

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 ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ У
ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ (ПРОФІЛЬНИЙ
РІВЕНЬ)

Кваліфікаційна робота студента
групи ГТМ-23

ступінь вищої освіти: магістр

спеціальності: 014 Середня освіта
(Географія)

Глазкова Владислава Володимировича

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, Глазков Владислав Володимирович, 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 надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений. 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. ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ В ГЕОГРАФІЧНІЙ НАУЦІ	6
1.1. Поняття просторового мислення в науковій літературі. Особливості геопросторового мислення	7
1.2. Загальна характеристика геопросторового аналізу	18
1.3. Геопросторовий аналіз у контексті досліджень сучасної географічної науки: перешкоди та виклики	27
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	38
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ (ПРОФІЛЬНИЙ РІВЕНЬ)	39
2.1. Стан проблеми застосування геопросторового аналізу у шкільному курсі географії	39
2.2. Методичні розробки фрагментів уроків із використанням геопросторового аналізу	47
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	67
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ	77
ДОДАТОК А.....	78
ДОДАТОК Б.....	79
ДОДАТОК В.....	80

ВСТУП

Останні десять років багато освітян та вчених досліджують способи впровадження просторового мислення на різних рівнях системи освітнього процесу: від дошкільної до вищої освіти. За думкою більшості дослідників [2, 3, 6, 14, 17, 18, 20, 31, 35, 36, 40, 42, 48, 51], вміння відображати, аналізувати або вимірювати просторові дані відіграє важливу роль у повсякденному житті людей, дає можливість вирішувати проблеми в різних секторах людської діяльності, таких як екстрені служби, транспорт, сільське господарство, торгівля, міське планування тощо. Як справедливо зазначає Р. Голледж [24]: «Якщо ви розумієте просторові концепції, як аспект повсякденного життя, наприклад, використання принципів простору під час пакування багажника вашого автомобіля для сімейної відпустки, або щоб безпечно вийти до кухонної раковини посередині ночі, не вмикаючи світла – ти мислиш просторово». А видатний науковець в галузі геоінформатики Джозеф Керскі доповнює: «Без просторового мислення складні проблеми, з якими стикається наш світ, не мають ефективного рішення» [29].

Особливу роль просторове мислення набуває в географічній освіті. Географія вивчає зміни в географічних оболонках як у просторі, так і в часі, тому географічне просторове мислення як різновид просторового мислення, відкриває нові можливості у географічній освіті. Цьому сприяє активне використання в освітньому процесі геоінформаційних технологій: це різноманітні інтерактивні карти, супутникові знімки, супутникова навігація, географічні інформаційні системи (ГІС) тощо.

Викладання, яке базується на цих технологіях, дає можливість вивчати особливості просторових змін в природних та антропогенних об'єктах, процесах і явищах, тобто, проводити геопросторовий аналіз. Це не тільки розвиває цифрові компетенції та навички учнів, а також суттєво поглиблює їхні загальні та географічні знання. Підтвердженням цього є створення у США національної

програми, яка рекомендує визнати просторове мислення фундаментальною частиною освіти К-12 [35].

Мета роботи: визначення потенціалу геопросторового аналізу у контексті досліджень сучасної географічної освіти та розробка методичних рекомендацій з його використання у шкільному курсі географії (профільний рівень).

Завдання дослідження:

1. Провести детальний літературний огляд з проблеми дослідження у контексті досліджень сучасної географічної освіти.
2. Проаналізувати поняття геопросторового мислення.
3. Оцінити переваги та можливі проблеми у використанні геопросторового аналізу в шкільній географії.
4. Розробити методичні рекомендації щодо застосування геопросторового аналізу у шкільному курсі географії (профільний рівень).

Об'єкт дослідження: геопросторовий аналіз.

Предмет дослідження: використання геопросторового аналізу у шкільному курсі географії (профільний рівень).

Методи дослідження. Методи дослідження обрані з урахуванням поставленої мети і завдань дослідження, його об'єкта та предмета: аналіз наукової літератури, історичний, структурно-функціональний, порівняльний, узагальнення, картографічний, геоінформаційні технології та ін..

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати можуть бути використані при викладанні шкільного курсу географії (профільний рівень).

Апробація матеріалів роботи здійснювалася на IV Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих учених, аспірантів та студентів «Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2024» у вигляді доповіді на тему «Використання комп'ютерних геоігор у

процесі формування геопросторового мислення учнів на уроках географії» та надрукованих.

Також результати дослідження були докладені на конференції наукових робіт студентів КДПУ, та представлено на Всеукраїнському конкурсі наукових робіт з географії 2022.

Публікації:

1. Холошин І., Сивий Я., Пантелєєва Н., Глазков В. Геотуристичний потенціал геологічних пам'яток Дніпропетровської області /Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. Том 54 № 1 (2023). С. 123-131. DOI:<https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.13>.

2. Глазков В.В., Герасименко І.В., Холошин І.В. Використання комп'ютерних геоігор в процесі формування геопросторового мислення учнів на уроках географії // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації -2024 / Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 26-27 вересня 2024 р. Одеса, Вид-во ОНТУ, 2024 р. С. 47-49.

Структура роботи: складається з вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

РОЗДІЛ 1. ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ В ГЕОГРАФІЧНІЙ НАУЦІ

1.1. Поняття просторового мислення в науковій літературі. Особливості геопросторового мислення

У науковій літературі не існує єдиного, загальноприйнятого визначення просторового мислення. Різні автори трактують це поняття по-різному [35, 39, 43], але загалом воно описує здатність людини:

- сприймати та розуміти просторові відносини між об'єктами;
- візуалізувати та маніпулювати образами об'єктів у просторі;
- орієнтуватися в просторі та визначати своє місце в ньому;
- перетворювати та трансформувати просторові образи;
- вирішувати просторові задачі.

Таким чином, *просторове мислення* є багатогранним поняттям, яке охоплює широкий спектр навичок та здібностей, необхідних для розуміння та маніпулювання простором. Розвиток цих навичок відіграє важливу роль у багатьох сферах життя людини, зокрема:

- *пізнавальна діяльність*: просторове мислення необхідне для розуміння навколишнього світу, вирішення проблем, навчання та розвитку інтелекту;
- *практична діяльність*: просторове мислення необхідне для виконання багатьох повсякденних завдань, таких як ходьба, їзда, орієнтування на місцевості, використання інструментів та приладів;
- *творча діяльність*: просторове мислення необхідне для створення нових образів та ідей, художньої творчості, дизайну та архітектури.

Просторове мислення базується на конструктивній суміші трьох елементів: концепцій простору, інструментів репрезентації та процесів міркування. Саме концепція простору робить просторове мислення відмінною формою мислення. Розуміючи значення простору, ми можемо використовувати його властивості (наприклад, розмірність, безперервність, близькість і відокремленість) як засіб для структурування проблем, пошуку відповідей і

вираження рішень. Виражаючи зв'язки в просторових структурах (наприклад, карти, багатовимірні моделі масштабування, візуалізації комп'ютерного проектування), ми можемо сприймати, запам'ятовувати та аналізувати статичні та, за допомогою перетворень, динамічні властивості об'єктів і зв'язки між об'єктами [35].

До складу просторового мислення зазвичай включають такі компоненти (рис. 1.1): просторове сприйняття, просторова уява, просторова пам'ять та просторове прогнозування.



Рис. 1.1. Компоненти просторового мислення

Просторове сприйняття – це здатність людини розуміти й інтерпретувати просторові відношення та структуру об'єктів у фізичному чи віртуальному просторі. Воно забезпечує розпізнавання взаємозв'язків між об'єктами (такі як відстань, напрямок, кут, пропорції і симетрія), здатність розуміти, як об'єкти відображаються з різних точок зору та включає здатність орієнтуватися в фізичному просторі та знаходити шляхи між різними точками. Просторове сприйняття відіграє важливу роль у багатьох аспектах нашого життя, від орієнтації у фізичному просторі до виконання складних завдань, які вимагають уяви та абстрактного мислення.

Просторова уява – це здатність уявляти та візуалізувати образи об'єктів у просторі. Це ключовий компонент просторового мислення, що допомагає

людям розв'язувати задачі, пов'язані з геометрією, конструюванням, картографією, навігацією та іншими галузями, де важливо розуміти просторові відношення і перспективи.

Просторова пам'ять – це здатність запам'ятовувати і відтворювати інформацію, пов'язану з розташуванням об'єктів, маршрутами, орієнтацією в просторі та іншими аспектами, що стосуються навігації та організації простору. Вона є важливим аспектом когнітивних здібностей людини і допомагає знайти шлях у незнайомих місцях, згадати маршрути або відновити розташування об'єктів, використовується для запам'ятовування планів будівель, розташування меблів, місць для паркування тощо.

Просторове прогнозування – це процес передбачення майбутніх подій або значень на основі просторових даних. Воно використовується для аналізу та передбачення тенденцій у просторі, дозволяючи робити висновки про майбутні події, явища або зміни. Просторове прогнозування є складним, але дуже корисним інструментом, який дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо розташування об'єктів, інфраструктури та інших аспектів планування, допомагає виявити області, які можуть бути схильні до ризиків, таких як повені, землетруси чи інші природні катастрофи тощо.

Існують різні види просторового мислення, кожен з яких пов'язаний з певними аспектами простору та завданнями. Ось деякі з основних видів просторового мислення:

Візуальне просторове мислення належить до здатності візуально представляти та маніпулювати об'єктами в умі. Візуальне просторове мислення часто використовується художниками, архітекторами, інженерами та дизайнерами для розуміння форм, структур та їх взаємозв'язків у тривимірному просторі.

Геометричне просторове мислення включає розуміння геометричних фігур, їх властивостей, відносин між ними і здатність візуально представляти їх

в просторі. Це важливо в математиці, архітектурі, інженерії та інших технічних дисциплінах.

Картографічне просторове мислення орієнтовано на розуміння та аналіз географічних даних, карт та топографічних об'єктів. Це важливо для географів, картографів, урбаністів та фахівців у галузі ГІС (географічних інформаційних систем).

Перспективне просторове мислення включає розуміння перспективи і способів передачі глибини і відстані в двомірному просторі. Це важливо для художників, дизайнерів, фотографів та фахівців з візуалізації даних.

Символічне просторове мислення пов'язано з розумінням символів, карток, діаграм та інших візуальних уявлень даних. Це важливо для роботи з графіками, схемами, кресленнями та іншими символічними системами.

Навігаційне просторове мислення, це здатність орієнтуватися у просторі та знаходити оптимальні маршрути. Це важливо для навігаторів, водіїв, пілотів та інших професіоналів, пов'язаних із пересуванням у просторі.

Просторове мислення є основою теоретичної та практичної географії. В цьому випадку його відносять до *геопросторового мислення*.

Геопросторове мислення — це здатність розуміти, аналізувати та використовувати географічну інформацію та просторові дані для прийняття рішень, вирішення проблем та розуміння навколишнього світу. Воно включає ряд навичок і концепцій, які допомагають людям орієнтуватися в просторі, вирішувати просторові завдання і інтерпретувати географічні дані і як результат, стає все більш важливим у сучасному світі, де величезні обсяги географічної інформації доступні для аналізу та використання.

На відміну від просторового мислення, геопросторове мислення пов'язано зі стратегіями вирішення географічних проблем. Відповідно компоненти геопросторового мислення забезпечують цю здатність.

Класичним прикладом геопросторового мислення є вибір маршруту між двома об'єктами за топографічною картою у відповідності з наступними

критеріями: простота маршруту (мінімальна кількість спусків та підйомів, переправ тощо) та найменший час в путі. Інтерпретуючи умовні позначення, які відображають рельєф та розташування різноманітних об'єктів на місцевості, користувач віртуально створює його просторовий образ, що дає можливість вибрати найбільш оптимальний маршрут.

Основні компоненти геопросторового мислення включають:

- *просторова візуалізація*: здатність створювати уявні образи географічних даних, об'єктів і явищ, і навіть розуміти їх просторові відносини;
- *просторова аналітика*: здатність аналізувати просторові дані, виявляти закономірності, тенденції та кореляції, і навіть застосовувати методи геопросторового аналізу на вирішення завдань;
- *просторові уявлення*: використання карт, схем, діаграм, тривимірних моделей та інших засобів для візуалізації та подання географічної інформації;
- *просторове рішення проблем*: застосування геопросторового мислення для вирішення завдань, які включають елементи простору, такі як розташування, відстань, напрямок та топографія;
- *географічний контекст*: здатність враховувати географічний контекст під час аналізу даних чи прийняття рішень, розуміння, як місце розташування впливає на явища і процеси.
- *просторові відносини* – розуміння топології, відносних положень, відстаней та масштабів;
- *маніпуляція простором* – здатність уявляти, як об'єкти можуть бути переміщені, повернені або перетворені у просторі;
- *інтерпретація даних* – здатність читати карти, використовувати географічні інформаційні системи (ГІС) та аналізувати просторову інформацію.

Просторове мислення починає розвиватися в ранньому дитинстві та продовжує розвиватися протягом життя людини. На його розвиток впливають як біологічні, так і соціальні фактори. Тому сучасні учні суттєво відрізняються за своїми здібностями до просторового мислення. Згідно з даними І.Гевко та І.

Бочар [1], за рівнем просторового мислення учнів можна диференціювати на три групи:

- *високий рівень* – учні успішно виконують всі завдання, що потребують оперування образами різного типу. Проявляють при цьому широту оперування – це знаходить прояв у вільному користуванні різними видами зображень (як наочними, так і умовними);

- *середній рівень* – учні виконують тільки ті завдання, які пов'язані з різними діями на переміщення предмета і його частин у просторі. Відображення форми і величини предмета у образі відбувається без особливих труднощів. Відтворення просторових співвідношень елементів предмета відбувається менш успішно;

- *низький рівень* – учням посильні прості випадки переміщення частин предмета, такі як переставляння і зсування того чи іншого його елемента без зміни просторової орієнтації. Із значними труднощами вони виконують операції уявного обертання предмета або його частин.

Сьогодні у літературі можна зустріти багато прикладів тестів на оцінку здатності до цієї навички [1, 22, 37]. Вони можуть змінюватись від простих вправ до складних завдань.

Так, наприклад, для оцінки *загальних* здібностей до просторового мислення застосовуються різноманітні зорово-просторові тести. Вони складаються із завдань, що базуються на графічному матеріалі і являють собою ряди геометричних фігур, символів та знаків. Оцінка просторового мислення ґрунтується на порівнянні зображень, знаходженні відповідностей на основі певних ознак фігур, створенню просторового образу об'єктів та ін. (рис. 1.2).

В якості інших питань тестів можна використовувати пазли (демонструє здібності візуалізувати об'єкти та їх взаємозв'язки), різноманітні лабіринти (демонструє просторову віртуальну пам'ять), 3D блоки (демонструє просторові здібності у створенні віртуальних моделей) тощо.

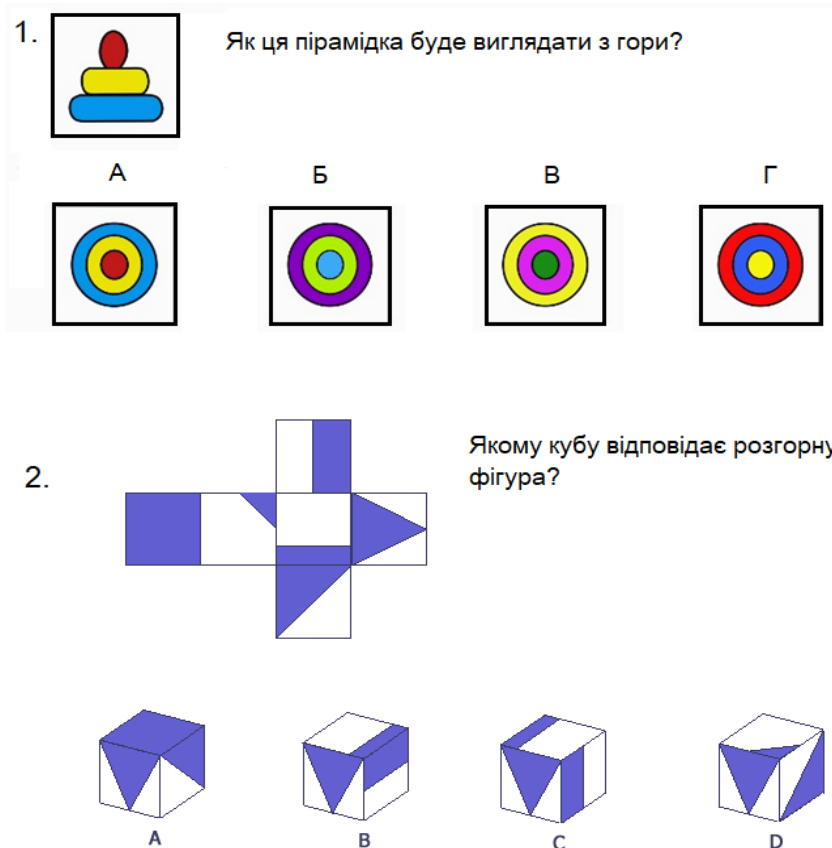


Рис.1.2. Приклади завдань тесту з оцінкою просторового мислення (за даними сайту <https://shl.com.ua/sit7>).

В додатку А наведено ще один приклад питань тесту з оцінки здатностей до просторового мислення за методикою У. Ханіфай [22].

