливості введення та виведення геопросторової інформації тощо.

## Розділ II. Загальні закономірності географічної оболонки Землі.

Даний розділ присвячений вивченню географічних оболонок Землі: літосфери, атмосфери, гідросфери тощо. Інтеграція геопросторових даних в теми цього розділу може суттєво збагатити навчальний процес і дозволити учням краще розуміти складні взаємозв'язки в природному середовищі.

Так використання інтерактивної карти тектонічних плит на освітній платформі *GeoInquiries* допомагає учням зрозуміти механізми формування земної кори та землетрусів (рис. 2.14). Учні можуть аналізувати, як рух плит впливає на формування гір і вулканів.

Завдяки даним з джерел, як-от *USGS Earthquake Map* або *EM-DAT* (Міжнародна база даних про катастрофи), учні можуть досліджувати сейсмічну активність, розподіл вулканів і ймовірність стихійних лих в різних

частинах світу. Аналізуючи дані про землетруси та інші катастрофи, учні вчаться розуміти фактори ризику для різних територій.

Використовуючи геопросторові дані відкритих метеорологічних платформ, таких як *NASA Worldview* або *NOAA*, школярі можуть завантажувати дані про температуру, опади та вологість для певного регіону. Завдяки цим даним вони можуть вивчати кліматичні зміни, аналізувати сезонні коливання і робити прогнози про ймовірний розвиток кліматичних умов.

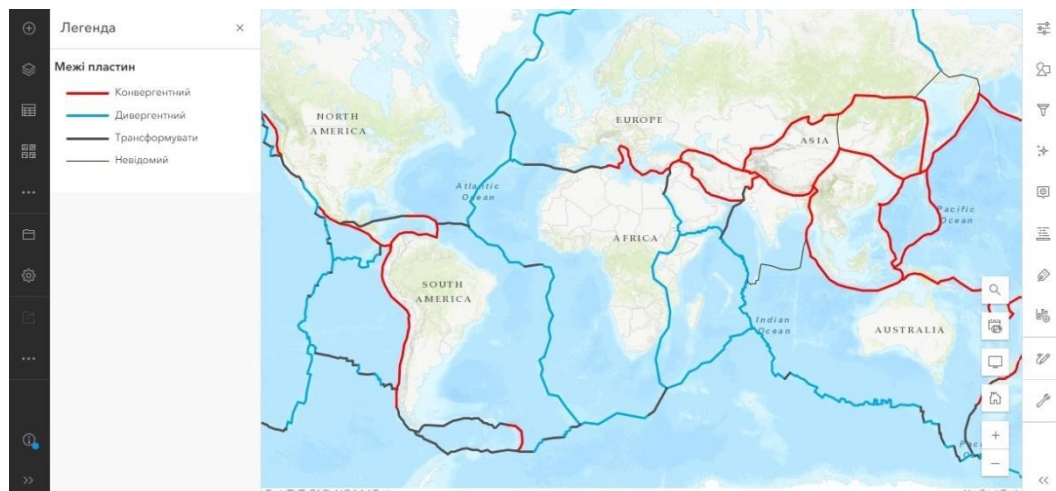


Рис. 2.14. Вікно освітньої платформи *GeoInquiries* з інтерактивною картою тектонічних плит

Супутникові знімки з *Google Earth Engine* надають можливість учням вивчати зміни в структурі землекористування. Це можуть бути, наприклад, випадки вирубки лісів, урбанізації або розширення сільськогосподарських площ. Порівняння знімків за декілька років дозволяє наочно побачити, як змінюються природні ландшафти.

### *Розділ III. Загальні суспільно-географічні закономірності світу.*

В цьому розділі курсу акцентується увага до вивчення демографічних процесів у світі, аналізуються глобальні та регіональні закономірності, що визначають суспільно-географічні процеси. Враховуючи високу динамічність цих процесів і явищ, учитель повинен постійно оновлювати їх інформаційну складову. Для цього можна рекомендувати сайти національних статистичних агентств та міжнародних організацій. Світовий банк (*World Bank Group*) і

Міжнародний валютний фонд (*International Monetary Fund*) надають економічні та соціально-демографічні дані, які можна використовувати для аналізу економічної активності, доходів населення, рівня розвитку країн. Організація Об'єднаних Націй (ООН) і ЮНЕСКО забезпечують різноманітними даними про людський розвиток, рівень життя, освіту, які можна використовувати для розуміння соціально-економічних відмінностей між країнами. В ДОДАТКУ А наведено приклади різноманітних геопросторових баз даних.

За допомогою картографічного додатка *Map Viewer* учні можуть будувати карти демографічних показників країн світу (чисельність населення, щільність, рівень дитячої смертності та ін.). Просторовий аналіз цих показників (рис. 2.15) дозволяє визначити та пояснювати просторові моделі, виявляти фактори, які впливають на їх диференціацію.

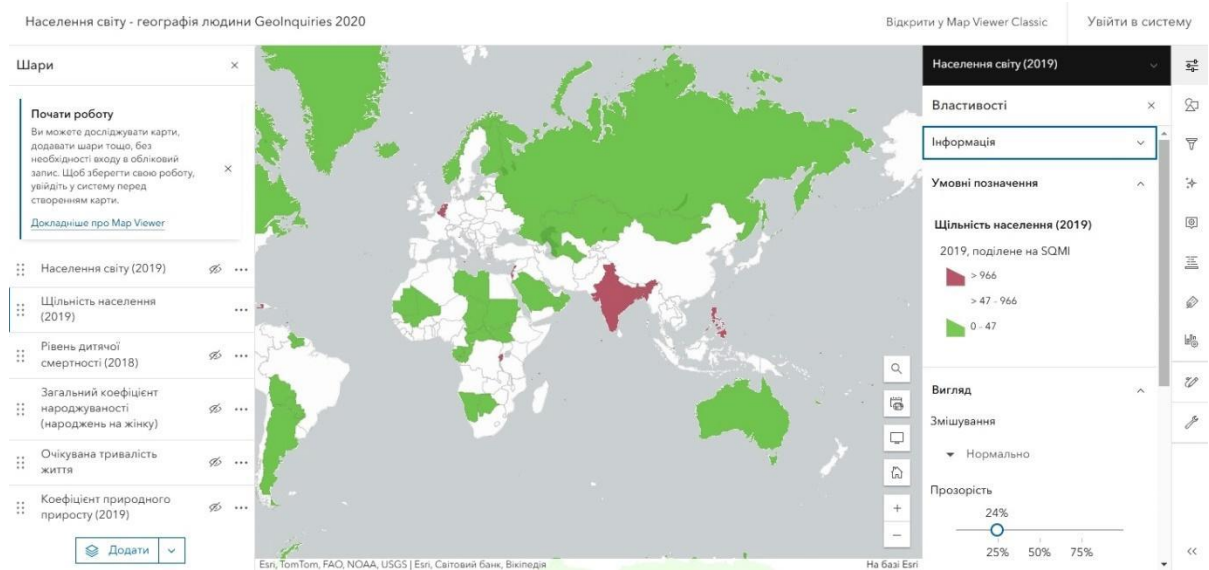


Рис. 2.15. Карта щільності населення побудованої в освітньої платформи *GeoInquiries*

#### *Розділ IV. Суспільна географія держави (на прикладі України).*

Інтеграція геопросторових даних у теми цього розділу дає можливість глибшого вивчення суспільно-географічних аспектів держави, дозволяє аналізувати взаємозв'язки між економічними, соціальними та природними

компонентами, а також сприяє формуванню навичок роботи з геопросторовою інформацією. Джерела геопросторової інформації надано у ДОДАТКУ А.

Для візуалізації соціально-економічних показників України можна використовувати різні платформи, які забезпечують інтерактивний аналіз. Наприклад, *Tableau Public* – інтерактивна платформа для візуалізації даних, зокрема соціально-економічних показників (рис. 2.16). Вона дозволяє створювати графіки, діаграми, карти та інші інструменти для аналізу даних з різних джерел.