Так в завданні 1 учням треба на малюнку праворуч намалювати правильний рівень води у відповідності до її рівня на зображені ліворуч. У задачі 2 учням пропонується впізнати перетинки у формі піраміди, яка зображена зліва. В завданнях 3 та 4 учням пропонується вибрати один з чотирьох малюнків, ідентичних стандартному зображенню зліва, а у завданнях 5 і 6 учні повинні намалювати, як виглядають об'єкти з усіх боків.

Оцінка здібностей до геопросторового мислення вимагає декілька іншого підходу. По перше, вимагається використання в тестах власне географічної інформації. По друге, питання геопросторового тесту передбачають наявності у учнів базових картографічних знань (масштаб карт, умовні позначення, способи картографування тощо).

Наприклад, в якості питань тесту можна використовувати роботу з географічною картою. Це може бути знаходження об'єктів за координатами або назвами вулиць, прокладка маршруту від одної точки до іншої з використанням різних орієнтирів, визначення відстаней та площ за допомогою масштабу та ін. Цікаві завдання тесту можна розробити на основі супутникових знімків, наприклад, з визначенням основних елементів ландшафту.

Для осіб з недостатнім рівнем географічних знань можна використовувати географічні пазли або прості програми, які вимагають географічного орієнтування або навігації [7, 8]. Наприклад, програма під назвою *Ori-Gami* (Orientation Gaming), яка працює на настільних комп'ютерах. Мета – продемонструвати орієнтування на карті та навігаційні здібності при виконанні просторових завдань, дотримуючись різних інструкцій щодо маршруту (ДОДАТОК Б)

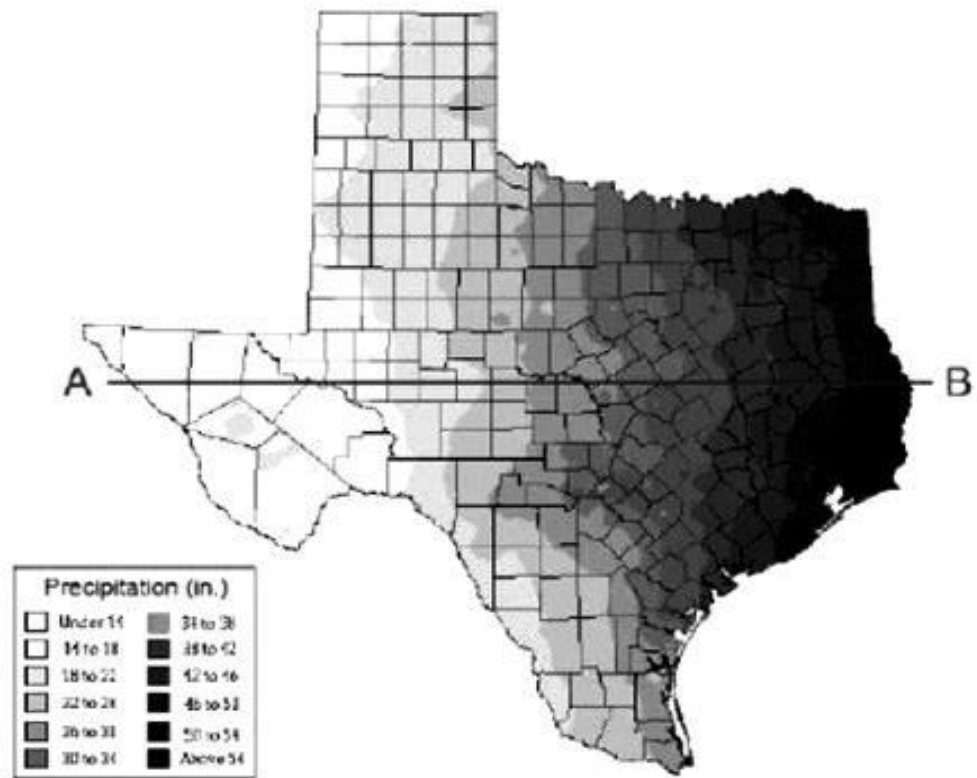
Загалом, в літературі також можна зустріти досить багато прикладів тестів на оцінку здібностей до геопросторового мислення [19, 26, 35, 37].

В якості приклада можна навести питання з тесту на перевірку здібностей до геопросторового мислення, або можна навести завдання з дослідження Дж. Ли [37].

Так в першому завданні треба вибрати правильний профіль зміни показників на основі аналізу хороплетною карти (рис. 1.3).

Друге питання тесту на перевірку орієнтації в просторі (рис.1.4). Треба визначити найближчу точку в кінці маршруту, якщо рухатися з точці 1 на північ один квартал, потім повернути на захід і пройти три квартали, а потім повернути на південь і пройти два квартали.

Ще один приклад питання тесту з метою оцінки геопросторового мислення наведено на рисунку 1.5. В завданні треба позначити, в якому порядку можна побачити гори, якщо перебувати на горі С та дивитися на південь за годинниковою стрілкою.



3. If you draw a graph showing change of Texas annual precipitation between A and B, the graph will be ___

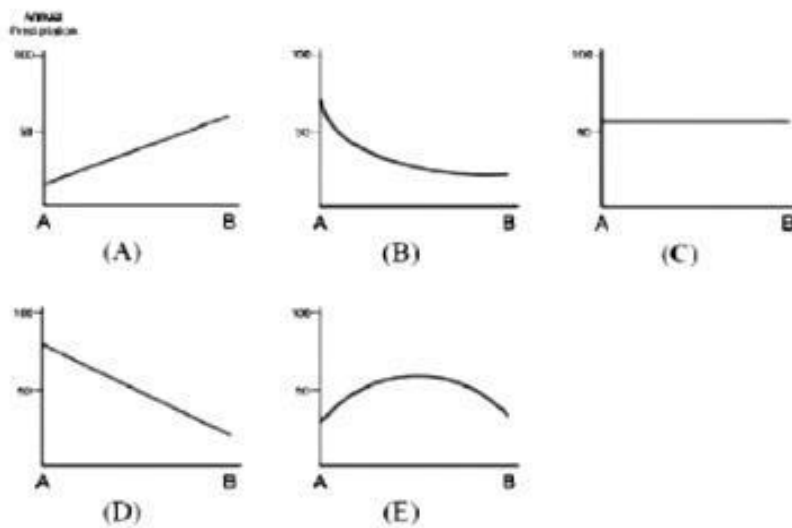


Рис.1.3. Приклад завдання тесту з оцінкою геопросторового мислення (за даними [37]).

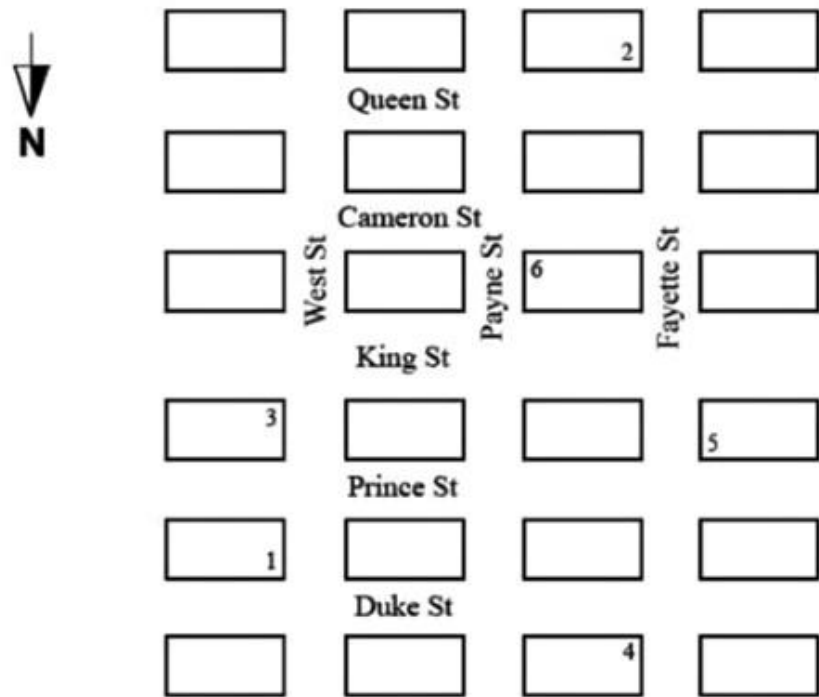


Рис.1.4. Приклад завдання тесту з оцінкою геопросторового мислення (за даними [37]).

You are standing at the peak of mountain C looking south. Name in clockwise order the other mountain(s) you can see:

- a) A, D, B b) B, D, A c) D, A, B d) C, A, D e) A, B

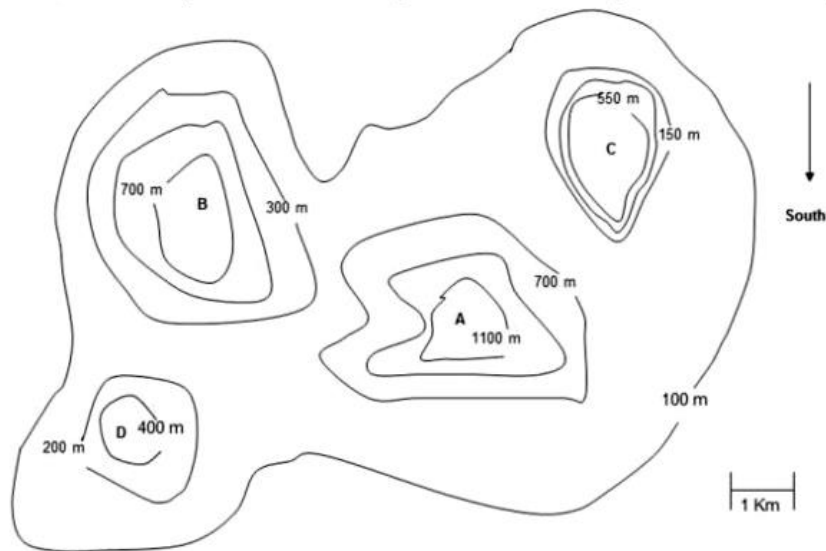


Рис. 1.5. Приклад завдання тесту з оцінкою до геопросторового мислення (за даними [26]).

Науковці та практикуючі викладачі наголошують, що просторові здібності людини, особливо дитини, можна розвивати [35]. Існує багато способів розвивати просторове мислення, зокрема використання ігор, які потребують просторового мислення (головоломки, конструктори, шахи тощо), малювання, конструювання (наприклад, конструктор Lego), орієнтування на місцевості тощо.

Але найкращих результатів досягли студенти, які в навчанні використовували геоінформаційні технології. Ефективність використання цих технологій у розвитку геопросторового мислення підтверджена освітніми експериментами, які провели дослідники різних країн [20, 25, 27, 44].

Так, Ту Ханхом та Бобом Шарпом, було проведено дослідження за участю 104 студентів-географів у Ватерлоо (Онтаріо, Канада). Учнів було відібрано з чотирьох освітніх рівнів: учні 9 класу віком від 13 до 14 років; студенти 1, 3 та 4 курсів бакалаврату географічних спеціальностей; та аспіранти-географи віком від 22 до 32 років. Учасники спочатку відповіли на питання тесту з 30 пунктів. Оцінки за шкалою показали збільшення просторового мислення за рівнем освіти, так учні 9 класу отримали в середньому 7,5 з 30, тоді як середній бал аспірантів становив 20,6 [44]. Дослідники пов'язують отримані результати з широким використанням ГІС студентами бакалаврату та аспірантами.

Дж Ли та Роберт Бернар провели тестування на просторові навички у вісімдесяти студентів великого державного університету до та після проведення осіннього семестру 2003 року, в якому вони навчалися використовувати ГІС-технології. Аналіз змін у тестових результатах студентів показав, що вивчення ГІС допомагає студентам мислити просторово. Ці покращення стали результатом зв'язку між ГІС-діяльністю та навичками просторового мислення. Між просторовим мисленням учасників і їхніми досягненнями в курсі ГІС спостерігалися суттєві кореляції [37].

1.2. Загальна характеристика геопросторового аналізу

Сьогодні в літературі можна зустріти багато визначень геопросторового аналізу [21, 35, 38]. Не вдаючись у подробиці цих визначень, слід визначити їх спільну рису – геоінформаційний аналіз пов'язаний з пошуком просторових закономірностей та взаємозв'язків в розподілі географічних об'єктів, процесів та явищ, в результаті чого отримується нова геоінформація, яка має високе практичне значення.

Об'єктом геопросторового аналізу є наша планета та всі її оболонки (літосфера, атмосфера та гідросфера), а також антропогенна діяльність людини. Важливо, що геопросторовий аналіз може проводитися в різних масштабах досліджень: від локальних (на окремих ділянках земної поверхні) до глобальних (на рівні всієї поверхні Землі). Також, нерідко, геопросторові дослідження можуть мати різночасову спрямованість – від аналізу минулого (наприклад, вивчення історичного розселення населення) до прогнозування розвитку у майбутньому (наприклад, зростання міських агломерацій).

Геопросторове мислення та геопросторовий аналіз тісно пов'язані, але мають дещо різні акценти. Так, якщо *геопросторове мислення* – це здатність візуалізувати, аналізувати і розуміти просторові відносини в географічному контексті то *геопросторовий аналіз* – це процес застосування аналітичних методів та інструментів для вивчення просторових геоданих та виявлення тенденцій та взаємозв'язків.

Геопросторове мислення забезпечує когнітивну основу для розуміння географічних концепцій, а геопросторовий аналіз надає інструменти та методи для вивчення просторових даних. Разом вони створюють потужний набір навичок для вирішення географічних завдань, таких як міське планування, аналіз довкілля, транспортна логістика, керування ресурсами та багато іншого.

Таким чином, геопросторове мислення фокусується на здатності розуміти та працювати з простором, тоді як геопросторовий аналіз – на використанні інструментів та методів для аналізу та інтерпретації просторової інформації.

Можна визначити основні елементи геопросторового аналізу:

1. Геопросторові дані. Це основна інформація, яка використовується в аналізі і містить географічні або просторові атрибути. Ці дані можуть бути представлені у вигляді географічних об'єктів (таких як точки, лінії, полігони), растрових зображень або табличних даних з географічними атрибутами.

2. Геопросторові аналізи. Це методи та техніки обробки геопросторових даних з метою виявлення взаємозв'язків, залежностей та висновків про геопросторові явища. Це може включати в себе різноманітні операції, такі як просторові запити, буферизацію, перетин, аналіз сітки, класифікацію, кластерний аналіз тощо.

3. Візуалізація. Це відображення геопросторових даних на графіках, картах або інших візуальних форматах для кращого розуміння просторових залежностей та взаємозв'язків. Візуалізація може використовувати символи, кольори, текстури та інші елементи для передачі інформації.

4. Моделювання. Це створення математичних моделей або симуляцій просторових явищ з метою прогнозування або розуміння їхньої поведінки. Моделі можуть використовувати географічні атрибути, такі як рельєф, клімат, ґрунти, для аналізу та прогнозування різних процесів, таких як розподіл водних ресурсів, розповсюдження захворювань або розвиток міст.

5. Просторові статистики та аналіз. Це використання статистичних методів для вивчення просторових залежностей та паттернів у географічних даних. Це може включати в себе розрахунок статистичних показників, таких як середні, варіація, кореляція, а також використання спеціалізованих методів, таких як географічна автокореляція.

6. **Геопросторові інструменти.** Це використання ГІС, систем глобального позиціонування (GPS) та інших технологій для збирання, зберігання та аналізу даних.

7. **Аналітичні методи.** Включає застосування статистики, моделювання, кластеризації та інших методів аналізу просторових геоданих.

8. **Візуалізація результатів.** Це створення карт, графіків, діаграм та інших засобів візуалізації, щоб відтворити результати аналізу.

9. **Просторове моделювання.** Включає використання симуляцій та моделей для прогнозування просторових явищ або вивчення гіпотетичних сценаріїв.

У 2022 році ринок геопросторової аналітики оцінювався в 69,05 мільярда доларів. Очікується, що до 2026 року ця цифра зросте до 107,8 мільярда доларів, а у 2029 – 143,45 мільярда доларів (рис. 1.6).

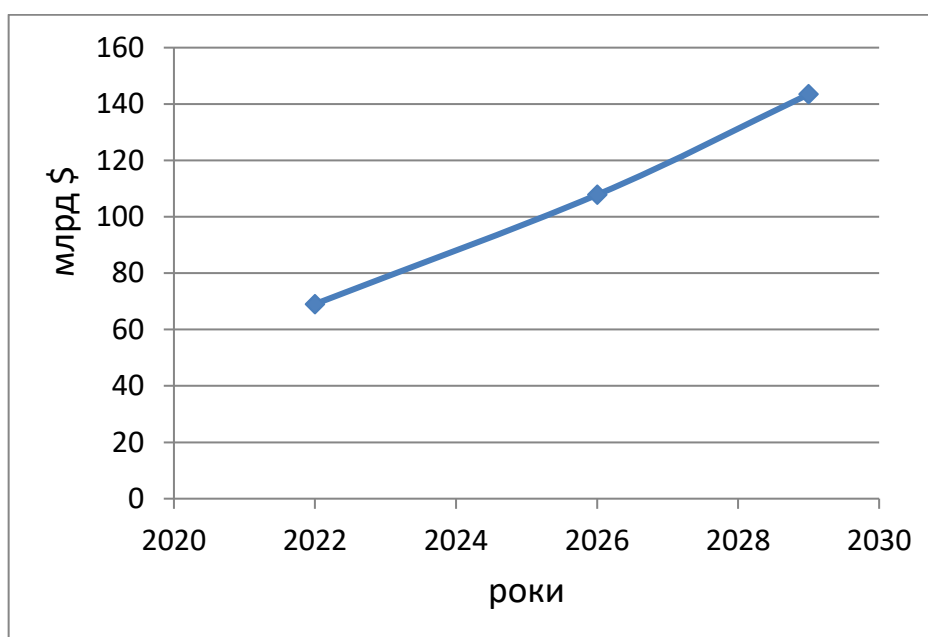


Рис. 1.6. Зміна розміру глобального ринку геопросторової аналітики у часі (за даними сайту <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-geospatial-analytics-market/6374/>).

Геопросторовий аналіз має широке застосування в усьому світі для боротьби зі стихійними лихами, включаючи боротьбу з лісовими пожежами, повенями, управління вуглецевими газами та моніторинг кліматичних змін. Уряди розвинутих економік, таких як США, Китай, Індія та Бразилія, широко використовують цю технологію для боротьби зі стихійними лихами (рис. 1.7).

Так, наприклад, у розпал глобальної пандемії геопросторові аналітичні моделі допомогли картографувати, відстежувати та контролювати поширення Covid-19 за допомогою даних про погоду, потокового відео в прямому ефірі, карт і показників населення [13].



Рис. 1.7. Розподіл (у %) розміру глобального ринку геопросторової аналітики між регіонами світу у 2022 році (за даними сайту <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-geospatial-analytics-market/6374/>).

Використовуючи географічну інформацію геопросторовий аналіз дає можливість відповісти стосовно об'єктів, процесів та явищ на наступні питання [4, 12]:

- де знаходиться ?;

- чому там знаходиться ?;
- в якій концентрації ?;
- як буде змінюватися та інші ?

При виконанні геопросторового аналізу дослідник проходить декілька етапів (рис 1.8):



Рис. 1.8. Етапи виконання геопросторового аналізу

Постановка проблеми це процес, який включає в себе визначення конкретної мети та об'єкта геопросторового аналізу, вибір його ключових аспектів, типу та методів. Фактично на цьому етапі визначається глибина та детальність дослідження, а також обґрунтовуються засоби, необхідні для його виконання.

Важливим чинником, який значною мірою визначає детальність дослідження і метод вирішення даної проблеми, є уявлення про призначення результатів аналізу. Також, на цьому етапі визначаються критерії, які визначають параметри використання бази геоданих для здобуття відповідей.

Оцінка вхідних даних забезпечує рівень повноти та достовірності результатів аналізу, їх точність та надійність. Основними аспектами цього процесу є: збір інформації про джерела даних, перевірка їх актуальності та достовірності, врахування юридичних аспектів використання даних тощо.

Як правило, база геоданих вже існуватиме. Потрібно чітко представляти, яку інформацію ви маєте в своєму розпорядженні, і що ще потрібно отримати або створити. Створення нових даних, у свою чергу, може послужити причиною появи нових атрибутів в таблиці даних або навіть нових шарів карт. На цьому етапі може виникнути необхідність підготовки даних для просторових операцій, у тому числі, зміни даних, перетворення одиниць виміру і системи координат, додавання даних, конвертації даних з одного формату в іншій.

Оцінка вхідних даних – найважливіший етап аналітичного процесу. Саме в цей момент визначається принципова можливість реалізації вибраних методів аналізу і здобуття результату заявленої якості.

Вибір методу аналізу залежить від конкретних завдань, які треба вирішити в ході дослідження, а також типів даних і інструментів, які використовуються. Це ключовий етап, який визначає наскільки ефективно та точно будуть виконані завдання геопросторового аналізу.

Метод аналізу визначається в першу чергу моделлю наявних даних. Так векторні дані є найбільш зручними, коли необхідно зберігати точне місце розташування вхідного об'єкта, працювати з дискретними об'єктами, кордонами або моделювати лінійну мережу. Растрові дані доцільно використовувати для аналізу безперервних явищ.

Залежно від вибраних моделей даних вибираються і засоби їх обробки. Сучасні ГІС мають велику кількість аналітичних засобів просторових і атрибутивних даних. Просторовий аналіз певного набору даних може включати операції, наприклад, витягання об'єктів, побудови буферних зон, накладення буферних зон на інші шари, роботу з об'єктами, що попали в буферні зони, і інші операції.

Проведення аналізу включає в себе ланцюжок геопросторових операцій з множиною шарів з метою виявлення просторових закономірностей, аналізу розподілу та створення геомodelей, заснованих на географічних даних. Це може бути: встановлення просторових кореляцій, визначення оптимальних транспортних маршрутів, геопросторове прогнозування та інше.

Кожна просторова операція наводить до нової інформації. При роботі з векторними наборами даних вони виконуються ступінчастим чином – два вхідних шари використовуються для формування нового шару, цей проміжний шар обробляється спільно з третім шаром, щоб формувати інший проміжний шар, і так далі до досягнення бажаного результуючого шару карти. При роботі з растровими наборами даних є можливість одночасної обробки декількох шарів, алгоритм якої реалізується в растровому калькуляторі

На етапі *інтерпретації результатів та їх відображення* вивчаються результати геопросторового аналізу, встановлюються ключові закономірності, тенденції чи аномалії. Результати аналізу можуть бути представлені у вигляді карт, графіків, діаграм, та таблиць. При цьому необхідно вирішити, яку інформацію виносити на карту, як групувати значення для найкращого відображення даних.

Етап *прийняття рішень та рекомендацій* завершує процес геопросторового аналізу. На цьому етапі результати аналізу використовуються для прийняття обґрунтованих рішень або вироблення рекомендацій, які можуть бути застосовані для вирішення проблеми чи досягнення певних цілей. Якщо необхідно, то приймається рішення про повторення аналізу з іншими

параметрами, або уточнення аналізу, або вживання іншого методу. ГІС дозволяє порівняно легко і оперативно зробити необхідні зміни і отримати новий результат. Можна також оперативно порівняти результати різних аналізів і побачити, який з підходів виявився кращим.

Залежно від контексту та застосування, існує шість типів геопросторового аналізу для встановлення просторового взаємозв'язку між об'єктами, подіями та місцями розташування [12].

1. *Геопросторова кореляція* – це статистична міра, яка використовується для визначення ступеня взаємозв'язку між значеннями розташування різних геооб'єктів. На відміну від звичайної кореляції, яка оцінює взаємозв'язок між двома змінними без урахування їхнього просторового розташування, геопросторова кореляція враховує географічну близькість або віддаленість даних точок. Вона може бути позитивною (подібні значення згруповані разом) або негативною (різні значення зустрічаються поруч). Використовується найчастіше в демографії (наприклад, аналіз розподілу доходів та безробіття у різних регіонах, щоб виявити кластери економічного процвітання чи бідності, екології (наприклад, дослідження просторового розподілу видів рослин чи тварин, щоб зрозуміти вплив екологічних чинників на їх поширення), епідеміології (аналіз поширення захворювань, щоб виявити зони підвищеної захворюваності та зрозуміти фактори, що впливають на їх поширення), геології (наприклад, дослідження факторів просторового розподілу мінеральних покладів) тощо.

2. *Геопросторова інтерполяція* – це метод оцінки значень змінної в точках, де вимірювання не проводилися, на основі значень у відомих точках. Це дозволяє створювати безперервні поверхні або карти з дискретних даних. Головні методи геопросторової інтерполяції : метод найближчих сусідів (Nearest Neighbor Interpolation), лінійна інтерполяція (Linear Interpolation), інтерполяція за методом зважених інверсних відстаней (Inverse Distance Weighting, IDW) та ін.. Широко використовується в картографії (наприклад,

створення цифрових моделей рельєфу (ЦМР)), метеорології (побудова карт прогнозу погоди, температурних полів, опадів на основі даних з метеостанцій), екології (оцінка екологічного стану територій) та інших областях.

3. *Геопросторова регресія* – це метод статистичного аналізу, який використовується для вивчення та моделювання взаємозв'язків між просторовими даними та іншими змінними. Вона дозволяє враховувати просторову залежність і кореляцію, що виникають через близькість точок у географічному просторі. Таким чином, вона допомагає дослідникам отримувати більш точні та достовірні результати. Використовується в біогеографії (моделювання поширення видів рослин і тварин, вивчення зв'язків між середовищем проживання та їх поширенням), соціології (аналіз розподілу доходів, рівня безробіття, доступності послуг, з урахуванням просторових взаємозв'язків), гідрології (наприклад, прогнозування рівнів ґрунтових вод), медицині (аналіз розповсюдження хвороб, вивчення впливу середовища на здоров'я населення).

4. *Геопросторова взаємодія* стосується процесів і явищ, які відбуваються або впливають одне на одне в межах географічного простору. Ця концепція охоплює широкий спектр взаємодій, включаючи переміщення людей, товарів, послуг, інформації та енергії між різними місцями. Геопросторова взаємодія є ключовим елементом у багатьох наукових дослідженнях і практичних застосуваннях, таких як урбаністика (аналіз транспортних потоків, планування інфраструктури, вивчення динаміки міського розвитку), транспортна логістика (оптимізація маршрутів доставки, моделювання транспортних мереж, управління потоками пасажирів і вантажів), екологія (аналіз впливу людської діяльності на екосистеми, моделювання поширення забруднень, планування охорони природних ресурсів) та інші.

5. *Багатоточкова геостатистика* є розширенням традиційних геостатистичних методів, що використовуються для моделювання просторових закономірностей. На відміну від методів, які базуються на двоточкових

статистичних взаємозв'язках, багатоточкова геостатистика враховує просторові структури, використовуючи інформацію з більшої кількості точок одночасно. Вона дозволяє враховувати багатовимірні просторові взаємозв'язки, що робить її особливо корисною в ситуаціях, де традиційні двоточкові методи неефективні. Використовується в геології (наприклад, моделювання розподілу порід і підземних структур у нафтових і газових родовищах, вивчення гідрогеологічних систем, моделювання розподілу рудних тіл), геоecології (наприклад, оцінка екологічних ризиків), гідрології (наприклад, моделювання підземних водних ресурсів).

б. *Геокодування* – це процес перетворення описів місцеположень, таких як адреси або назви місць, у географічні координати (широту і довготу). Ці координати можуть бути використані для визначення розміщення об'єктів на карті. Результат геокодування – це набір координат (широта і довгота), які відповідають початковому опису місця і можуть бути використані в інших типах геопросторового аналізу. Додатково можуть бути надані дані про точність і джерело інформації. Геокодування є важливим інструментом у багатьох сферах, включаючи логістику (наприклад, оптимізація маршрутів доставки), геомаркетинг (аналіз місць розташування клієнтів, вибір оптимальних місць для нових магазинів), управління нерухомістю (аналіз просторових геоданих для прийняття рішень, аналізу та планування) та ін..

1.3 Геопросторовий аналіз у контексті досліджень сучасної географічної науки: перешкоди та виклики

Як справедливо стверджує А. Боннетт [15], географія підкреслює існування інтегрованого просторового зв'язку, а Д. Ламберг та Дж. Морган [34] визначають географію як науку, яка вивчає місцезнаходження та організацію просторової діяльності людини на Землі. Таким чином, геопросторовий аналіз можна розглядати як метод просторового географічного аналізу, який дає

можливість отримувати якісно нову інформацію і виявляти раніше невідомі закономірності.

Мішель Ф. Гудчайлд в передмові до книги Енді Мітчелла [4] пише, що «процес просторового аналізу нагадує розтягування гумової стрічки, коли довга і важка робота по оцифруванню елементів карт, формуванню баз даних, виявленню помилок і трансформації інформації у всілякі системи координат, врешті-решт, винагороджує ефектним результатом або знахідкою оптимального рішення».

Геопросторовий аналіз існує на стику між людиною і комп'ютером. Обоє в нім грають важливу роль – з одного боку, людська інтуїція зі всією її розпливчатістю і неформальною, а з іншого боку, формальний та математично точний розрахунок просторових геоданих.

Серце геопросторового аналізу – географічні інформаційні системи (ГІС). Не зважаючи на той факт, що ГІС і геопросторовий аналіз вважаються самостійними науками з міцною теоретичною та методологічною основою, але в основі геопросторового аналізу знаходяться аналітичний інструмент ГІС. Як зазначено у фундаментальній роботі з просторового мислення «*Learning to Think Spatially*» [35], цей аспект можна назвати *геопросторовим мисленням за допомогою ГІС*. В той же час, просторове мислення незамінне для систематизації сукупності знань у ГІС-науці і це аспект визначено як *просторове мислення в ГІС*.

Аналіз геопросторових даних представляє ряд проблем і передових практик, які важливо враховувати, щоб ефективно аналізувати та використовувати геопросторові дані. Ось деякі з ключових проблем у практичному використанні геопросторового аналізу:

1. **Якість геоданих.** Геопросторові дані можуть бути складними та відрізнятися за якістю та точністю. Це є критично важливим фактором для успішного проведення геопросторового аналізу. Низька якість даних може суттєво обмежити точність і надійність результатів, що може призвести до

неправильних висновків і рішень. Тому дуже важливо приділяти велику увагу перевірці, оновленню і покращенню якості даних, що використовуються для геопросторового аналізу.

В таблиці 1.1 наведено головні фактори зниження якості геоданих, та їх вплив на результати геопросторового аналізу.

Таблиця 1.1.

Головні фактори зниження якості геоданих, та їх вплив на результати геопросторового аналізу

Головні фактори	Вплив на результати геопросторового аналізу
Відсутність або застарілість даних	Застарілі або відсутні дані не відображають поточний стан об'єктів або явищ, що може суттєво обмежити можливості для проведення аналізу
Недостатня точність і повнота даних	Обмежуються можливості аналізу і може призвести до неправильного розташування об'єктів або помилкових висновків
Конфліктуючі дані	Дані з різних джерел можуть містити конфліктуючу, іноді суперечливу інформацію, що може призвести до конфліктів і помилок у аналізі.
Недостатня деталізація	Невідповідність рівня атрибутивних даних картографічному масштабу досліджень може призвести до помилкових висновків
Помилки геокодування	Помилки в перетворенні адрес в координати або неточності в базах даних можуть призвести до неправильного розташування об'єктів на карті

З метою максимального зменшення ролі якості геоданих на результати геопросторового аналізу треба проводити регулярні перевірки даних на точність і консистентність, а також валідацію даних на основі незалежних джерел, систематичне оновлення баз даних з використанням сучасних методів збору даних, таких як дистанційне зондування Землі, супутникова навігація, геоінформаційні системи тощо.

2. Інтеграція даних. Геопросторові дані надходять з різних джерел і тому вимагають інтеграції з іншими типами даних. Цей процес часто супроводжується численними викликами, пов'язаними з невідповідністю

форматів, систем координат, просторового розрішення та іншими аспектами якості даних.

Головними перешкодами інтеграції даних у геопросторовому аналізі виступають: *різні системи координат* (джерела даних можуть використовувати різні системи координат, що потребує додаткових перетворень для узгодження цих даних у єдиній системі координат); *невідповідність форматів даних* (дані можуть бути представлені в різних форматах, наприклад, растрові зображення, векторні шари, текстові файли тощо, що ускладнює їх об'єднання і аналіз); *різна просторова розрізненість* (дані можуть мати різне просторове розрішення, наприклад, супутникові знімки з високою деталізацією та картографічні дані з низькою деталізацією, що може призводити до неточностей при їх об'єднанні); *актуальність і консистемність даних* (дані можуть бути зібрані в різний час і з різних джерел, що може призводити до проблем із синхронізацією та врахуванням змін).

Для успішного подолання цих перешкод необхідно використовувати стандартизацію, перетворення систем координат, узгодження просторового розрішення, а також методи перевірок та очищення даних.

3. Інтерпретація та візуалізація. Геопросторові дані можуть бути великими і складними, тому при їх інтерпретації та візуалізації дослідники стикаються з цілим рядом перешкод. Так великі обсяги даних та їх складні структури без належної обробки та спрощення інформації, зрозуміти і використовувати дуже складно. Помилки у інтерпретації даних можуть виникнути через недостатню експертизу або розуміння контексту. Як результат – недостовірність висновків аналізу. Також обмежені можливості програмного забезпечення або апаратного забезпечення можуть ускладнити процес візуалізації великих обсягів геопросторових даних. Наприклад, високі вимоги до обчислювальних ресурсів можуть обмежити можливість обробки і візуалізації даних у реальному часі.

Для зменшення негативного впливу визначеного фактору на якість результатів геопросторового аналізу необхідно використовувати відповідні методи візуалізації, спрощувати представлення даних, застосовувати інтерактивні інструменти і забезпечувати ефективну комунікацію між фахівцями.

4. Конфіденційність і безпека даних. Геопросторові дані часто містять чутливу інформацію, таку як персональні (особисті) дані, демографічні показники, конфіденційну інформацію про природні ресурси та ін. Незаконний доступ до цієї інформації може призвести до порушення приватності, шахрайства та інших злочинів. Також компанії використовують геопросторові дані для аналізу ринків, оптимізації логістики та інших бізнес-процесів. Витік такої інформації може завдати значної шкоди конкурентоспроможності.

Особливе значення цей аспект впливає на національну безпеку. Геопросторові дані можуть містити інформацію про критичну інфраструктуру, військові об'єкти та інші чутливі дані. Несанкціонований доступ до цієї інформації може становити загрозу національній безпеці.