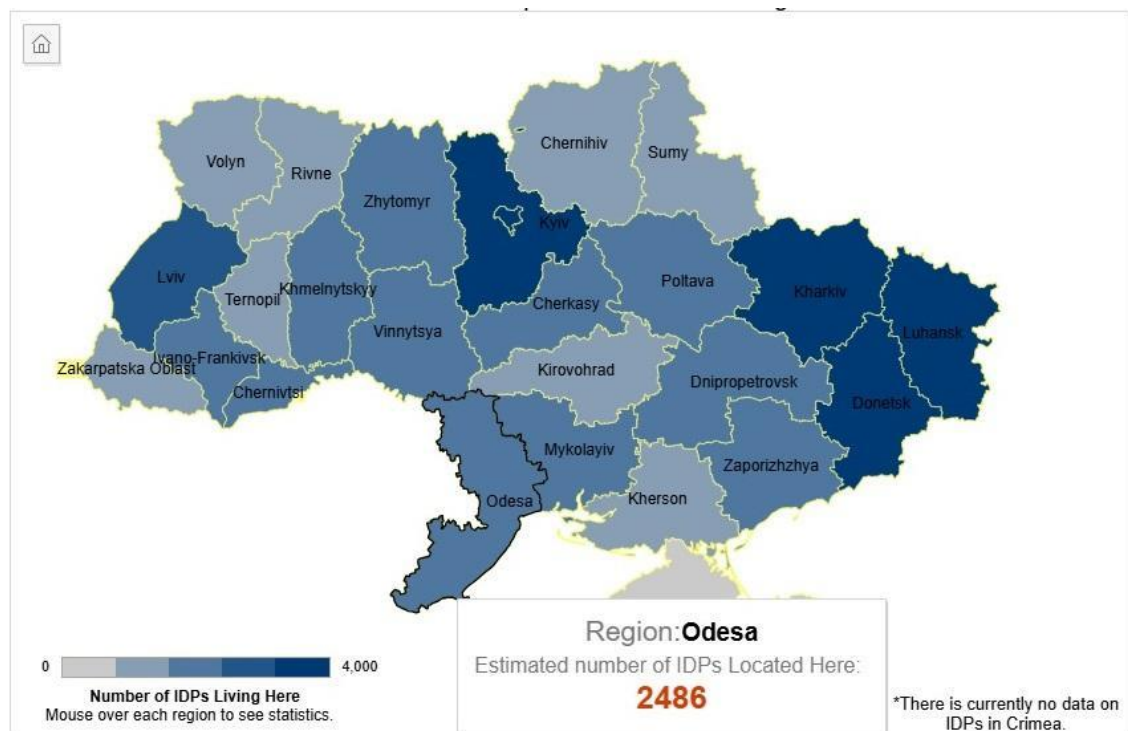


Рис. 2.16. Кількість внутрішньо переміщених осіб в Україні на червень 2023 року (за даними <https://public.tableau.com/>).

*Google Data Studio* – безкоштовний інструмент для створення візуалізацій, який легко інтегрується з різними джерелами даних, включаючи *Google Sheets* і файли CSV. Це зручний варіант для аналізу та візуалізації даних різних соціально-економічних показників.

Але найбільші можливості для візуалізації просторових особливостей соціально-економічних показників України надає ГІС. Так *QGIS* підтримує

роботу з українськими демографічними, економічними та інфраструктурними даними для дослідження різних аспектів розвитку країни.

*Розділ V. Суспільно-географічне бачення глобальних проблем людства, глобальні стратегії і прогнози.*

В цьому розділі курсу учні вивчають такі глобальні питання, як зміни клімату, демографічні процеси, природні ресурси, міграційні потоки та урбанізацію. Навчання базується на аналізі різноманітної просторової та аналітичної інформації (ДОДАТОК А). Але для розуміння учнями масштабності та міждисциплінарного характеру глобальних викликів важливо використовувати картографічні платформи, за допомогою яких можна візуалізувати просторову диференціацію цих показників.

Так, наприклад, дані *NASA Earth Observing System* можуть демонструвати зміни у льодовикових покривах або температурі поверхні. Карти природних ресурсів із глобальних баз даних (наприклад, від *UNEP* чи *Global Forest Watch*) допомагають проаналізувати проблему вирубування лісів, нестачі води та забруднення ґрунтів.

Освітня платформа *GeoInquiries* дозволяє будувати динамічні карти змін показників глобальних проблем людства (рис. 2.17). Але недоліком цієї платформи є застарілість аналітичних даних (до 2017 року).

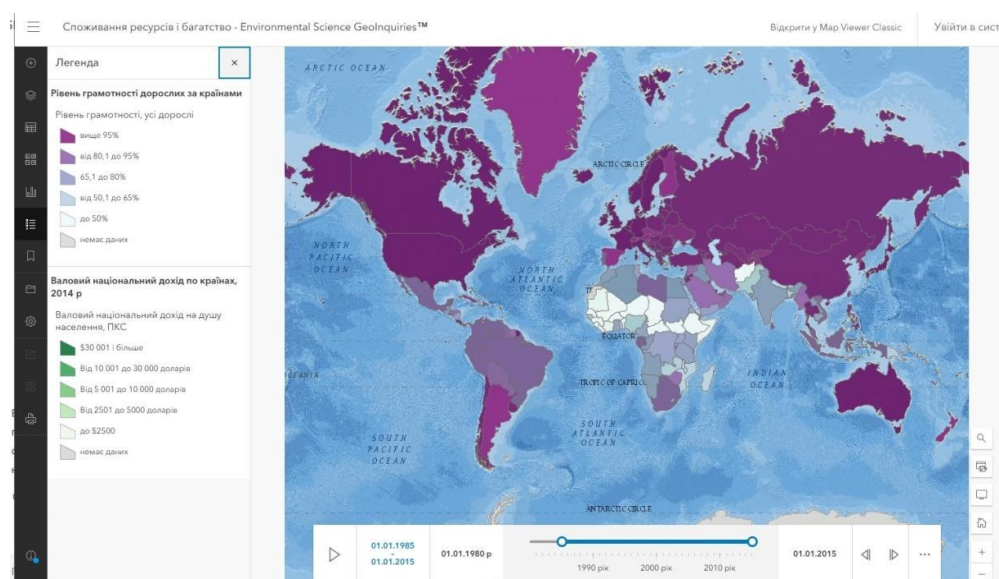


Рис. 2.17. Інтерактивна карта на платформі *GeoInquiries* з візуалізацією просторової диференціації показників глобальних проблем людства

Тому можна рекомендувати використовувати для побудови різноманітних соціально-економічних карт платформу *Tableau*, яка дозволяє інтегрувати геопросторові показники Світового банку. Платформа дозволяє візуалізувати геопросторові дані у вигляді різноматематичних географічних карт (рис. 2.18).

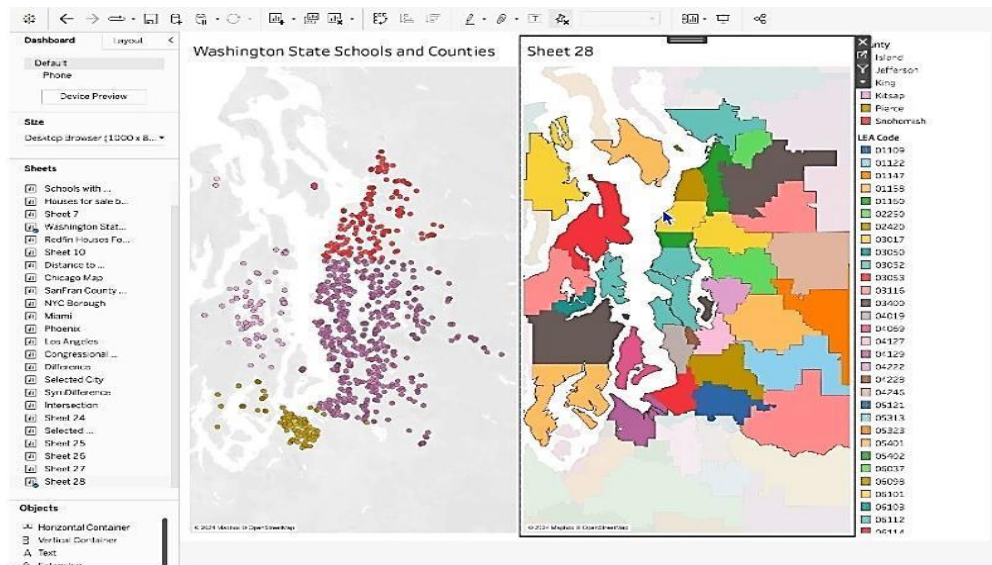


Рис. 2.18. Робоче вікно візуалізації геопросторових даних на платформі *Tableau* (за даними <https://www.tableau.com/>).

У яких формах і за допомогою яких методів інтегруються геопросторові дані в шкільний курс «Географічний простір землі» вирішують учитель. Наведемо приклади методичних розробок уроків, в яких продемонстровані різні педагогічні технології впровадження геопросторових даних у освітній процес.