Подолання перешкод конфіденційності і безпеки даних можливо за умов використання наступних заходів:

- *шифрування даних* - захист даних під час зберігання та передачі за допомогою криптографічних алгоритмів;
- *контроль доступу* - ретельне обмеження доступу до геопросторових даних тільки для авторизованих користувачів;
- *моніторинг і виявлення загроз*: постійний моніторинг систем, що зберігають і обробляють геопросторові дані, для виявлення та усунення загроз;
- *анонімізація даних* - застосування різних методів анонімізації для приховування ідентифікаційної інформації в геопросторових даних;
- *законодавча відповідність* - розробка та впровадження законодавчих норм, що регулюють збір, обробку та використання геопросторових даних

(наприклад, дотримання таких стандартів, як *GDPR (General Data Protection Regulation)* у Європейському Союзі.

5. Інфраструктура та ресурси. Геопросторовий аналіз часто вимагає значних обчислювальних ресурсів для обробки великих обсягів даних. Відсутність потужного апаратного забезпечення може обмежити можливості аналізу і збільшити час обробки. Також використання застарілого або недостатньо функціонального програмного забезпечення може обмежити можливості проведення складних геопросторових аналізів. Потреба в оновленні програмного забезпечення або придбанні додаткових ліцензій може створити фінансові та організаційні складнощі. Суттєва проблема – обмежений доступ до геоданих. Вона виникає через юридичні обмеження, відсутність співпраці між організаціями або високі витрати на придбання даних. Але недостатній доступ до актуальних та високоякісних геопросторових даних може суттєво обмежити можливості аналізу.

Для вирішення цих проблем треба активно використовувати хмарні обчислення, які можуть забезпечити доступ до потужних обчислювальних ресурсів і зберігання великих обсягів даних без необхідності значних капітальних витрат на апаратне забезпечення. Також співпраця з іншими організаціями, університетами та дослідницькими центрами може забезпечити доступ до додаткових ресурсів, знань і технологій.

Аналізуючи багаторічний досвід використання геопросторового аналізу в географічних дослідженнях [4, 11, 36, 38], можна визначити головні пріоритети при його проведенні .

I. Створення плану геопросторового проекту. Чітко визначений план геопросторового проекту є важливою складовою геопросторового аналізу оскільки він допомагає визначити обсяги досліджень, виявити потенційні проблеми та ефективно розподілити ресурси.

На рисунку 1.9 позначено ключові елементи плану геопросторових досліджень та їх взаємозв'язок.



Рис.1.9. Ключові елементи плану геопросторових досліджень та їх взаємозв'язок.

Постановка чітких цілей є основою успішного планування геопросторового проекту. Важливо визначити конкретні цілі та результати, яких дослідження мають на меті досягти. Це забезпечить чіткий напрям і дозволить зрозуміти мету проекту. Наприклад, якщо геопросторовий проект передбачає аналіз геотуристичного потенціалу розподілу геологічних пам'яток на території дослідження, то його метою повинно бути визначення факторів туристичної привабливості цих об'єктів, що загалом впливає на оцінку територіального розвитку геотуризму. Ця мета встановлює напрям досліджень та керує процесом прийняття рішень (рис.1.10).

У плануванні геопросторового проекту дуже важливо визначити ресурси, які знадобляться для ефективного виконання проекту. Це включає в себе людські ресурси, обладнання, програмне забезпечення та дані.

Наприклад, якщо геопросторовий проект передбачає збір і аналіз супутникових зображень, необхідні ресурси можуть включати експертів з дистанційного зондування, супутникові зображення високої роздільної здатності, спеціалізоване програмне забезпечення для обробки зображень і обчислювальні ресурси для зберігання й аналізу даних.

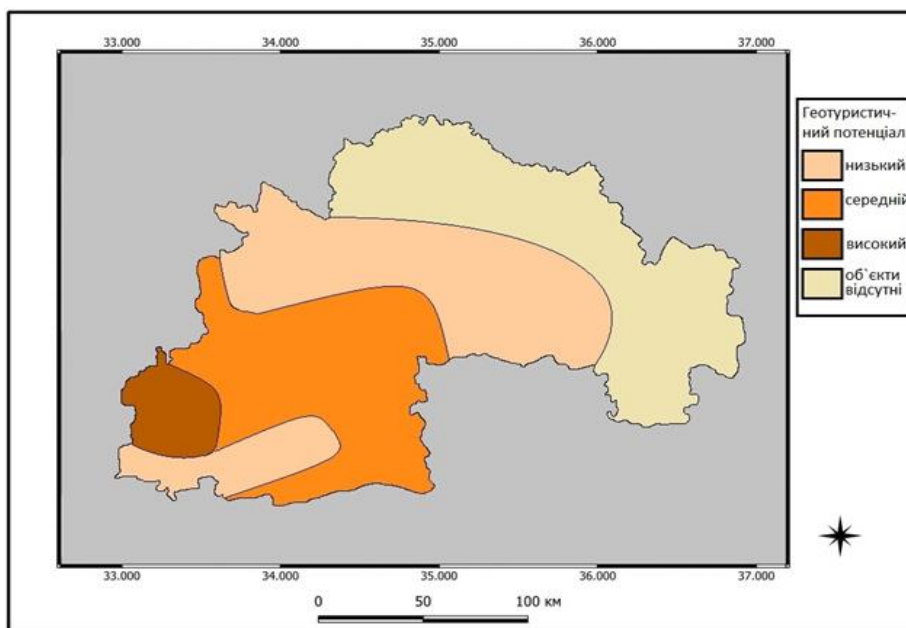


Рис. 1.10. Карта геотуристичного потенціалу регіонів Дніпропетровської області (за даними [10])

Чітко визначений хронологічний графік із конкретними етапами важливий для відстеження прогресу дослідження та забезпечення його виконання за графіком. Розбиття геопросторового проекту на більш дрібні, керовані завдання та встановлення термінів для кожного завдання допомагає підтримувати проект у потрібному плані та дозволяє вчасно вносити корективи, якщо це необхідно.

Наприклад, якщо геопросторовий проект передбачає створення цифрової моделі рельєфу великої території, часову шкалу можна розділити на етапи, такі як збір даних, попередня обробка, моделювання рельєфу та перевірка (рис. 1.11). Кожний етап матиме певний кінцевий термін, що дозволяє відстежувати прогрес і вносити корективи.

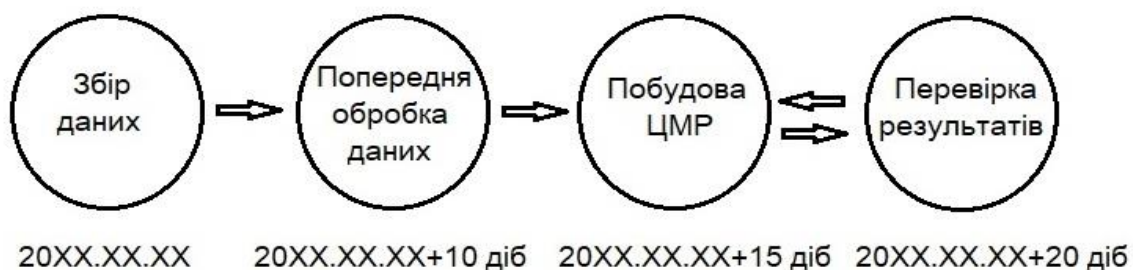


Рис. 1.11. Приклад хронологічного графіку геопросторового проекту побудови цифрової моделі рельєфу місцевості

II. Управління ризиками у плануванні геопросторових досліджень.

Ризики притаманні будь-яким дослідженням, і геопросторовим проектам, враховуючи їх складність та багатофакторність - це характерно в першу чергу. Ефективне управління ризиками має вирішальне значення для їх виявлення і розробки відповідних планів пом'якшення.

Виявлення потенційних ризиків є першим кроком до ефективного управління ними. Загальні ризики в геопросторових проектах включають помилки даних, технічні проблеми і обмеження ресурсів.

Помилки в даних можуть виникати через різні причини, наприклад, неточний збір даних, неправильні методи обробки даних або навіть помилка людини. Ці помилки можуть призвести до оманливих результатів і поставити під загрозу достовірність результатів дослідження. Технічні проблеми, з іншого боку, можуть виникати через несправності програмного чи апаратного забезпечення, проблеми сумісності або невідповідну інфраструктуру.

Обмеження ресурсів є ще одним поширеним ризиком у геопросторових проектах. Обмежена доступність кваліфікованого персоналу, недостатнє фінансування або відсутність необхідного обладнання можуть створити проблеми для виконання проекту.

Після виявлення потенційних ризиків важливо розробити стратегії пом'якшення цих ризиків. Це може включати впровадження резервних планів, прийняття заходів на випадок непередбачених обставин або звернення до експертів.

III. Включення технологій у планування геопросторових проектів.

Зі збільшенням доступності геопросторових даних, виконавці геопросторових досліджень мають доступ до великої кількості геоданих, які можна використовувати для прийняття рішень. Ці дані включають, зокрема, супутникові знімки, аерофотознімки та топографічні карти, які надають цінну інформацію про територію досліджень, таку як ґрунтовий покрив, характеристики рельєфу та інфраструктурні мережі тощо.

Наприклад, під час оцінки впливу на навколишнє середовище, технології дистанційного зондування можна використовувати для моніторингу антропогенного впливу на природу. Порівнюючи супутникові зображення, зроблені з різними інтервалами, стає можливою оцінка зміни у часі геоecологічної ситуації території. Чітко виявляються ушкодження природної екосистеми навколо промислових підприємств і великих міст [9].

Крім того, безпілотні літальні апарати (БПЛА), оснащені спеціалізованими датчиками, можна використовувати для збору даних у важкодоступних або небезпечних місцях. Ці апарати можуть знімати зображення з високою роздільною здатністю, створювати 3D-моделі місцевості та навіть збирати дані про якість повітря чи забруднення води.

Але вирішальну роль у виконанні геопросторових проектів відіграють технології ГІС. Вони дозволяють інтегрувати різноманітні набори просторових даних, забезпечуючи ефективне керування та аналіз геоданих.

Однією з ключових переваг використання ГІС у виконанні геопросторових досліджень є можливість накладання різних рівнів інформації. Наприклад, якщо накласти шар з даними про землекористування з шарами про демографічні показники, то можна визначити райони з високою щільністю населення та обмеженими зеленими насадженнями. Потім ця інформація може бути використана для визначення пріоритетів розподілу ресурсів, наприклад, для будівництва парків або реалізації ініціатив з озеленення міст.

IV. Моніторинг та оцінка геопросторових проектів. Регулярний моніторинг геопросторових досліджень дозволяє виявляти будь-які відхилення від плану та оперативно вживати коригувальні дії. Це передбачає порівняння фактичного прогресу із запланованими етапами та документування будь-яких змін або коригувань, внесених під час реалізації проекту.

Оцінка результатів проекту допомагає визначити, чи досягнуто цілей і чи дав проект очікувані результати. Це можна зробити за допомогою

комплексного аналізу зібраних даних, відгуків зацікавлених сторін та інших методів оцінки.

Дотримуючись цих стратегій, можна збільшити ймовірність успішного завершення геопросторових досліджень і досягнення бажаних результатів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Дослідивши особливості геопросторового аналізу в географічній науці можна прийти до наступних висновків:

1. Просторове мислення є багатограним поняттям, яке охоплює широкий спектр навичок та здібностей, необхідних для розуміння та маніпулювання простором. Вміння відображати, аналізувати або вимірювати просторові дані відіграє важливу роль у повсякденному житті людей, дає можливість вирішувати проблеми в різних секторах людської діяльності, таких як екстрені служби, транспорт, сільське господарство, торгівля, міське планування тощо.

2. Геопросторове мислення – це здатність розуміти, аналізувати та використовувати географічну інформацію та просторові дані для прийняття рішень, вирішення проблем та розуміння навколишнього світу. Воно включає ряд навичок і концепцій, які допомагають людям орієнтуватися в просторі, вирішувати просторові завдання і інтерпретувати географічні дані і як результат, стає все більш важливим у сучасному світі, де величезні обсяги географічної інформації доступні для аналізу та використання.

3. Геоінформаційний аналіз пов'язаний з пошуком просторових закономірностей та взаємозв'язків в розподілі географічних об'єктів, процесів та явищ, в результаті чого отримується нова геоінформація, яка має високе практичне значення.

4. Аналіз геопросторових даних створює ряд проблем і можливостей. Дотримуючись найкращих практик і вирішуючи такі проблеми, як якість даних, інтеграція, конфіденційність і технічний досвід, організації та окремі особи можуть використовувати потужність аналізу геопросторових даних, щоб краще розуміти та керувати складними географічними моделями та взаємозв'язками, які формують наш світ.

5. Компетентність у геопросторовому мисленні трансформується й удосконалюється під час навчання та тривалої практики.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ (ПРОФІЛЬНИЙ РІВЕНЬ)

2.1. Стан проблеми застосування геопросторового аналізу у шкільному курсі географії

Сьогодні не існує національних чи державних стандартів змісту просторового мислення [35]. Отже, немає ніяких стимулів для розробки навчальних матеріалів для розвитку у учнів навичок до геопросторового мислення. Однак у світовій освітній практиці двадцятого сторіччя можна знайти приклади проектів, в яких ентузіастами були розроблені ресурси на базі ГІС, за допомогою яких можливе впровадження геопросторового аналізу в існуючу шкільну програму з географії.

Так в рамках проекту Saguaro (<http://saguaro.geo.arizona.edu>) були розроблені модулі про циклони, урагани та динамічну Землю. Проект KanCRN (<http://kangis.org/lessons>) надає два модулі: один просторово пов'язує торнадо та середнє положення струменевого потоку, а інший – аналізує зразки листя для оцінки рівня озону. Співробітники компанії ESRI (<http://gis.esri.com>) розробили уроки для вчителів, в яких за допомогою ArcGIS вивчаються різноманітні аспекти просторового аналізу географічної оболонки.

Суттєво науковий підхід до використання геопросторових досліджень в практику сучасної школи почався з початку 21 сторіччя. Так, фундаментальні дослідження Дж. Керські [28] показали, що геопросторовий аналіз у різних формах можна використовувати на всіх рівнях початкової та середньої освіти, але більш ефективним – в старших класах. Подальші дослідження [9, 16, 21, 24, 30, 45, 47 та ін] були спрямовані на розвиток теоретичної та практичної складової геопросторового аналізу в освітньому процесі з використанням ГІС. Було проілюстровано підвищену увагу та гострий інтерес науковців та

вчителів-практиків до використання технологій геопросторового аналізу в шкільному курсі географії.

На думку ряду авторів, ГІС може бути корисним інструментом, щоб допомогти учням розвивати свої просторові здібності та вирішувати просторові проблеми, розвивати свої просторові міркування, покращити свої навички, пов'язані з картами, а також покращити критичне мислення, комунікативні та аналітичні навички [36]. Але крім ГІС, дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) також можуть бути технологією для вдосконалення концепції просторового мислення в учнів. ДЗЗ надає реальні дані, які дозволяють аналізувати стихійні лиха чи інші явища в реальному світі. [17]. Флінн і Колтон [21] довели, що в результаті використання в навчальному процесі освітнього геокешингу спостерігалось покращення окремих сфер просторового мислення у учнів.

Сьогодні більшість науковців [18, 23, 35, 40] впевнені, геопросторовий аналіз треба систематично вкладати в шкільну програму з географії для забезпечення розуміння різноманітних об'єктів, процесів та явищ які спостерігаються в оболонках нашої планети. Але впровадження технологій геопросторового аналізу потребує скоординованих програм з технологічної, матеріально-технічної, педагогічної та адміністративної підтримки. Як зауважив Дж. Керські [29] технологічні проблеми включають пропускну здатність Інтернету, доступність просторових даних і дозволи, а також вартість програмного забезпечення. Матеріально-технічна підтримка включає формування потрібного апаратного забезпечення (комп'ютери, інтерактивні дошки, сканери та інше). Педагогічні виклики включають навчання за допомогою веб-інструментів геопросторового аналізу та потрібних методичних матеріалів [11]. Такі адміністративні проблеми, як конкуренція за навчальний час та фінансування, створюють додаткові перепони на шляху впровадження геопросторових технологій в освітній процес.

Підтвердженням цього є експерименти які були проведені в школах світу при викладанні курсу географії. Так наприклад Van der Schee з співавторами [49] провели серію з трьох уроків з географії для учнів одного класу з використанням геопросторового аналізу, а для іншого класу – в традиційній формі викладення матеріалу. Тести, які були проведені по завершенні експерименту продемонстрували, що уроки з геопросторовим технологіями сприяють набагато глибшому засвоєнню навчального матеріалу.

Також Д. Уталл зі співавторами продемонстрували [48], що просторове навчання приносить високі дивіденди, але при цьому треба ретельно контролювати процес навчання, а також бути впевненим в механізмі, за допомогою якого проводиться навчання.

Аналізуючи вітчизняну [3, 7-11] та закордонну [14, 18-22, 24, 36, 44, 47] наукову та науково-методичну літературу, нами були розроблені головні принципи методичного підходу щодо впровадження геопросторового аналізу в шкільний курс географії (профільний рівень). Це:

1. Інтеграція технологій геопросторового аналізу з шкільною програмою.
2. Використання ГІС, як системи підтримки геопросторового мислення.
3. Робота з реальними геопросторовими даними.
4. Розвиток проектної діяльності.
5. Використання інтерактивних методів навчання.
6. Інтердисциплінарний підхід.
7. Професійний розвиток вчителів.