## Розділ II. Загальні закономірності географічної оболонки Землі

**Тема 3: Географічна оболонка Землі: Землетруси: різновиди, характеристики, наслідки та способи попередження сейсмічних загроз.**

### Мета:

- 1 Розвинути розуміння про природу та види землетрусів.
2. Ознайомити учнів із характеристиками землетрусів та їхніми наслідками.

3. Навчити основам вимірювання сили землетрусів і методам попередження сейсмічних ризиків.

4. Розвинути навички роботи з геопросторовими даними на прикладі моніторингу землетрусів.

Інструменти:

- Комп'ютери або планшети з підключення до інтернету.
- Геопросторові платформи для моніторингу землетрусів.

*USGS Earthquake Map, Гугл Планета Земля.*

- Проектор для презентації.

Структура уроку:

*1. Організаційний момент.*

Привітання та коротке введення в тему з метою викликати інтерес учнів до питання землетрусів та сейсмічних загроз.

*2. Актуалізація знань.*

Бесіда на тему: що таке землетрус, як він проявляється, які наслідки може спричинити.

Запитання для учнів: «Які регіони Землі є найбільш схильними до землетрусів? Чи є такі регіони в Україні?»

*3. Пояснення нового матеріалу.*

Поняття та різновиди землетрусів:

Обговорення понять гіпоцентру та епіцентру.

Класифікація землетрусів за причинами (тектонічні, вулканічні, обвальні).

Характеристики землетрусів.

Розгляд шкал Ріхтера та Меркаллі для вимірювання сили та інтенсивності.

Обговорення факторів, які впливають на руйнівну силу землетрусів.

Наслідки та способи захисту.

Розгляд практичних заходів, таких як сейсмостійке будівництво та системи раннього попередження.

#### 4. Робота з геопросторовими платформами.

Пояснення особливостей роботи з платформами *USGS Earthquake* та *Гугл Планета Земля*.

Демонстрація можливостей відстеження землетрусів в реальному часі.

Використовуючи платформу *USGS Earthquake*, учні визначають останні зафіксовані землетруси, зосереджуючись на їхніх характеристиках (магнітуда, глибина, локація), досліджують карти активних сейсмічних зон і аналізують потенційні зони ризику (рис. 2.19).



Рис. 2.19. Робоче вікно платформи *USGS Earthquake* з демонстрацією розташування землетрусів, зафіксованих за останні 30-днів (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>)

За допомогою *Гугл Планета Земля* учні вивчають рельєф обраних зон і розглядають, як цей фактор впливає на розповсюдження сейсмічних хвиль.

#### 5. Рефлексія та обговорення результатів:

Учні обговорюють свої результати та труднощі, які виникли під час дешифрування. Учитель робить розбір помилок, допущених під час роботи, пояснює можливі джерела неточностей.

#### 6. Закріплення матеріалу.



Коротке повторення основних понять уроку та запитання на закріплення. Оцінювання за виконання завдань та обговорення висновків.

## **Розділ II. Загальні закономірності географічної оболонки Землі**

### **Тема 4: Атмосфера та системи Землі: Погода. Синоптичні карти.**

#### **Клімат. Кліматотвірні чинники. Кліматична карта**

##### Мета:

1. Ознайомити учнів із поняттями погоди, клімату та кліматичними картами.
2. Навчити учнів аналізувати синоптичні карти та вплив кліматотвірних чинників на формування клімату.
3. Розвинути навички роботи з геопросторовими даними на прикладі інтерактивної платформи *Ventusky*.

##### Інструменти:

Комп'ютери або планшети з інтернет-доступом.

Платформа *Ventusky*.

Проектор для демонстрації роботи платформи.

##### Структура уроку:

###### *1. Організаційний момент.*

Привітання та ознайомлення з темою уроку. Обговорення ролі погоди та клімату в повсякденному житті.

###### *2. Актуалізація знань.*

Бесіда: «Що таке погода? Чим відрізняється погода від клімату? Які чинники впливають на клімат?»

Запитання для учнів: «Які погодні карти ви бачили раніше? Як вони допомагають у прогнозі погоди?»

###### *3. Пояснення нового матеріалу.*

Погода та синоптичні карти:

Пояснення понять погоди та синоптичних карт. Як вони використовуються для відображення різних погодних умов у реальному часі.

Демонстрація на прикладі інтерактивної карти платформи *Ventusky* основних елементів синоптичної карти.

Клімат і кліматичні карти:

Розгляд кліматотвірних чинників: географічне положення, висота над рівнем моря, віддаленість від океанів, морські течії тощо.

Ознайомлення з кліматичними картами, що відображають довгострокові середні значення температури та опадів.

4. Робота з інтерактивною кліматичною картою на платформі *Ventusky*.

Демонстрація основних функцій *Ventusky* для відображення температури, опадів, хмарності, опадів, швидкості та напрямку вітру тощо (рис. 2.20).

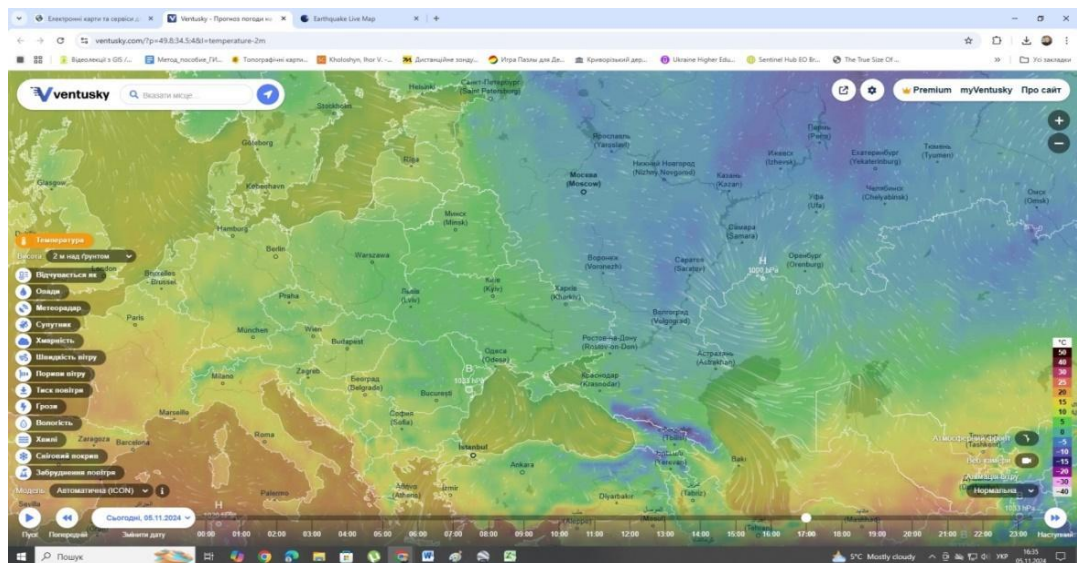


Рис. 2.20. Кліматична карта на платформі *Ventusky* (<https://www.ventusky.com/>).

Учні отримують завдання для роботи з інтерактивною кліматичною картою:

Завдання 1. Дослідження погодних умов у різних містах:

Оберіть три міста на різних континентах. Занотуйте температуру, швидкість і напрямок вітру, рівень опадів та атмосферний тиск.

Проаналізуйте, як і чому ці показники відрізняються. Які кліматичні фактори можуть впливати на ці відмінності?

### Завдання 2. Аналіз погодних фронтів:

Знайдіть регіони, де спостерігаються холодні та теплі фронти. Опишіть, як карта відображає різницю між цими фронтами (температура, хмарність, опади). Спробуйте передбачити, як зміниться погода у цих регіонах у найближчі дні.

### Завдання 3. Вивчення вітрових умов у різних ландшафтах:

Оберіть міста, розташовані в горах, біля узбережжя та в рівнинній місцевості. Зафіксуйте та порівняйте швидкість і напрямок вітру в цих місцевостях. Поясніть, як ландшафт впливає на вітрові умови.

### Завдання 4. Виявлення сезонних змін:

Оберіть своє місто та досліджуйте його погодні умови на платформі *Ventusky* в різні пори року (осінь, зима, весна, літо). Визначте, як змінюються середня температура, кількість опадів та інші погодні параметри протягом року. Порівняння клімату різних широт:

### Завдання 5. Побудова прогнозу погоди.

За допомогою інструментів на платформі *Ventusky* учні створюють прогноз погоди для певної території.