Геопросторовий аналіз слід розглядати не як доповнення до вже перепопненої шкільної програми, а як технологію в навчальній програмі, яка допомагає зовсім по новому розглянути традиційний матеріал курсу. Таким чином, *геопросторові технології варто інтегрувати у вже існуючі теми курсу шкільної географії*, що сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу, розвитку аналітичних навичок і підготовці учнів до вирішення реальних проблем, пов'язаних з геопросторовим аналізом даних.

Але треба розуміти, що інтеграція геопросторового аналізу з наявною програмою шкільного курсу географії потребує планомірного підходу, забезпечуючи адаптацію існуючих уроків та наявних навчальних ресурсів до нових технологій і методик. Важливо, щоб вчителя також постійно створювали нові методичні матеріали, які повинні включати інструкції з використання геопросторового аналізу, приклади практичних занять, що відповідають навчальній програмі. Навчальні вправи, які базуються на технологіях геопросторового аналізу повинні бути коротким (до 15 хвилин), але інформаційно-насиченими.

Аналіз змісту шкільної програми з географії (профільний рівень) [5] дозволяє прийти до висновків, що для більшості тем курсу можлива інтеграція геопросторового аналізу. Наприклад, учні можуть аналізувати кліматичні карти або карти розташування річок і озер. Використання даних про населення, економічну діяльність, транспортні мережі також дозволяє застосовувати геопросторовий аналіз для глибшого розуміння просторової диференціації цих явищ.

Особливо цікавим є використання геопросторових технологій при виконанні практичних робіт. В цьому випадку з'являється можливість проводити заняття цілком на основі геопросторового аналізу з використанням картографічних сервісів, таких як *Google Earth*, *OpenStreetMap*, *ArcGIS Online* тощо. Це дозволить учням самостійно досліджувати географічні об'єкти і явища.

Сьогодні ГІС мають чітко продемонстрований потенціал як системи підтримки і розвитку геопросторового мислення завдяки їх здатності створювати просторові набори даних, виконувати аналітичні функції шляхом маніпулювання та візуалізації структурних відносин між просторовими наборами геоданих.

Введення учнів у роботу з ГІС може бути поступовим. Спочатку можна використовувати прості онлайн-карти та інструменти, а згодом переходити до більш складних програмних продуктів, таких як *ArcGIS*, *QGIS* тощо.

Робота з реальними геопросторовими даними може розглядатися як один з ключових елементів впровадження геопросторового аналізу в шкільний курс географії. Вона дозволяє зробити навчання більш інтерактивним, актуальним і орієнтованим на практичне застосування знань, що сприяє всебічному розвитку учнів.

Для цього учні можуть використовувати геодані з різних джерел. По перше, це різноманітні міжнародні та національні статистичні (*NASA Earth Observing System Data and Information System*, *GeoNetwork*, *WHO*, *Укрстат* та інші) та картографічні (*Google Earth*, *OpenStreetMap*, *Natural Earth*, *GISFile* тощо) бази даних.

Також учні можуть самостійно збирати геопросторові дані під час польових досліджень. Це може включати вимірювання параметрів довкілля, використання GPS-пристроїв для збирання даних про місцезнаходження, фотографування та фіксацію об'єктів на місцевості [33]. Цікавим є збір даних через опитування місцевих жителів або анкетування, що може стати частиною проектів, пов'язаних із соціальною або економічною географією.

Учні можуть використовувати ГІС для аналізу зібраних даних і створення власних тематичних карт, що відображають досліджувані явища (наприклад, карту поширення певних видів рослин, карту ризиків природних катастроф, карту соціально-економічного розвитку регіону).

Залучення учнів до дослідження та вирішення реальних проблем своєї місцевості або регіону сприяє підвищенню мотивації та показує практичну цінність геопросторового аналізу.

Розвиток проектної діяльності при впровадженні геопросторового аналізу в шкільний курс географії є ефективним засобом для активізації навчального процесу, розвитку критичного мислення та формування навичок

роботи з сучасними технологіями. Проектна діяльність дозволяє учням застосовувати набуті знання в реальних ситуаціях, а також сприяє розвитку навичок співпраці, дослідження та презентації результатів.

При плануванні проектів, учні повинні мати чіткий план виконання проекту, що включає визначення мети, завдань, методів дослідження, розподіл обов'язків у групі та встановлення термінів виконання. Можуть використовуватися різні джерела для збору геопросторових даних, такі як карти, супутникові знімки, статистичні дані, результати опитувань та польових досліджень. Аналіз цих даних дозволяє отримати нові знання та зробити обґрунтовані висновки.

Робота в групах розвиває у школярів навички співпраці, вміння вирішувати конфлікти та приймати спільні рішення. Презентація результатів вчить ефективно комунікувати і презентувати свою роботу.

В якості приклада такої роботи можна навести дослідження, які провели учні 10-12 класів католицької школи Bishop Dunne в Далласі, штат Техас [35]. Отримавши з відділу поліції дані за певний період про пограбування у регіоні, учні геокодували місця пограбувань, визначали зони гарячих точок та створили карти пограбувань. Далі учні проаналізували географічні закономірності і надали рекомендації відділу поліції, щодо території патрулювання. Як результат – відбулося зниження злочинності в районі дослідження.

Також учні середньої школи *Crescent School* у Торонто, Онтаріо, провели дослідження покинутих сміттєзвалищ у Торонто, щоб відповісти на наступні запитання: чи існує закономірність розташування покинутих сміттєзвалищ у регіоні і який рівень небезпеки становлять ці місця для громадських місць, навколишнього середовища та водних ресурсів? Учні зібрали дані про розташування та атрибути сміттєзвалищ. Їх аналіз виявив потенційну небезпеку сміттєзвалищ для навколишнього середовища. Результати дослідження були представлені екологічним групам.

Інтерактивні методи навчання є ефективним засобом впровадження геопросторового аналізу в шкільний курс географії, оскільки вони сприяють активному залученню учнів у навчальний процес, розвитку їхнього критичного мислення та навичок аналізу. Ось кілька інтерактивних методів, які можна використовувати в навчанні географії з акцентом на геопросторовий аналіз:

- учні можуть використовувати інтерактивні карти, такі як *Google Maps*, *Google Earth*, *OpenStreetMap*, для вивчення географічних об'єктів та аналізу просторових даних. Вони можуть самостійно досліджувати місцевість, змінювати шари карти, порівнювати різні періоди часу або географічні регіони;

- геокешинг – це інтерактивна гра, де учні використовують GPS-координати для пошуку прихованих "скарбів" або об'єктів у своїй місцевості. Цей метод сприяє розвитку навичок орієнтації на місцевості та використанню геопросторових технологій у реальних умовах [33, 46].

- за допомогою таких платформ, як *Google Earth* або інших віртуальних турів, учні можуть "відвідати" різні куточки світу, досліджуючи географічні об'єкти, природні явища або культурні пам'ятки. Це дозволяє наочно побачити і вивчити об'єкти, які неможливо відвідати фізично [41].

- учні можуть використовувати мобільні додатки, такі як *Survey123 for ArcGIS*, *Gaia GPS*, чи інші, для збору геопросторових даних під час польових досліджень. Це включає збір даних про рослинність, погоду, ґрунт, забруднення тощо, з подальшим аналізом у класі.

Це тільки невелика кількість інтерактивних методів навчання, які можна використовувати для впровадження геопросторових технологій в навчальний процес.

Геопросторовий аналіз можна інтегрувати не лише в географію, але й у суміжні дисципліни, такі як історія, біологія, економіка, математика [50]. Це сприятиме формуванню уявлення про *міждисциплінарність* та значення геопросторових даних у різних сферах. Міждисциплінарний підхід при впровадженні геопросторового аналізу в шкільний курс географії дозволяє

поєднувати знання та методи з різних навчальних предметів, що сприяє комплексному розумінню учнями складних явищ і процесів, а також розвиває їхні аналітичні та дослідницькі навички.

Наприклад, учні можуть використовувати геопросторовий аналіз для вивчення біорізноманіття в різних регіонах, аналізуючи дані про розповсюдження видів, стан екосистем, вплив кліматичних змін на біологічне різноманіття. Цей підхід допомагає зрозуміти взаємозв'язок між природними та антропогенними факторами.

Інтеграція історії з географією дозволяє учням аналізувати історичні карти, вивчати зміни кордонів, міграційні процеси тощо. Це сприяє розумінню того, як історичні події впливають на географічний розвиток регіонів.

Учні можуть використовувати геопросторовий аналіз для дослідження культурних об'єктів, їхнього розташування, історичних змін у ландшафті, що пов'язані з культурним розвитком суспільства.

Фундаментальне значення для успішного впровадження геопросторового мислення на уроках географії має професійна підготовка вчителів. Учитель який навчається та підвищує свою кваліфікацію має можливість дуже ефективно використовувати геопросторовий аналіз в різні форми навчального процесу. Як продемонстрував досвід П.Хосел та Дж. Хелзерг [25], найкращий результат можна отримати, якщо включити геопросторову науку в навчальний план з підготовки майбутніх вчителів середньої школи. Таке навчання дозволяє виховати покоління молодих вчителів, які володіють просторовими знаннями, геопросторовими способами мислення, а також технологіями геопросторового аналізу.

Професійний розвиток вчителів може формуватися за рахунок курсів підвищення кваліфікації (тренінги, семінари та вебінари), співпраці з колегами, участі у конференціях тощо. І головне, вчителі можуть самостійно опановувати нові знання, використовуючи ресурси Інтернету, навчальні посібники та літературу з геопросторового аналізу та географії.

2.2. Методичні розробки фрагментів уроків із використанням геопросторового аналізу

Методичні особливості використання геопросторового аналізу в освітньому контексті включають низку ключових компонентів та підходів, які допомагають зробити традиційні уроки шкільної програми з географії більш сучасними, ефективними та цікавими.

Можна визначити декілька етапів, які треба виконати вчителю для впровадження технологій геопросторового аналізу:

1. Підготовка та планування уроку. Перш ніж вводити геопросторовий аналіз, необхідно визначити, які конкретні навчальні цілі та навички треба розвинути в учнів. Це може бути навички роботи з картами, аналіз даних, просторове мислення тощо.

2. Вибір інструментів. Вибір відповідного інструменту для геопросторового аналізу має ключове значення. Залежно від доступності ресурсів це можуть такі платформи як *Google Earth*, *GeoInquiries* або *Google Maps*. Якщо учитель має необхідну геоінформаційну підготовку, то може використовувати такі ГІС, як *ArcGIS Online*, *QGIS*, *Map Info* тощо.

3. Підготовка матеріалів. Для отримання програмних результатів, треба ретельно підготувати цифрові карти, атрибутивні дані, методичні розробки та інші матеріали, які необхідні для проведення уроку. Особливу увагу треба приділити забезпеченню працездатності апаратних засобів (комп'ютери, інтерактивні дошки, сканери тощо).

Геопросторовий аналіз на уроках географії дозволяє використовувати різні методи та інструменти для дослідження, аналізу та візуалізації географічних даних. Ось кілька прикладів, як можна використовувати геопросторовий аналіз на уроках географії профільного рівня.

Дослідження демографічних тенденцій. Учні можуть використовувати геопросторовий аналіз для вивчення щільності населення, розподілу вікових

груп, етнічних груп, або рівня урбанізації в різних регіонах. Це може бути пов'язано з міграцією чи історичними тенденціями.

Вивчення екологічних проблем. Учні можуть проаналізувати поширення забруднення повітря у місті або виміряти скорочення лісового покриву у певному регіоні.

Географія біоресурсів. За допомогою геопросторового аналізу можна вивчати розподіл різних видів рослин і тварин, їх ареали, а також екологічні фактори, що впливають на їхнє поширення.

Аналіз кліматичних даних. Учні можуть використовувати геопросторовий аналіз для вивчення кліматичних даних, таких як температура, опади або зміна клімату з часом. Це може бути пов'язано з вивченням глобального потепління, метеорологічних явищ або впливу клімату на сільське господарство.

Вивчення мінеральних ресурсів. За допомогою геопросторового аналізу можна дослідити взаємозв'язок між розташуванням родовища корисних копалин та геологічною структурою регіону.

Ці приклади демонструють, як геопросторовий аналіз може бути використаний на уроках географії для вивчення широкого спектра тем курсу.

Для впровадження наведених прикладів в освітній процес профільної школи була використана платформа *GeoInquiries* від компанії *ESRI*. Ця платформа забезпечує доступ до інтерактивних веб-карт різної спрямованості. На їх основі вчитель має можливість розробити 15-хвилинні навчальні вправи, в яких елементи геопросторового аналізу дозволяють зробити уроки різноманітними, більш корисними, інформаційно-наповненими та незабутніми.

На найпростішому рівні навчання за допомогою *GeoInquiries* вчитель демонструє карту на дошці (екрані або інтерактивній дошці) перед учнями та демонструє елементи геопросторового аналізу. На наступному етапі учні завантажують веб-карти на свої пристрої, комп'ютери або навіть смартфони. Карти *GeoInquiry* не вимагають входу в систему встановлення й

працюватимуть на будь-якому комп'ютері чи пристрої. Геопросторова інформація зберігається у вигляді шарів. Атрибутивні данні – у вигляді таблиць. Інтерфейс карт платформи дозволяє проводити вибірку даних за критеріями, та їх візуалізацію на карті. Окрім цього можливо проведення картометричних операцій, масштабування, пошук об'єктів тощо.

Учні отримують завдання, виконують їх самостійно або за допомогою вчителя і готують відповіді на питання.

Нижче наведені методичні розробки 15–хвилинних навчальних вправ, які учитель може використовувати як фрагменти уроку при викладанні відповідних тем курсу шкільної географії профільного рівня.

10 клас. РОЗДІЛ І. Загальна економіко-географічна характеристика світу

Тема 4. Географія населення

Відкрийте карту за посиланням:

<https://esriurl.com/enviroGeoInquiry4mv>.

Відкриється нічна супутникова карта світу (рис. 2.1), яка демонструє просторовий розподіл найбільших міст світу.

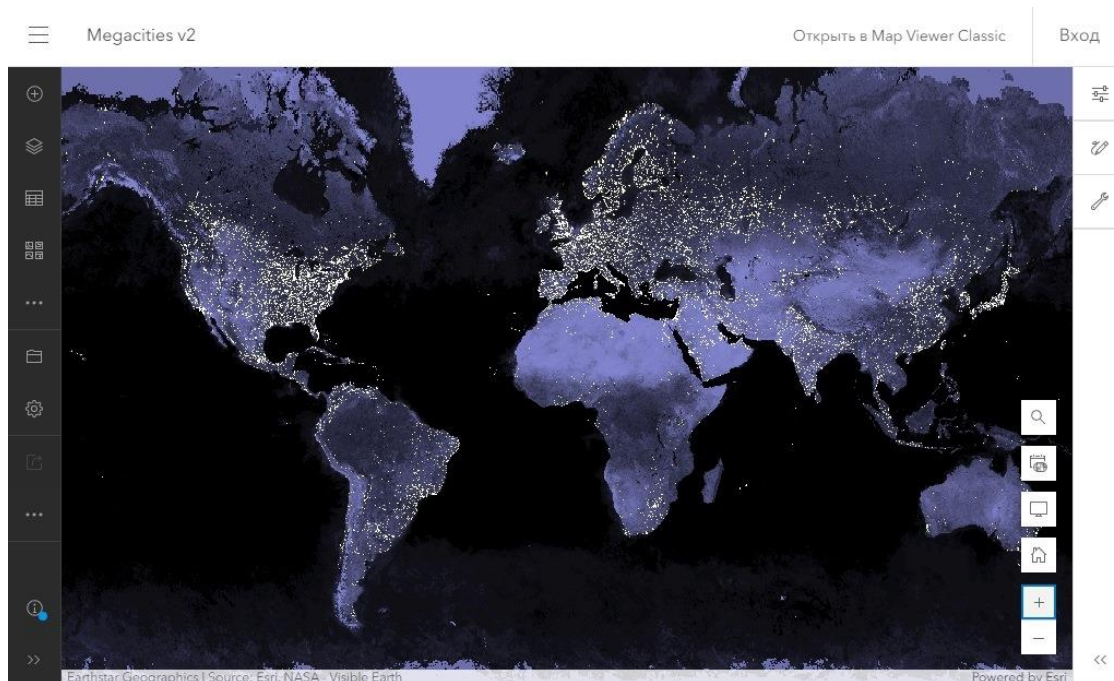


Рис. 2.1. Нічна он-лайн супутникова карта світу

Натисніть **Шари** на панелі інструментів у лівій частині карти. На панелі що відкриється, активуйте шар **Мегаполіси** (для цього треба кликнути лівою кнопкою миші на зображенні ока біля назви шару). На карті (рис. 2.2) з'являться значки, які демонструють розташування найбільших міст світу (мегаполісів). Діаметр значка візуалізує якісну чисельність населення міста – чим більше населення, тим більше діаметр кола.

Проаналізуйте карту та дайте відповідь на питання:

В якій частині світу фіксується найбільша кількість мегаполісів (*Південно-Східна Азія та Індія*) ?

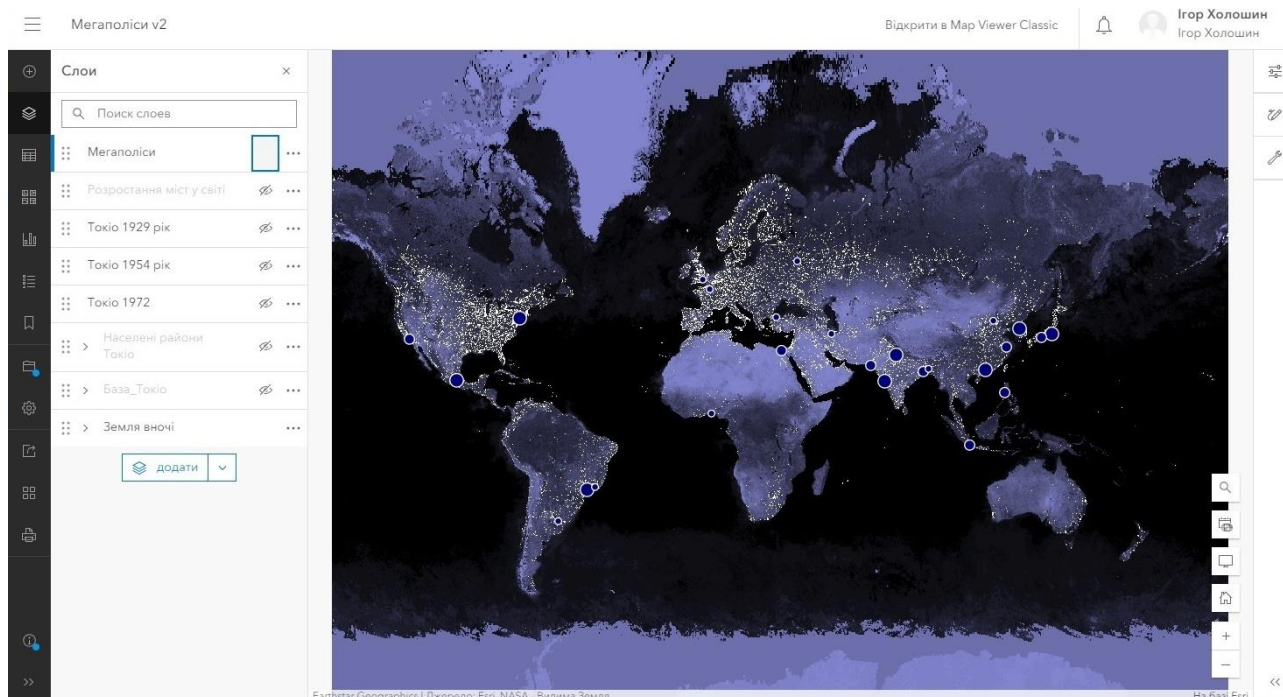


Рис. 2.2 . Он-лайн карта розташування найбільших міст світу (мегаполісів)

Натисніть **Опції** (три крапки) біля назви шару **Мегаполіси** і виберіть **Показати таблицю**. У таблиці кликніть стрілку до гори біля заголовка стовпця **Населення**. Міста відсортуються в таблиці від найбільшого за чисельністю населення до найменшого (рис. 2.3). Назвіть перші десять міст світу за чисельністю населення та дайте їм коротку характеристику (*Токіо, Гуанчжоу, Сеул, Делі...*).

Megacity	Country	Population	Continent	% Growth
Cairo	Egypt	15 300 000	Africa	2.60
Tehran	Iran	13 100 000	Asia	2.60
Beijing	China	13 900 000	Asia	2.70
Istanbul	Turkey	13 000 000	Europe & Asia	2.80
Mumbai	India	23 300 000	Asia	2.90
Lagos	Nigeria	12 100 000	Africa	3.20
Guangzhou	China	24 900 000	Asia	4.00
Dhaka	Bangladesh	14 000 000	Asia	4.10
Delhi	India	23 900 000	Asia	4.60
Karachi	Pakistan	16 900 000	Asia	4.90

Рис. 2.3. Таблиця з атрибутивною інформацією про найбільші міста світу.

У таблиці клікніть стрілку до гори біля заголовка стовпця **% зростання**. Міста відсортуються в таблиці від найбільшого за швидкістю розвитку до найменшого. Дайте відповідь на питання:

Які міста розвиваються найшвидше (Карачі, Делі, Дакка та Гуанчжо)?
Дайте цьому пояснення.

Вимкніть шар **Меганоліси** та увімкніть три шари: **Токіо 1929**, **Токіо 1954** і **Токіо 1972**. Подивіться, як Токіо змінився з часом.

Натисніть **Інструменти** карти на правій панелі карти. Виберіть функцію **Виміряти площу** (рис. 2.4). Обведіть за допомогою курсору кордони міста у 1929 році (приблизно 300 кв. км), а потім у 1954 році (приблизно 400 кв. км) і у 1972 (приблизно 1400 кв. км).

Дайте відповіді на питання:

1. Як змінюється площа Токіо з 1929 по 1972 роки?
2. Які закономірності росту ви помічаєте

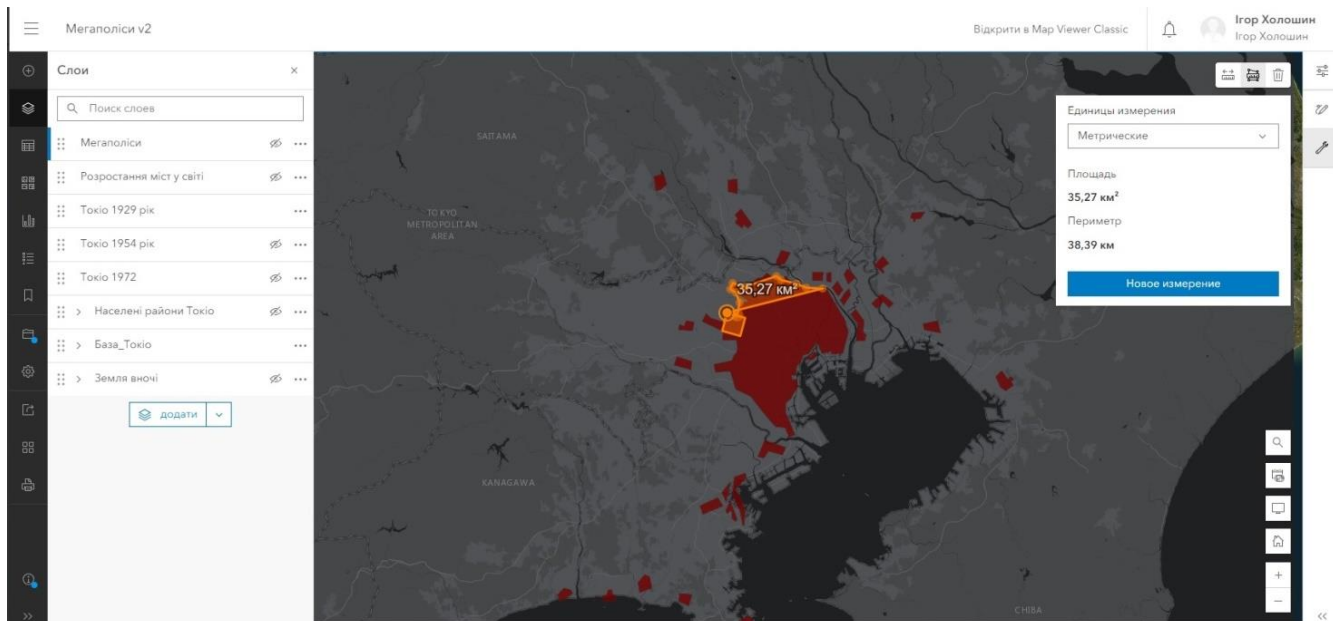


Рис. 2.4. Вимірювання площі міста Токіо

11 клас. РОЗДІЛ І. Загальні закономірності природи Землі

Тема 3. Літосфера і рельєф Землі

Відкрийте карту за посиланням:

<https://esriurl.com/worldGeoInquiry3mvю>.

На карті світу жовтими точками позначені місця глобальних землетрусів з магнітудою більше 5,7 бали (рис. 2.5).

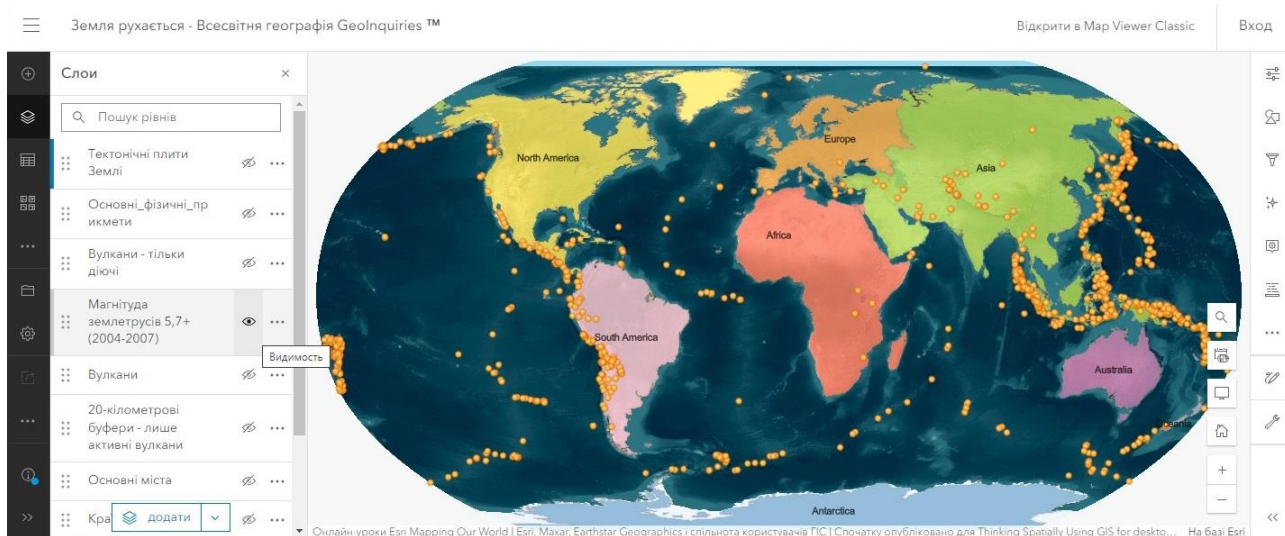


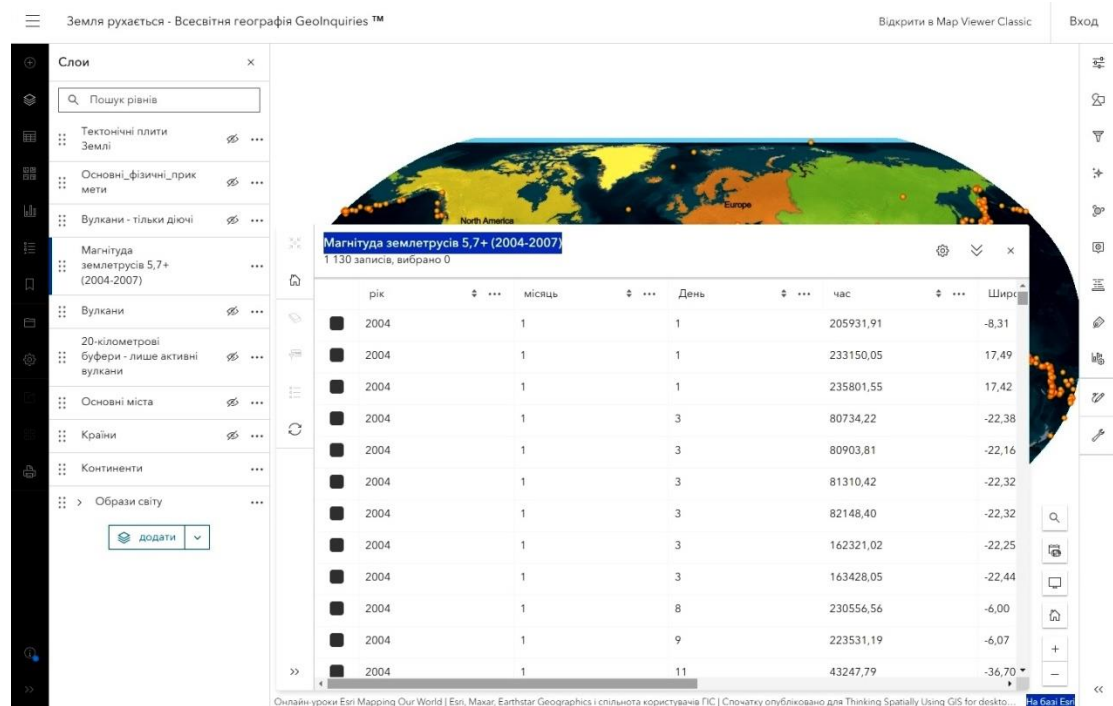
Рис. 2.5. Скриншот карти землетрусів з магнітудою більше 5,7 бали

Дайте аналіз особливостям просторової локалізації землетрусів.

(Більшість землетрусів сконцентровано на західному узбережжі Північної та Південної Америки, вздовж східного узбережжя Азії та вздовж островів узбережжя Тихого океану. Землетруси відбуваються в Атлантичному та Індійському океанах).

Натисніть **Шари** на панелі інструментів у лівій частині карти. На панелі що відкриється натисніть **Параметри** (три крапки) для шару **Землетруси магнітудою 5,7+** і виберіть **Показати таблицю**.

Відкриється таблиця атрибутивних даних з інформацією про землетруси з магнітудою більше 5,7 бали (рис. 2.6). Кожен запис у цій таблиці представляє одну точку землетрусу на карті світу.



Земля рухається - Всесвітня географія Geolnquiries™

Відкрити в Map Viewer Classic

Вход

Слои

Пошук рівнів

- Тектонічні плити
- Землі
- Основні_фізичні_прикмети
- Вулкани - тільки діючі
- Магнітуда землетрусів 5,7+ (2004-2007)
- Вулкани
- 20-кілометрові буфери - лише активні вулкани
- Основні міста
- Країни
- Континенти
- Образи світу

ДОДАТИ

Магнітуда землетрусів 5,7+ (2004-2007)

1130 записів, вибрано 0

рік	місяць	День	час	Широта
2004	1	1	205931,91	-8,31
2004	1	1	233150,05	17,49
2004	1	1	235801,55	17,42
2004	1	3	80734,22	-22,38
2004	1	3	80903,81	-22,16
2004	1	3	81310,42	-22,32
2004	1	3	82148,40	-22,32
2004	1	3	162321,02	-22,25
2004	1	3	163428,05	-22,44
2004	1	8	230556,56	-6,00
2004	1	9	223531,19	-6,07
2004	1	11	43247,79	-36,70

Очікувані уроки Esri Mapping Our World | Esri, Maxar, Earthstar Geographics і спільнота користувачів ГІС | Спочатку опубліковано для Thinking Spatially Using GIS for desktop... На базі Esri

Рис. 2.6. Скриншот атрибутивної таблиці з інформацією про землетруси з магнітудою більше 5,7 бали.

В атрибутивній таблиці натисніть **Параметри** (три крапки) для поля **Магнітуда** та виберіть **Сортувати за спаданням**.

У лівій колонці таблиці виділіть перші 20 записів (землетруси з найбільшою магнітудою). Ці об'єкти автоматично позначаться на карті (рис. 2.7).

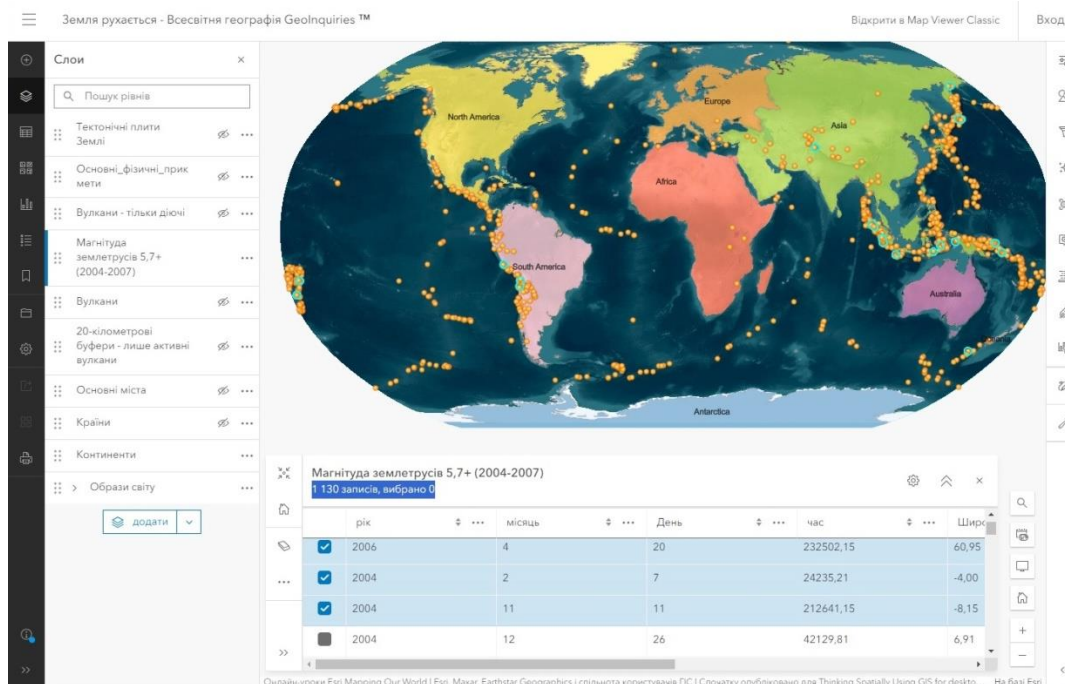


Рис. 2.7. Позначення на карті світу місць концентрації найбільших землетрусів у світі.