#### *5. Обговорення результатів:*

Учні порівнюють погодні умови різних регіонів та обговорюють кліматотвірні чинники, що впливають на ці умови.

Запитання для обговорення: «Як ви гадаєте, чому погодні умови в певних регіонах кардинально відрізняються? Які чинники мають найбільший вплив на клімат?»

#### *6. Закріплення матеріалу:*

Огляд основних понять уроку та оцінювання виконаних завдань. Обговорення значення синоптичних і кліматичних карт для розуміння погодних умов та довгострокового клімату.

**Розділ І. Топографія з основами геодезії та картографія.  
Географічні інформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування Землі  
(ДЗЗ). Тема 2. Картографія**

**Практична робота 10. Порівняння форм і площ материків на  
картах світу, побудованих у різних проекціях**

Мета

1. Ознайомити учнів із різними типами картографічних проєкцій.
2. Пояснити, як різні проєкції впливають на форму та площу материків.
3. Навчити порівнювати географічні об'єкти на картах побудованих у різних картографічних проєкціях.

Інструменти:

Комп'ютери або планшети з інтернет-доступом.

Інтернет-ресурс *Engaging*.

Проектор для демонстрації роботи платформи.

Хід практичної роботи:

**1. Теоретичне ознайомлення**

- Обговорюються основні типи проєкцій (циліндричні, конічні, азимутальні) та їх особливості.
- Розглядаються приклади популярних проєкцій, як-от Меркатора, Гольмольфа, Робінсона, Галла-Пітерса та інші.

**2. Порівняння форм і площ материків на картах у різних проекціях**

- Учні заходять на сайт <https://engaging-data.com>.
- Послідовно відкривають карти світу в різних картографічних проєкціях: ортографічна, Меркатора, Молльвейда, Галла-Пітерса та рівнокутна (рис. 2.21).

Ортографічна проєкція – азимутальна перспективна проєкція, коли проєкування точок поверхні кулі здійснюється з точки, розміщеної на нескінченно великій відстані від її поверхні.

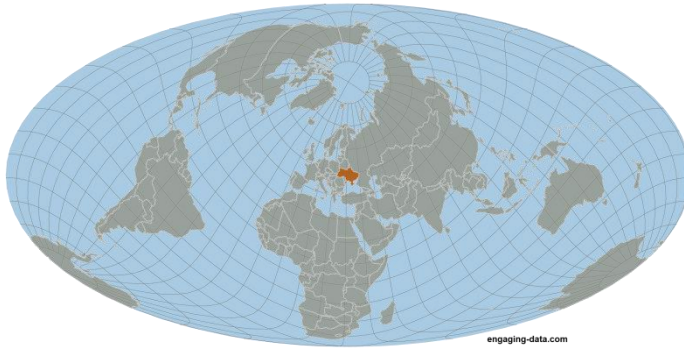
Проєкція Меркатора – нормальна рівнокутна циліндрична проєкція.



А



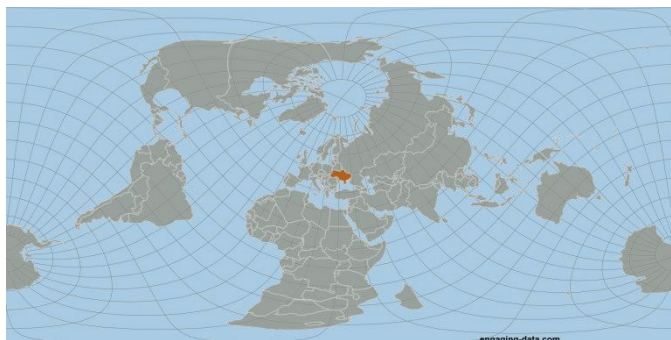
Б



В



Г



Д

Рис. 2.21. Візуалізація форм і площ материків на картах світу, побудованих у різних проєкціях:  
 А – ортографічна;  
 Б – Меркатора;  
 В – Моллвейда;  
 Г – Галла-Пітерсона;  
 Д – рівнокутна.  
 (за даними <https://engaging-data.com>)

Проекція Моллвейда – рівноплощинна псевдоциліндрична картографічна проекція, яка відображає світ у формі еліпса з осями у співвідношенні 2:1.

Проекція Галла-Пітерса є прямокутною рівновеликою циліндричною картографічною проекцією. Як і всі рівновеликі проекції, вона спотворює відображення представлених форм та кутів, зберігаючи відображення в межах між  $45^\circ$  північної та південної широти.

Рівнокутна (конформна) – проекція картографічна проекція, що має властивість конформного відображення, тобто дозволяє передавати на картах кути без спотворень і зберігати в кожній точці сталий масштаб у всіх напрямках, хоча в різних місцях карти масштаб різний.

- Учитель демонструє учням за допомогою даних сайту *engaging-data.com* реальні площі найбільших країн світу по відношенню до їх відображенню на карті світу в проекції Меркатора (рис. 2.22).

- Учні за допомогою учителя аналізують зміни форм і площ материків на картах у різних картографічних проекціях. Дається оцінка, яка проекція краще передає форму материків, а яка зберігає пропорції площі.

### 3. Рефлексія

Учні роблять висновки про вплив різних картографічних проекцій на візуальне сприйняття територій, можливості використання певних проекцій для різних цілей (навігації, наукових досліджень тощо) і обговорюють, які проекції доцільно використовувати для глобальних карт і чому.

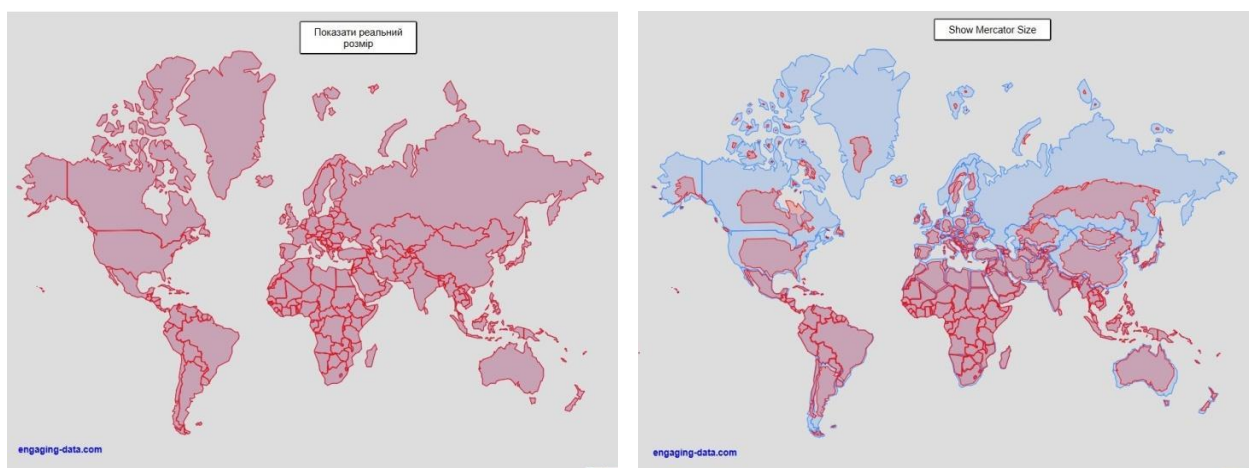


Рис. 2.22. Демонстрація реальної площі найбільших країн світу (справа) по відношенню до їх відображенню на карті світу в проекції Меркатора (зліва). За даними сайту *engaging-data.com*.

**Розділ I. Топографія з основами геодезії та картографія. Географічні інформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування Землі (ДЗЗ). Тема 3. Географічні інформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування Землі (ДЗЗ).**

**Практична робота 13. Дешифрування космознімку заданої ділянки своєї місцевості.**

Мета

1. Оволодіти основами візуального дешифрування супутникових знімків.
2. Сформувати вміння читати умовні знаки на топографічних картах.
3. Навчитися складати дешифрувальний атлас супутникового знімку.

Інструменти:

Комп'ютери або планшети з інтернет-доступом.

Георесурс *Гугл Планета Земля*.

Цифрова топографічна карта масштабу 1:100000.

Проектор для демонстрації роботи платформи.

Хід практичної роботи:

**1. Теоретичне ознайомлення**

- Обговорюються прямі та непрямі дешифрувальні ознаки.
- Розглядається методика зіставлення географічних об'єктів,

зображених на топографічній карті із супутниковим знімком.