Визначте на карті місця концентрації землетрусів з найбільшою амплітудою (Здебільшого у Вогняному кільці, Південно-Східній Азії та західному узбережжі Південної Америки).

За допомогою курсору позначте окремі точки розташування землетрусів та дайте їх коротку характеристику (рис. 2.8).

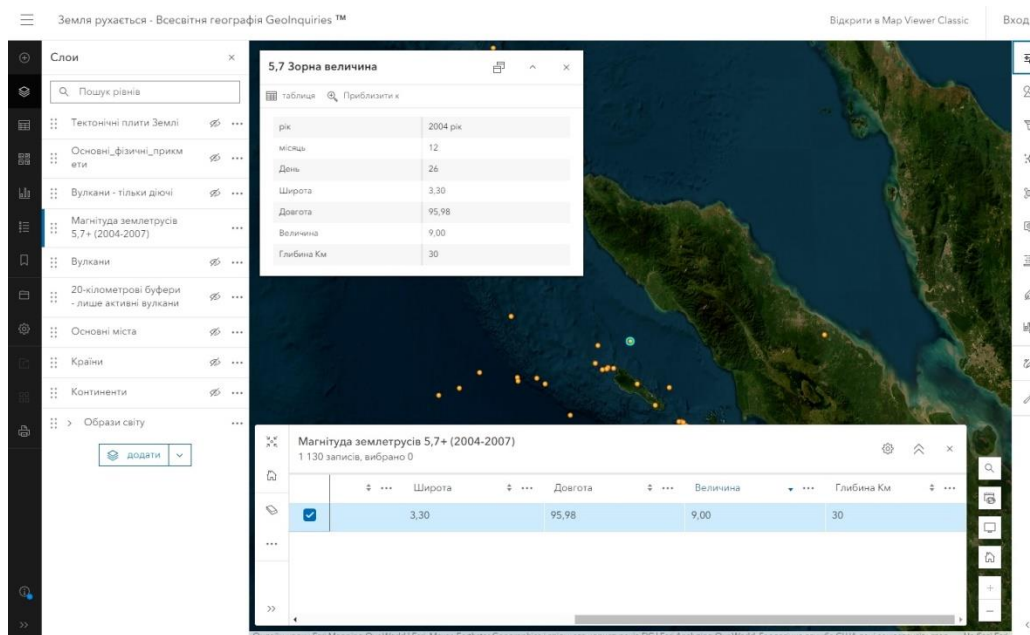


Рис. 2.8. Скриншот атрибутивної таблиці з інформацією про землетрус з магнітудою 9 балів.

Включіть шар *Тектонічні плити Землі* (рис. 2.9). Проаналізуйте взаємозв'язок між концентрацією землетрусів з магнітудою більше 5,7 балів і тектонічними плитами Землі (*землетруси розташовані переважно на границях тектонічних плит Землі*). Дайте цьому пояснення.

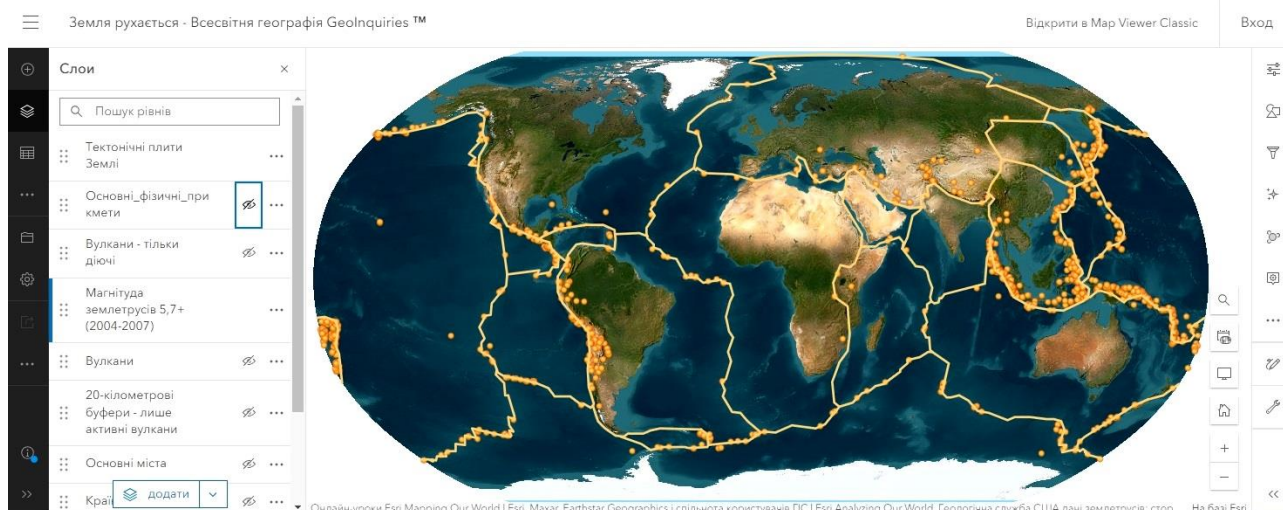


Рис. 2.9.. Скриншот оверлею шарів *Тектонічні плити Землі* та *Землетруси магнітудою 5,7* на карті світу.

Вимкніть усі шари, крім *Великі міста*, *Континенти*, *Землетруси магнітудою 5,7+*. Змінійте масштаб карти, щоб знайти міста поблизу зон концентрації землетрусів (рис. 2.10). Назвіть три міста та області, де вони розташовані. (*Відповіді будуть різними*).

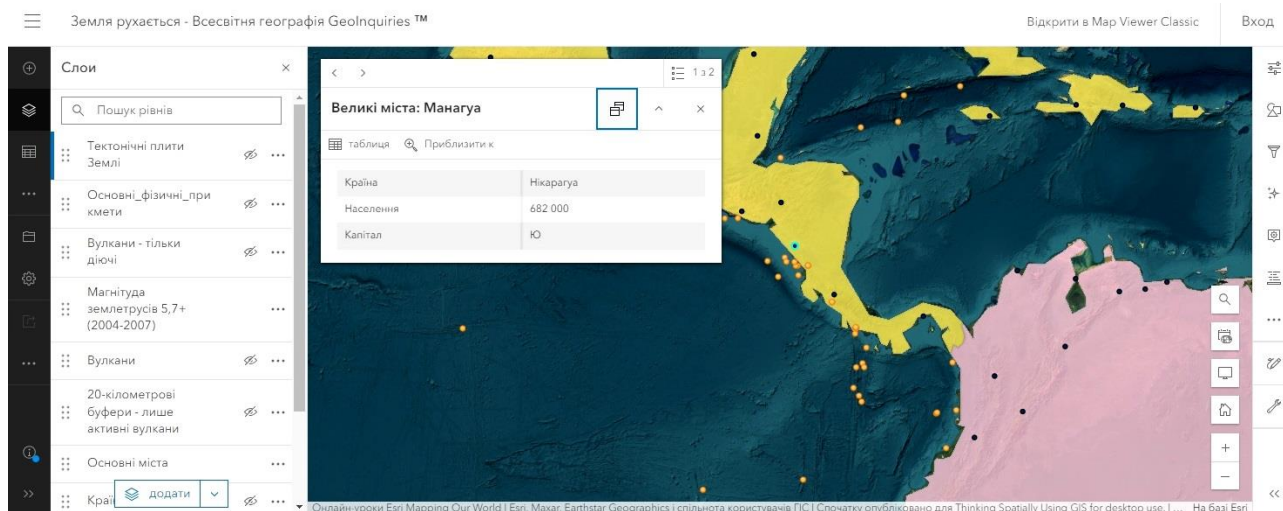


Рис. 2.10. Скриншот демонстрації розташування міста Манагуа (Нікарагуа) поблизу зони концентрації землетрусів

11 клас. РОЗДІЛ I. Загальні закономірності природи Землі

Тема 3. Літосфера і рельєф Землі

Учитель розповідає про межі літосферних плит, які відповідають типам відносних переміщень плит (рис. 2.11):



Рис. 2.11. Види переміщення літосферних плит.

Конвергентні рухи (convergent) – плити рухаються назустріч одна одній.

Дивергентні рухи (divergent) – плити рухаються одна від одній (розходження).

Трансформерні рухи (transform) – ковзання плит вздовж трансформних розломів.

Невідомі рухи (unknown) – види переміщення плит невідомі.

Потім учитель розповідає про типи глобальних вулканів:

Щитові (shield) – широкі вулкани із дуже пологими схилами. Цей тип вулканів отримав свою назву від назви ісландського вулкана Ск'ялдрейдур (ісл. Skjaldbreiður — «широкий щит»), яку він отримав за схожість його обрису зі щитом давнього воїна. Щитові вулкани виникають у місцях виливу з верхньої мантії дуже гарячої й рідкої лави з низьким вмістом вулканічних газів. Завдяки високій температурі й низькій в'язкості така лава тече вільно й

розливається на великій площі, перш ніж застигне. Утворюється розлогий, часто витягнутий вулканічний конус із нахилом не більше 5°. Внаслідок широкого розливу лави щитові вулкани зазвичай не дуже високі. Відношення їх висоти до горизонтального розміру лежить у межах від 1:10 до 1:20.

Тріщинні (fissure) – вулкани, підвідними каналами яких є тріщини в земній корі. Виверження відбуваються або вздовж усієї тріщини, або (що частіше) в окремих її ділянках. Тріщинні вулкани часто з'єднуються між собою акумулятивними конусами.

Шлаковий конус (CinderCone) – найпоширеніший вид вулкана. Шлаковий конус має форму конуса, але набагато менше композитного вулкана. Шлакові конуси рідко досягають 300 метрів у висоту, але мають круті борти. Шлакові шишки швидко ростуть, як правило, з одного циклу виверження.

Композиційні (composite) – композитні вулкани виготовлені з фельсика до проміжної породи. В'язкість лави означає, що виверження на цих вулканах часто вибухонебезпечні.

Кальдерні (caldera) – дуже велика магматична камера вивергається цілком в один катастрофічний вибух. При цьому створюється величезна діра або кальдера, в яку обвалюється поверхня.

Невідомі (unknown) – вулкани, генезис яких однозначно не визначено.

Відкрийте карту за посиланням:

<https://esriurl.com/worldGeoInquiry3mvю>.

На карті світу позначені межі літосферних плит та місця розташування найбільших вулканів за їх типами (рис. 2.12).

Кликніть лівою кнопкою мишки на мітці, що знаходиться на тихоокеанському узбережжі Південної Америки. Відкриється профіль рельєфу між двома точками океанічного дна та материкової частині Південної Америки (рис. 2.13).



Рис. 2.12. Карта світу з позначенням меж літосферних плит та місць розташування найбільших вулканів за їх типами

Аналізуючи профіль рельєфу учням треба визначити:

- середню (~2500 футів; один американський фут дорівнює 0,3048 метра) та найвищу висоти материка (трохи більше 10000 футів);
- середню (~ 15 000 футів) та найбільшу глибини океану (~ 18 000 футів).

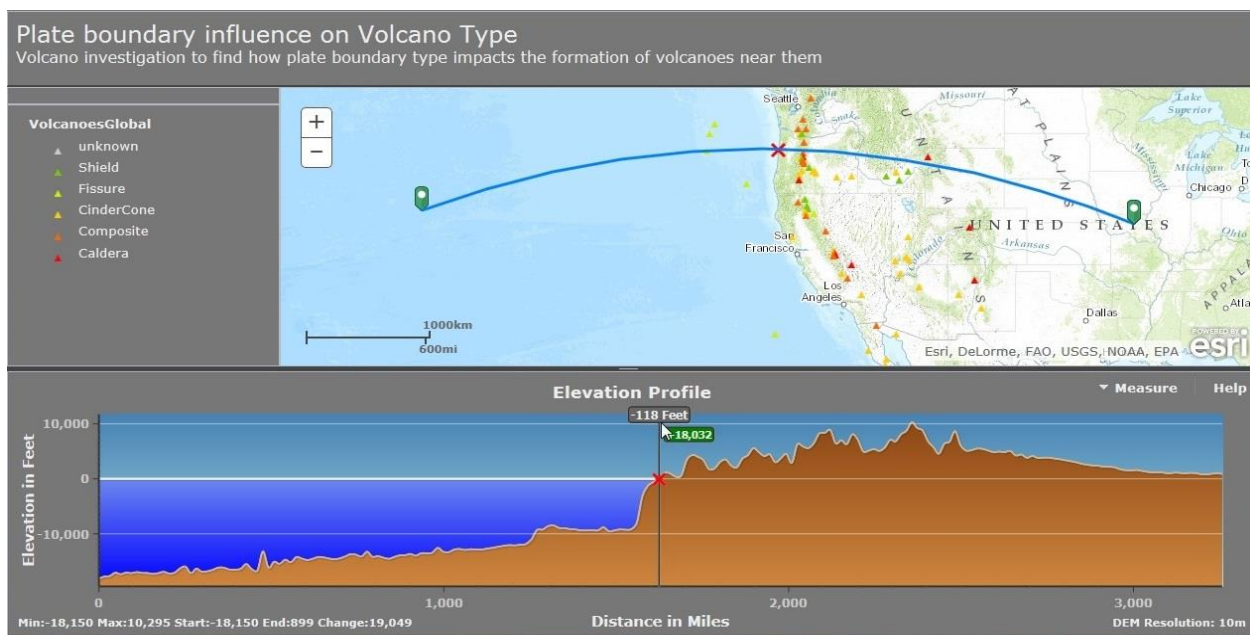


Рис. 2.13.. Профіль рельєфу між двома точками океанічного дна та материкової частині Південної Америки.

Натисніть **Шари** на панелі інструментів у лівій частині екрану. На панелі що відкриється увімкніть шари **Межі плит** та **Глобальні вулкани**. Кликніть за допомогою курсору на різних типах меж літосферних плит. В кожному випадку на карті з'являється зведений графік, який демонструє кількість та співвідношення різних типів вулканів на відстані 250 миль по обидва боки від меж літосферних плит (рис. 2.14).

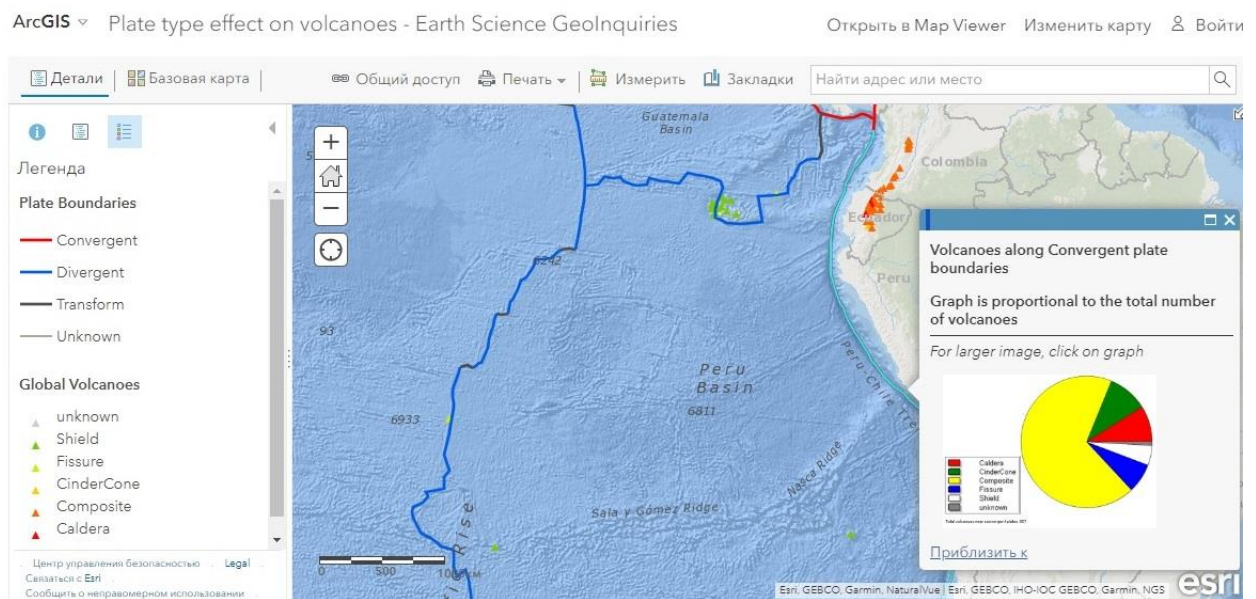


Рис. 2.14. Скриншот карти зі зведеним графіком, який демонструє кількість та співвідношення різних типів вулканів на відстані 250 миль по обидва боки від меж літосферних плит.

На основі аналізу карти учням треба відповісти на наступні питання:

- який тип меж літосферних плит має найбільше вулканів на відстані 250 миль по обидва боки від меж і чому (*конвергентні межі створюють більше розплавленої породи під час подрібнення сусідніх плит*);
- який тип меж літосферних плит характеризується найбільшою концентрацією щитових вулканів (*в зоні дивергентних рухів літосферних плит земна кора створює більш текучу, мени в'язку магму, утворюючи щитові вулкани, якщо вивергаються в точці, або тріщинні вулкани, якщо вибухають вздовж лінії*);

- який тип меж літосферних плит характеризується найбільшою концентрацією шлакових конусів (*конвергентні рухи найбільш сприятливі для формування шлакових конусів*);
- де утворюються вулкани поблизу конвергентних кордонів (*вулкани утворюються з одної сторона межі*).