**2. Дешифрування супутникового знімку**

- Учні отримують фрагмент цифрової топографічної карти.
- За допомогою пошукової системи георесурс *Гугл Планета Земля*

знаходять фрагмент супутникового знімку території, зображеної на топографічній карті (рис. 2.23).

- Візуально зіставивши географічні об'єкти, зображенні на топографічній карті зі супутниковим знімком, позначають їх розташування на знімку.



Рис. 2.23. Фрагменти топографічної карти (зверху) і супутникового знімку (знизу) території Криворізького району



- Користуючись ознаками дешифрування, учні ідентифікують різні типи об'єктів (як природні, так і антропогенні).
- Виконують словесний опис дешифрувальних ознак який включає: форму зображення об'єкта; його розмір; колір (тон) зображення об'єкта та його структуру.
- Встановлені ознаки вносяться в короткий дешифрувальний атлас:

Назва об'єкту	Форма	Розмір	Колір(тон)	Структура
---------------	-------	--------	------------	-----------

### 3. Рефлексія

Учні обговорюють свої результати та труднощі, які виникли під час дешифрування. Учитель робить розбір помилок, допущених під час роботи, пояснює можливі джерела неточностей. Учні обговорюють важливість використання супутникових знімків у сучасній географії та інших сферах досліджень.

## Розділ II. Загальні закономірності географічної оболонки Землі

### Тема 5. Гідросфера та системи Землі

#### Практична робота 27. Складання та аналіз схеми системи течій у Світовому океані.

##### Мета:

1. Сформувати уявлення про систему течій у Світовому океані.
2. Навчити визначати основні океанічні течії та пояснювати причини їх утворення.
3. Розвинути навички складання схем океанічних течій та їхнього аналізу.

##### Інструменти:

Комп'ютери або планшети з інтернет-доступом.

Освітня платформа *GeoInquiries*.

Проектор для демонстрації роботи платформи.

##### Хід практичної роботи:

## 1. Теоретичне ознайомлення

- Ознайомлення з типами океанічних течій
- Розглядаються фактори формування течій (вплив вітрів, обертання Землі (ефект Коріоліса), а також роль температурних та солевих градієнтів у формуванні течій).

## 2. Аналіз течій у Світовому океані

- за посиланням: <https://esriurl.com/earthgeoinquiry12mv> відкривається інтерактивна карта течій на платформі *GeoInquiries* (рис. 2.24).

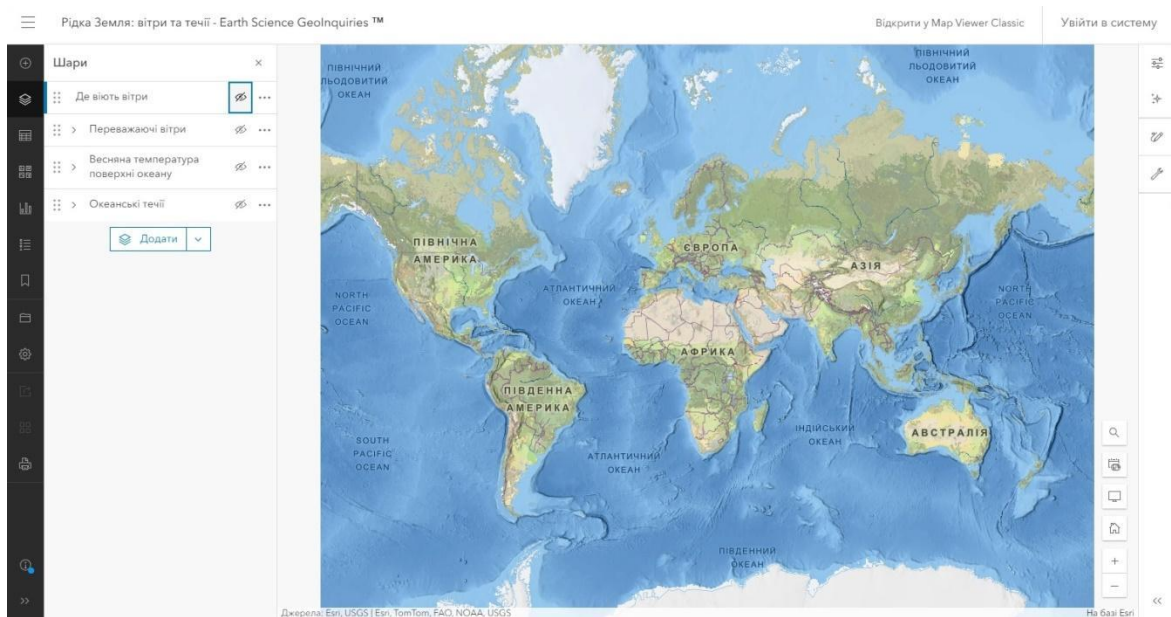


Рис. 2.24. Початкове вікно інтерактивної карти течій у Світовому океані (освітня платформа *GeoInquiries*)

- Вмикається шар *Весняна температура поверхні океану*, клацнувши значок ока на панелі шарів. Візуалізується карта, на якій демонструється весняна температура поверхні Світового океану (рис. 2.25).

Аналізуючи карту, учні відповідають на наступні питання:

- Якого кольору струмені холодної води?
- Де в океані найнижчі температури?
- Якого кольору струмені теплої води?
- Де в океані найвищі температури?
- Учні малюють на карті холодні та теплі течії.

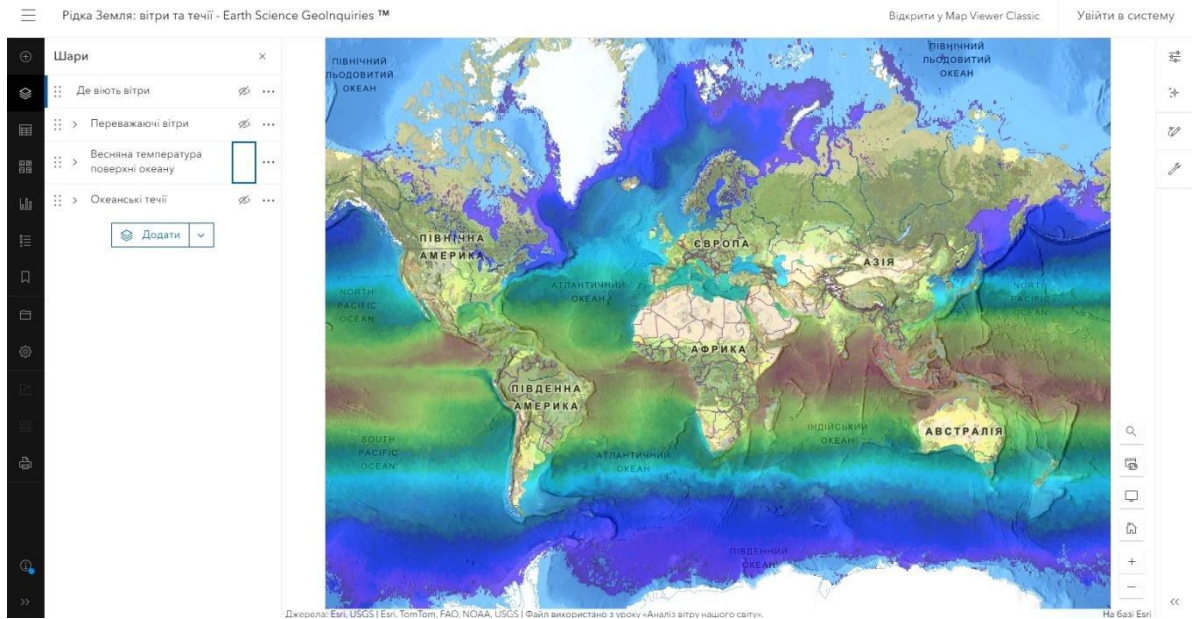


Рис. 2.25. Вікно інтерактивної карти весняної температури поверхні Світового (освітня платформа GeoInquiries)

Для цього треба кликнути на піктограмі *Ескіз*, а потім вибрати *Лінія*. Напрями течій малюються розташуванням вузлів, поєднаних між собою лініями (рис. 2.26).

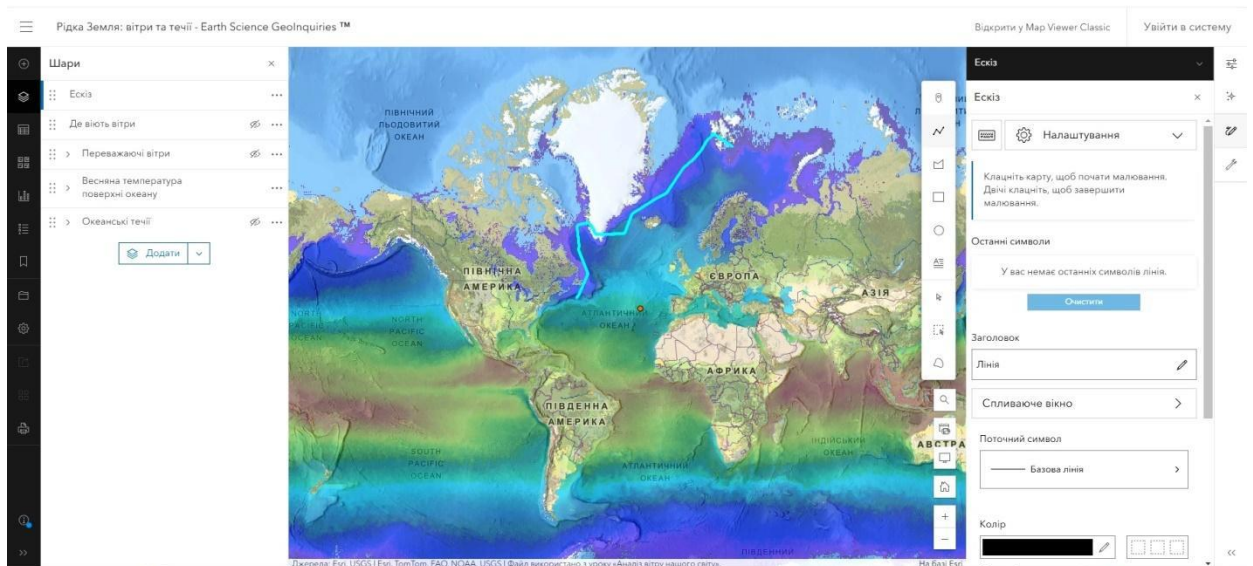


Рис. 2.25. Вікно інтерактивної карти весняної температури поверхні Світового з промальованим напрямом течії (освітня платформа GeoInquiries)

- Для перевірки промальованих течій включається шар *Океанські течії*. На карті з'являються стрілки, які демонструють теплі та холодні течії у Світовому океані (рис. 2.26).

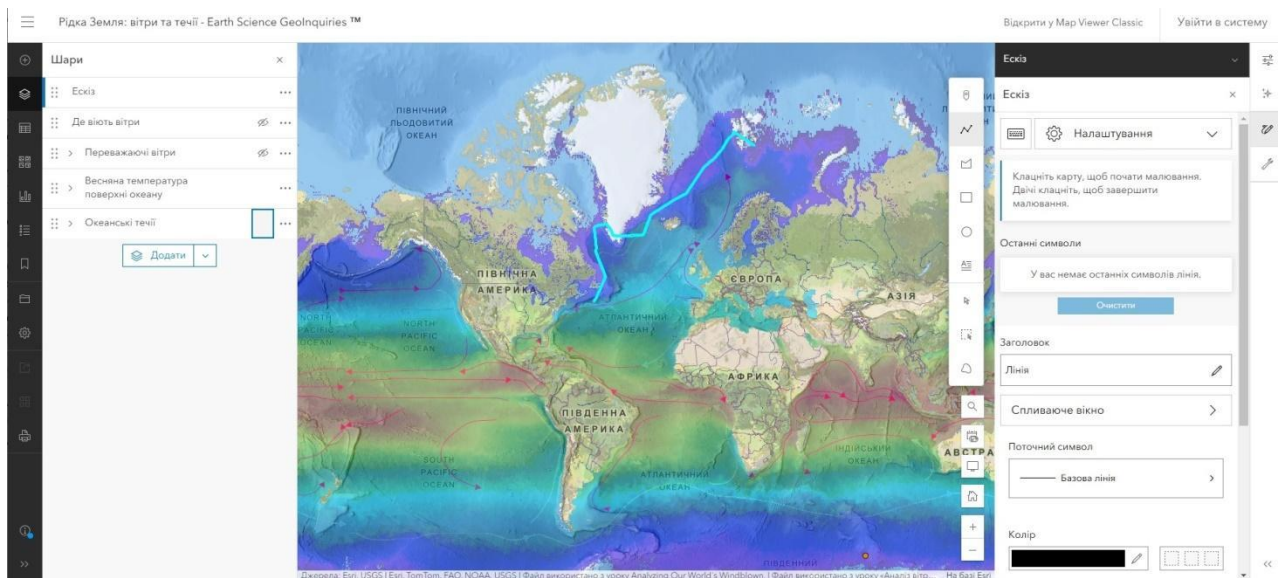


Рис. 2.26. Вікно інтерактивної карти з демонстрацією течій у Світовому океані (освітня платформа *GeolInquiries*)

- Учні використовують карти та спливаючі вікна, щоб охарактеризувати основні океанські течії.
- Вмикається ще шар Переважаючі вітри (білі стрілки) – (рис. 2.27).

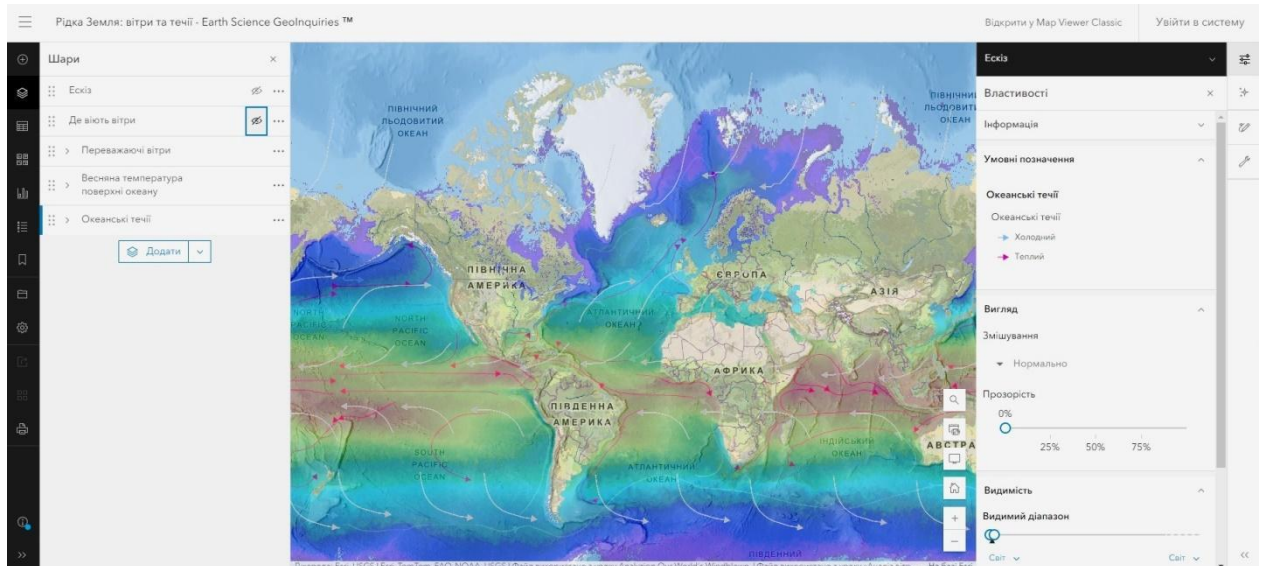


Рис. 2.27. Вікно інтерактивної карти з демонстрацією течій у Світовому океані та переважаючих вітрів (освітня платформа *GeolInquiries*)

- Учні відповідають на наступні питання:
  - На якому боці материка зазвичай зустрічаються холодні течії?
  - Як океанічні течії впливають на клімат прибережних регіонів?

- Які землі розташовані поруч із цими холодними течіями в усьому світі?
- Як впливає обертання Землі та положення континентів на напрямок і характер течій?

### **3. Рефлексія**

Учні обговорюють свої результати, порівнюючи різні системи течій і визначаючи загальні риси та відмінності між океанами. Учитель робить розбір помилок, допущених під час роботи, пояснює можливі джерела неточностей. Учні обговорюють глобальне значення океанічних течій для клімату Землі.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Проведені дослідження особливостей педагогічних методів та технологій застосування геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас) дозволяють підсумувати:

1. На основі аналізу наукової та науково-методичної літератури проаналізовано стан проблеми застосування геопросторових даних в шкільному курсі географії.

2. Розглянуті переваги, які отримує вчитель завдяки використанню геопросторових даних: покращення візуалізації навчального матеріалу; підвищення зацікавленості учнів; індивідуалізація навчання; формування навичок роботи з геоінформаційними технологіями; доступ до великого обсягу інформації.

3. Розроблені головні вимоги до геопросторових даних, які дозволяють відносити їх до освітніх елементів.

4. Розглянуті головні проблеми, з якими стикається вчитель при інтеграції геопросторових даних в освітній процес та надано рекомендації для їх подолання: обмежений доступ до геопросторових даних освітньої спрямованості; технічні обмеження; обмежена кількість годин у шкільному курсі географії та невизначеність педагогічних методів навчання.

5. Проаналізовано на конкретних прикладах основні педагогічні методи і технології стосовно використання геопросторової інформації у процес навчання географії.

6. Проведено аналіз розділів шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас) з метою визначення можливостей застосування геопросторових даних.

7. Надано методичні розробки уроків із використанням геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас).

## ВИСНОВКИ

1. Геопросторові дані відіграють важливу роль у формуванні та розвитку аналітичного і геопросторового мислення, забезпечуючи практичне застосування знань та інтерактивність навчань.

2. Використання геопросторових даних в шкільному курсі географії забезпечує:

- розвиток просторової уяви;
- покращення візуалізації навчального матеріалу;
- підвищення зацікавленості учнів;
- індивідуалізацію навчання;
- формування навичок роботи з геоінформаційними технологіями;
- доступ до великого обсягу інформації.

3. Розроблені методичні рекомендації щодо використання геопросторових даних при вивченні шкільного курсу «Географічний простір Землі» (11 клас) демонструють, що їх інтеграція в освітній процес – це потужний інструмент у формуванні загально-географічних знань учнів.

4. Використання різноманітних методів та технологій допомагає зробити процес навчання захопливим і ефективним, сприяючи розвитку в учнів важливих навичок критичного аналізу та роботи з геопросторовою інформацією.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бубир Н. О. Освітній геоінформаційний портал як середовище для навчальної та науково-дослідницької роботи викладачів і студентів у галузі географії // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2012. № 16. С. 15-18.
2. Геопросторові бази даних. Конспект лекцій: навч.-метод. вид. для студентів геогр. ф-ту. Луцьк: РВВ "Вежа-Друк". 2022. 156 с.
3. Карпінський Ю.О. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. К.: НДІГК. 2006. 108 с.
4. Карпінський Ю., Лященко А., Горковчук М. Концептуальні засади оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних // Вісник геодезії та картографії. 2012. № 4. С. 33-42.
5. Коренець О. В. Метадані як основа якості інфраструктур просторових даних для використання у геоінформаційному картографуванні // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 12 (2010). С. 96-100.
6. Навчальна програма з географії (профільний рівень) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл (затверджена Наказом Міністерства освіти і науки № 1407 від 23 жовтня 2017 року). <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58910/>.
7. Пугач С. О. Проблеми дослідження соціальних інтернет-мереж у сучасній географічній науці // Географічна наука та освіта: перспективи й інновації. Переяслав. 2012. С. 144-147.
8. Фесюк В., Карпюк З. Інтеграція кількісних методів аналізу даних, ГІС та ДЗЗ в географії // Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної, туризмологічної та екологічної науки: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції у Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка, 4-5 жовтня 2022 р.: електронний варіант. ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2022. С.11-12.



9. Холошин І.В. Педагогічна геоінформатика. Ч.1. Дистанційне зондування Землі: навчальний посібник. Кривий Ріг, Видавець ФО-П Чернявський Д.О. 2013. 224 с.
10. Холошин І.В. Педагогічна геоінформатика. Ч.2. Супутникова навігація: навчальний посібник. Кривий Ріг. Видавець ФО-П Чернявський Д.О. 2014. 125 с.
11. Холошин І.В. Педагогічна геоінформатика. Ч.3. Геоінформаційні системи: навчальний посібник. Кривий Ріг. Видавець ФО-П Чернявський Д.О. 2016. 176 с.
12. Холошин І.В. Використання супутникової навігації в процесі формування геоінформаційної компетентності учнів на уроках географії. // Інформаційні технології в освіті. 2017. №2 (31). С. 81 – 93.  
DOI: 10.14308/ite000635.
13. Bakillah M., Liang S. Open Geospatial Data, Software and Standards // Springer Open Journal. 2016. P. 1-2. DOI 10.1186/s40965-016-0004-1.
14. Bedard Y. Qualite' des donne' es a` re' fe' rence spatiale dans un contexte gouvernemental: Rapport de recherche. Universite Laval, Quebec, Canada. 1995. 127 p.
15. Belgiu M.; Strobl J.; Wallentin G. Open Geospatial Education // ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2015. 4. P. 697-710. <https://doi.org/10.3390/ijgi4020697>.
16. Berry J. K. GIS Evolution and Future Trends // Beyond Mapping. Accessed September. 4. 2016. P. 1-32. <http://www.innovativegis.com/basis/mapanalysis/Topic27/Topic27.pdf>.
17. Budin H. Teacher Training for Using Databases // SIGCUE. Fall, 1988. P. 65-74.
18. Burrough P. A., McDonnell R. A. Principles of geographical information systems. Oxford University Press, Oxford, 1998.
19. Chahbi M. Satellite Imagery and AI Techniques in Geospatial Analysis to Enhance Environmental Sustainability // Mediterranean Architecture and the

Green-Digital Transition. Innovative Renewable Energy. Springer, Cham. 2023. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-33148-0\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-031-33148-0_47).

20. Coetzee S.; Ivánová I.; Mitasova H.; Brovelli M.A. Open Geospatial Software and Data: A Review of the Current State and A Perspective into the Future // ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2020. 9. 90. 30 p. <https://doi.org/10.3390/ijgi9020090>.

21. Coleman D., Georgiadou Y., Labonte J. Volunteered Geographic Information: The Nature and Motivation of Producers // International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. 2009. Vol. 4. P. 332-358.

22. Deng M., Di L. Building an Online Learning and Research Environment to Enhance Use of Geospatial Data // International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. 2009. Vol. 4. P. 77-95.

23. DiBiase D., John A. The nature of geographic information // An Open Geospatial Textbook. 2008.

24. Doering, A., & Veletsianos, G. (2008). An Investigation of the Use of Real-Time, Authentic Geospatial Data in the K–12 Classroom // Journal of Geography. 106(6). P. 217–225. <https://doi.org/10.1080/00221340701845219>.

25. Hancock J. Learning with Databases // Journal of Reading. 1989. 32(7). P. 582–589. <https://www.jstor.org/stable/40029998>.

26. Kerski J. J. Opportunities and Challenges in Using Geospatial Technologies for Education. In: Muñiz Solari, O., Demirci, A., Schee, J. (eds). Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World. Advances in Geographical and Environmental Sciences. Springer, Tokyo. 2015. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-55519-3\\_15](https://doi.org/10.1007/978-4-431-55519-3_15).

27. Kerski J., Clark J. The GIS Guide to Public Domain Data. CA: ESRI Press. 2012. 388 p.

28. Kira E., Sumari N. Analysis of Geospatial Data of Morogoro Region: Lessons for Educationists and Researchers // Conference: The 1st International Conference on Innovative Education and Policy Reforms for Industrial Economy in Africa. 2019. P. 630 – 649.

29. Kholoshyn I. Hanchuk O., Bondarenko O, Shmeltser E. Cloud ArcGIS Online as an innovative tool for developing geoinformation competence with future geography teachers. 2019. arXiv preprint arXiv:1909.04388.

31. Kholoshyn I. V., Nazarenko T. G., Bondarenko O. V., Hanchuk O. V., Varfolomyeyeva I. V. The application of geographic information systems in schools around the world: a retrospective analysis // Journal of Physics: Conference Series. 2021, Volume 1840 (1). Article 012017. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1840/1/012017/pdf>.

32. Kholoshyn I.; Mantulenko, S.; Bondarenko, O.; Hanchuk, O. and Varfolomyeyeva, I. Usage of Satellite Navigation Technologies in Schools Around the World // In Proceedings of the 4th International Conference on History, Theory and Methodology of Learning. ICHTML. SciTePress. 2024. P. 138-147. DOI: 10.5220/00126481000037.

33. Layton R., Watters P. Automating Open Source Intelligence. 2015. eBook ISBN: 9780128029176.

34. Lee A., Majh S., iSubhra Mukherjee A. Utilizing Smartphones for Geospatial Data Collection and Construction Set out Surveying // Conference: 24th Australian Conference on the Mechanics of Structures and Materials (ACMSM24)At: Perth, Australia. 2016. 6 p.

35. Manovich L. Trending: the promises and the challenges of big social data [online]. 2011. URL: <http://manovich.net/content/04-projects/067-trending-the-promises-and-the-challenges-ofbig-social-data/64-article-2011.pdf>.

36. Podobnikar T. Geodata – are they Accessible and Useful? //7th AGILE Conference on Geographic Information Science. 29 April-1May 2004, Heraklion, Greece. Poster Session. 2004. P. 789-794.

37. Ridha S., , Putri E., Kamil P., Utaya S., Bachri S., Handoyo B. The importance of designing GIS learning material based on spatial thinking // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2020. 485 012027. DOI 10.1088/1755-1315/485/1/012027.

38. Ryan J. Do Urban Golf Courses Provide Barriers to Equitable Greenspace Access in the United States? // *Annals of the American Association of Geographers*. 2023. 113:5. P. 1057-1070.

39. Salman A., Kuche D., Yang Y. *Geospatial Data: Acquisition, Applications and Challenges. Exploring Remote Sensing*. 2024. IntechOpen. DOI:10.5772/intechopen.1006635.

40. Scott G., Rajabifard A. Sustainable development and geospatial information: a strategic framework for integrating a global policy agenda into national geospatial capabilities // *Geo-Spatial Information Science*, 2017. 20(2). P. 59–76. <https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1325594>.

41. Tomlinson, R. F. *Computer Mapping: An Introduction to the Use of Electronic Computers in the Storage, Compilation and Assessment of Natural and Economic Data for the Evaluation of Marginal Lands* // Report presented to the National Land Capability Inventory Seminar held under the direction of the Agricultural Rehabilitation and Development Administration of the Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada. Accessed September 1. 2016. <https://gisandscience.files.wordpress.com/2012/08/4-computermapping.pdf>(open in a new window).

# ДОДАТКИ

## Джерела відкритих геопросторових даних

Назва ресурсу та посилання	Загальна характеристика ресурсу
Database of Global Administrative Areas (GADM) <a href="https://gadm.org/">https://gadm.org/</a>	Фізико-географічні карти (рельєф, середньогодова температура, кількість опадів тощо) та просторові дані (Geopackage, Shapefile, GeoJSON, KMZ) країн світу; база даних високої роздільної здатності адміністративних територій країни.
Natural Earth <a href="http://www.naturalearthdata.com/">http://www.naturalearthdata.com/</a>	Доступні для скачування картографічні набори з покриттям всієї планети. Набір даних містить інтегровані векторні та растрові геопросторові дані.
GeoNames <a href="https://www.geonames.org/">https://www.geonames.org/</a>	Географічна база даних, яка містить понад 10 мільйонів географічних назв з їх характеристиками: назва місця на різних мовах, ширина, довгота, висота над рівнем моря
OpenStreetMap <a href="https://www.openstreetmap.org/">https://www.openstreetmap.org/</a>	Краудсорсинговий картографічний проект із детальною географічною картою світу, яка включає інфраструктуру та інші аспекти антропогенного середовища, визначні пам'ятки, класифікацію землекористування та ґрунтового покриття, а також топографію
WorldPop <a href="https://www.worldpop.org/">https://www.worldpop.org/</a>	Геопросторова база даних про дані сучасного перепису населення, карти поселень і інформацію про земний покрив.
WorldClim <a href="https://www.worldclim.org/">https://www.worldclim.org/</a>	База глобальних даних про погоду та клімат для картографування та просторового моделювання
HydroSHEDS <a href="https://www.hydrosheds.org">https://www.hydrosheds.org</a>	Гідрографічні геопросторові дані включають межі водозбірних басейнів, річкові мережі та озера в різних роздільних здатностях і масштабах у всьому світі
EarthStat <a href="http://www.earthstat.org/">http://www.earthstat.org/</a>	Георесурс з геоданими про сільськогосподарськими угіддями, типами посівів тощо
Esri Open Data Hub <a href="https://hub.arcgis.com/search">https://hub.arcgis.com/search</a>	База геопросторових даних, в якій зберігається понад 250000 відкритих даних різних компаній і організацій зі всього світу
EuroGeographics <a href="https://www.mapsforeurope.org/">https://www.mapsforeurope.org/</a>	Геопросторові дані в масштабі 1:1000000, включаючи адміністративні кордони, водні

	мережі, транспорт, забудови та назви місць країн Європи
USGS <a href="http://earthexplorer.usgs.gov/">http://earthexplorer.usgs.gov/</a>	Джерело геопросторових даних про рельєф Землі (SRTM) для побудови ЦРМ
Open Topography <a href="https://opentopography.org/">https://opentopography.org/</a>	Геопросторова база даних, в якій зібрано понад 300 картографічних наборів даних високої роздільної здатності Америки, Європи та Азії.
GISFile <a href="http://gisfile.com/">http://gisfile.com/</a>	Кадастрова карта України з додатковою геопросторовою інформацією про рельєф та, ґрунти країни
FAO <a href="https://www.fao.org/statistics/">https://www.fao.org/statistics/</a>	Геопросторова база даних надає доступ до статистичних даних у сфері світового продовольства
iNaturalis <a href="https://www.inaturalist.org/">https://www.inaturalist.org/</a>	Краудсорсингові геопросторові дані про біорізноманіття Землі
WHO <a href="http://www.who.int">http://www.who.int</a>	База геопросторових даних у сфері охорони здоров'я
International Monetary Fund <a href="http://data.imf.org/">http://data.imf.org/</a>	База відкритих даних МВФ макроекономічних та фінансових показників 189 країн світу
SEDAC <a href="http://sedac.ciesin.columbia.edu/">http://sedac.ciesin.columbia.edu/</a>	Інформаційна база центру соціально-економічних даних і додатків, яка включає соціально-економічні дані: сільське господарство, клімат, здоров'я тощо.
Terra Populus <a href="https://terra.ipums.org/">https://terra.ipums.org/</a>	База геопросторових даних перепису з понад 160 країн світу до рівня домогосподарств
Eurostat <a href="http://ec.europa.eu/eurostat/data/database">http://ec.europa.eu/eurostat/data/database</a>	Інформаційна база статистичних даних з європейській економіці, демографії, промисловості, торгівлі тощо.
Укрстат <a href="https://www.ukrstat.gov.ua/">https://www.ukrstat.gov.ua/</a>	Статистична база даних з соціально-економічними показниками діяльності України та регіонів

Геоплатформи – джерела геопросторових даних та інструмент для їх обробки

Назва платформи та посилання	Загальна характеристика ресурсу
EO Browser <a href="https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser">https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser</a>	Хмарна платформа зі супутниковими знімками середньої і низької роздільної здатності з картографічною прив'язкою та інструментами для їх обробки
Gapminder <a href="http://www.gapminder.org/tools">www.gapminder.org/tools</a>	Веб-платформа, що відображає у вигляді карт зміну статистичних геопросторових даних для більшості країн світу і багатьох субнаціональних регіонів
Tableau Public <a href="https://public.tableau.com/">https://public.tableau.com/</a>	Інтерактивна платформа для візуалізації геопросторових даних, зокрема соціально-економічних показників. Дозволяє створювати графіки, діаграми, карти та інші інструменти для аналізу даних з різних джерел.
Google Data Studio <a href="https://datastudio.google.com/overview">https://datastudio.google.com/overview</a>	Геоплатформа, яка дозволяє аналізувати та візуалізувати геопросторові дані різних соціально-економічних показників.
Google Earth <a href="https://www.google.com/intl/ua/earth">https://www.google.com/intl/ua/earth</a>	Віртуальний глобус, на якому розміщені супутникові знімки всієї земної поверхні. Має поширений функціонал: різночасові знімки, картометричні розрахунки, створення власних міток та інші
GeoInquiries <a href="https://esriurl.com/GeoInquiryStoryMap">https://esriurl.com/GeoInquiryStoryMap</a>	Освітня геопросторова платформа, яка надає можливість будувати власні різнотематичні інтерактивні карти
GeoGuess <a href="https://www.geoguessr.com/free/">https://www.geoguessr.com/free/</a>	Геоплатформа-гра, мета якої визначити місце розташування, використовуючи лише видимі географічні підказки
MapMaker Interactive <a href="https://education.nationalgeographic.org/">https://education.nationalgeographic.org/</a>	Освітня геопросторова платформа, як дозволяє аналізувати та візуалізувати різноманітні набори геопросторових даних (рельєф, клімат, біорізноманіття та ін.)