Кликніть на точках розташування вулканів різного типу і за допомогою вікон, що відкриваються (рис. 2.15) дайте їх кратку характеристику.

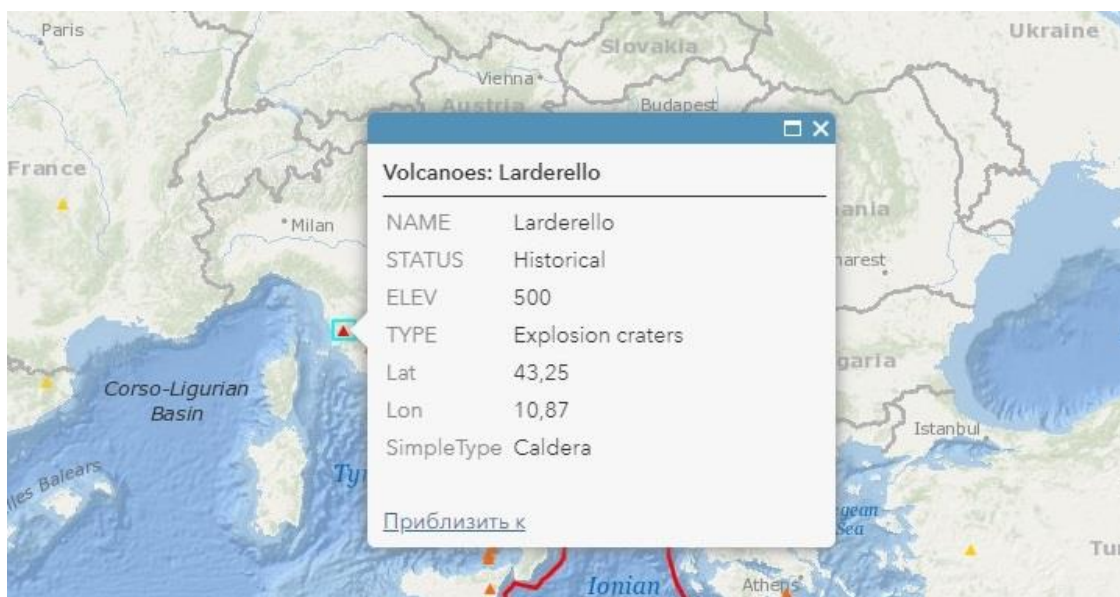


Рис. 2.15. Скриншот карти з краткою характеристикою вулкану.

11 клас. РОЗДІЛ I. Загальні закономірності природи Землі

Тема 5 . Атмосфера і клімату Землі

Натисніть посилання, щоб запустити он-лайн карту температурних зон світу (рис. 2.16): <https://esriurl.com/worldGeoInquiry2mv>.

Натисніть піктограму *Легенда* на панелі інструментів що знаходиться зліва. На карті візуалізуються показники середньорічної температури найбільших міст світу. Колір кожного символу відображає середнє значення температури, зареєстровані протягом року в цьому місті (у градусах Цельсія).

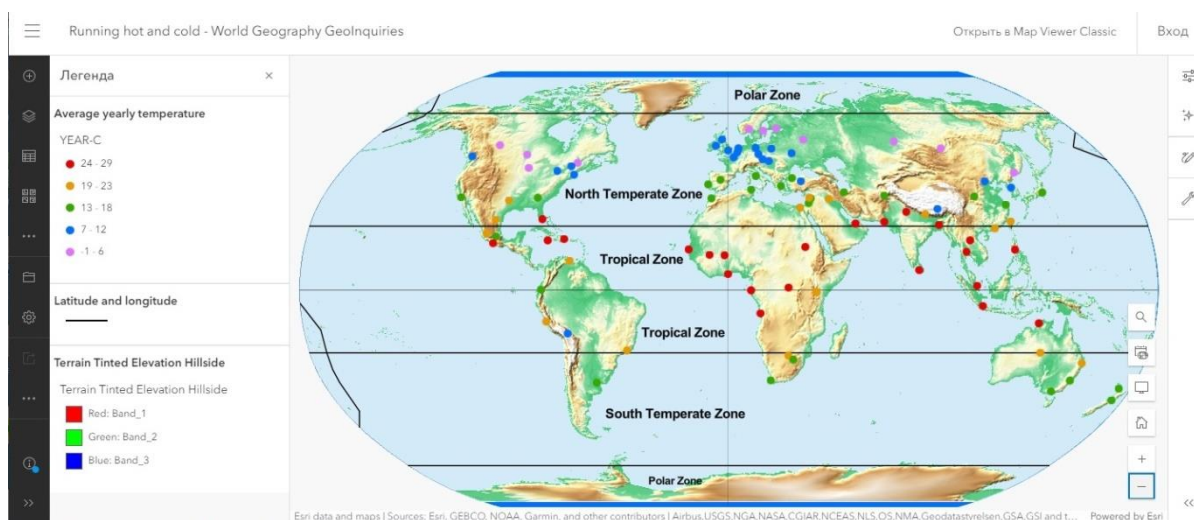


Рис. 2.16. Он-лайн карта температурних зон світу

Учням треба охарактеризувати глобальні температурні закономірності, що відображені на карті. (Наприклад, температурні показники знижуються, якщо рухатися від екватора до Північного полюсу. Або: у Північній півкулі є багато міст з низькою температурою, але в Південній немає жодного).

Натисніть піктограму **Шари** на панелі інструментів що знаходиться зліва. Увімкніть шар **Кліматичні зони** (для цього треба клацнути лівою кнопкою мишки на значку у вигляді ока біля назви шару (рис. 2.17).

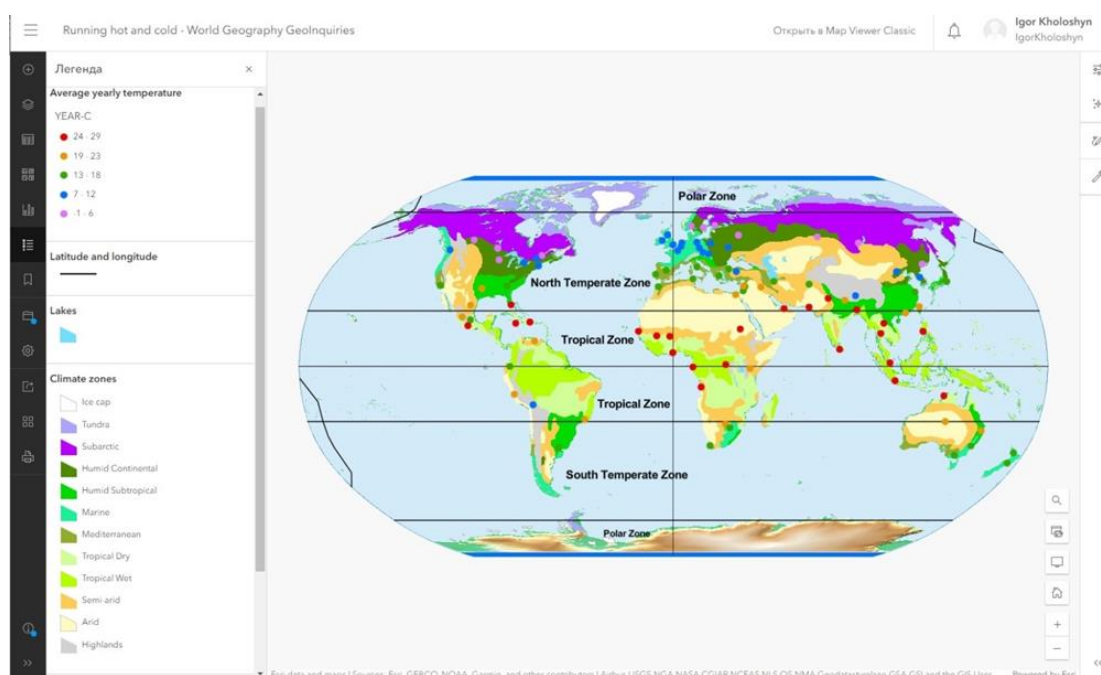


Рис. 2.17. Он-лайн карта кліматичних зон світу

Аналізуючи карту кліматичних зон світу учні повинні відповісти на наступні питання:

1. Дайте пояснення, чому в Північній чи Південній полярних зонах немає великих міст (*Занадто холодно, щоб підтримувати життєдіяльність великих міст*)?

2. Чим Північний помірний пояс відрізняється від Південного помірного поясу (*Наприклад: Північна помірна зона більша за площею. Або: у Північній помірній зоні є міста з середньою температурою нижче 13°C, а у Південній помірній зоні – немає жодного*) ?

3. Як змінюються місячні температури в Південній та Північній півкулях? (*Для відповіді на це питання треба клацнути на двох зелених значках міст, які розташовані відповідно у північній і південній півкулях (наприклад: Рим - рис.2.18 та Кейптаун). У січні та липні температури подібні, але найтепліші та найхолодніші місяці поміняні місцями*).

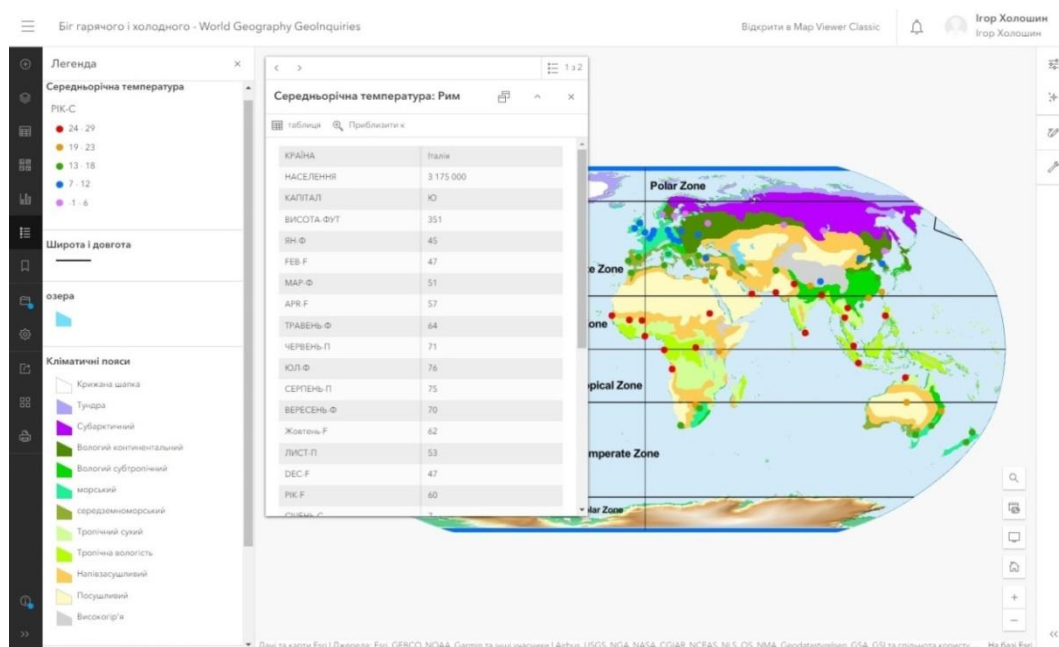


Рис. 2.18. Місячні температурні показники у місті Рим (Італія)

Учні повинні клацнути п'ять міст, що знаходяться біля екватора. Аналізуючи таблиці з показниками щомісячних температур цих міст, вони повинні дати відповіді на наступні питання:

1. Які температурні режими є спільними для цих міст (вони демонструють дуже малий діапазон зміни місячних температур протягом року – не більше 3°: Кито від 13° до 13°, Лібревіль від 24° до 27°, Сінгапур від 26° до 28° тощо)?

2. Як висота впливає на середні показники температур в цих містах (чим вище висота, на якій знаходиться місто, тим нижче середня показники температур; наприклад Кито знаходиться на висоті 2812 метрів над рівнем моря і відповідно середнєрічна температура дорівнює 13°, що в два рази нижче, ніж у Лібревілі (26°), який знаходиться на висоті 10°)?

Використовуючи інструмент пошуку (піктограма у вигляді лупи на панелі інструментів праворуч), учні повинні знайти міста Лондон, Амстердам, Берлін і Київ (рис. 2.19) і отримати січневі показники температури.

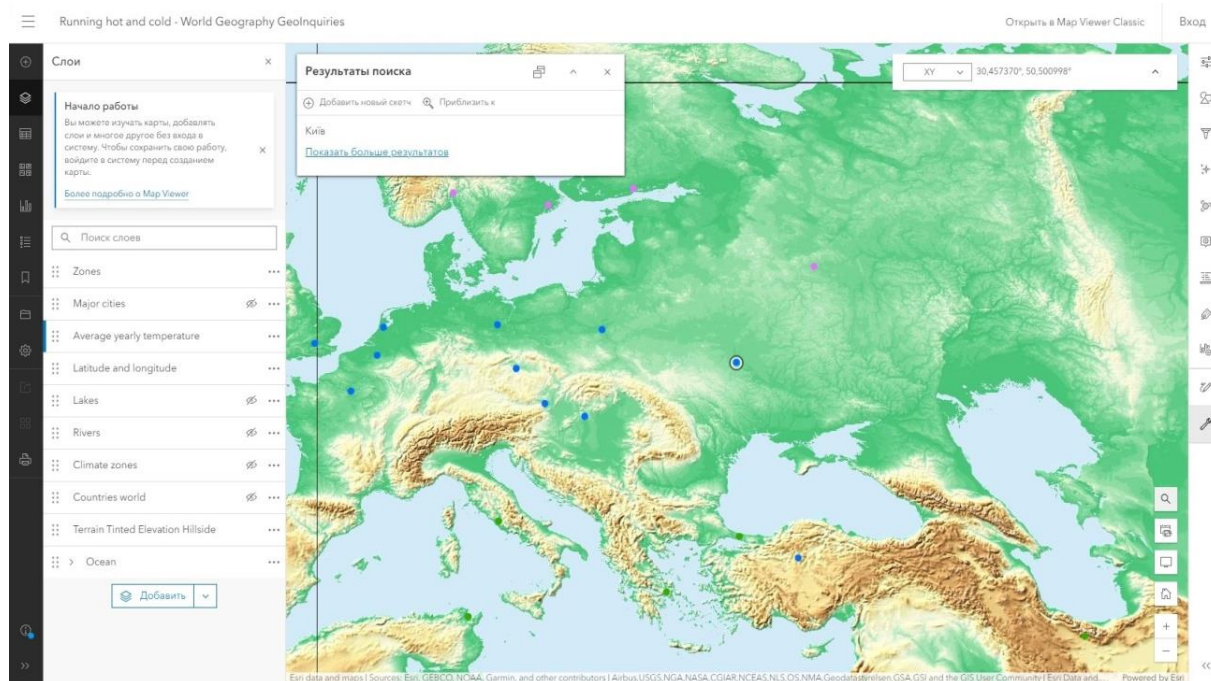


Рис. 2.19. Результати пошуку міста Київ на он-лайн карті.

Аналізуючи отриману інформацію, учні повинні відповісти на питання, як змінюється температура, якщо рухатися на схід вглиб континенту і дати цьому пояснення (січнева температура послідовно зменшується; безпосередня близькість до океану сприяє підвищенню температури).

11 клас. РОЗДІЛ VII. Стратегія сталого розвитку

Тема 3. Глобальні гіпотези

Відкриваємо карту за посилання:

<https://esriurl.com/worldGeoInquiry14mvm>.

Відкриється карта світу, поточний шар якої демонструє, як на думку вчених виглядав рельєф Землі 20000 років тому (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Карта світу, на яка демонструє, як на думку вчених виглядав рельєф Землі 20000 років тому.

На той час рівень води в океанах був на 125 метрів нижчим, ніж сьогодні. Кликніть лівою кнопкою миші на піктограмі **Шари** на панелі інструментів у лівій частині карти. На панелі що відкриється активний шар **Антарктида 20000 років тому**. Активуємо шар **Антарктида сьогодні** (для цього треба кликнути на піктограмі у вигляді ока поруч з позначенням відповідного шару на панелі інструментів).

Якщо збільшити масштаб карти, можна порівняти інформацію з обох шарів і визначити відмінності між нинішніми контурами суші та контурами 20 000 років тому (наприклад, Аляска була приєднана до Євразії, Австралія була з'єднана з островами Індонезії тощо).

Вчені прогнозують, що якщо західний льодовиковий покрив Антарктиди розтане, то рівень океану підніметься приблизно на 5 метрів. Якщо розтане східний льодовиковий покрив, то рівень моря підніметься приблизно на 50 метрів, а якщо розтане весь лід на Південному полюсі, включаючи всі шельфові льодовики, то рівень моря підвищиться на 73 метри.

Послідовно активуємо шари підвищення рівня моря (***Антарктида плюс 5, Антарктида плюс 50 та Антарктида повністю***)

Аналізуючи інформацію кожного із шарів (рис. 2.21), запишіть зміни, які відбудуться на кожному з континентів, коли рівень океану буде підніматися на 5, 50 та 73 метри (*наприклад, якщо рівень води підніметься на 5 метрів – прибережна частина півдня США опиниться під водою; 50 метрів - Нідерланди будуть повністю затоплені, 73 метри – велика частина Південної Америки та Австралія повністю зникнуть*).

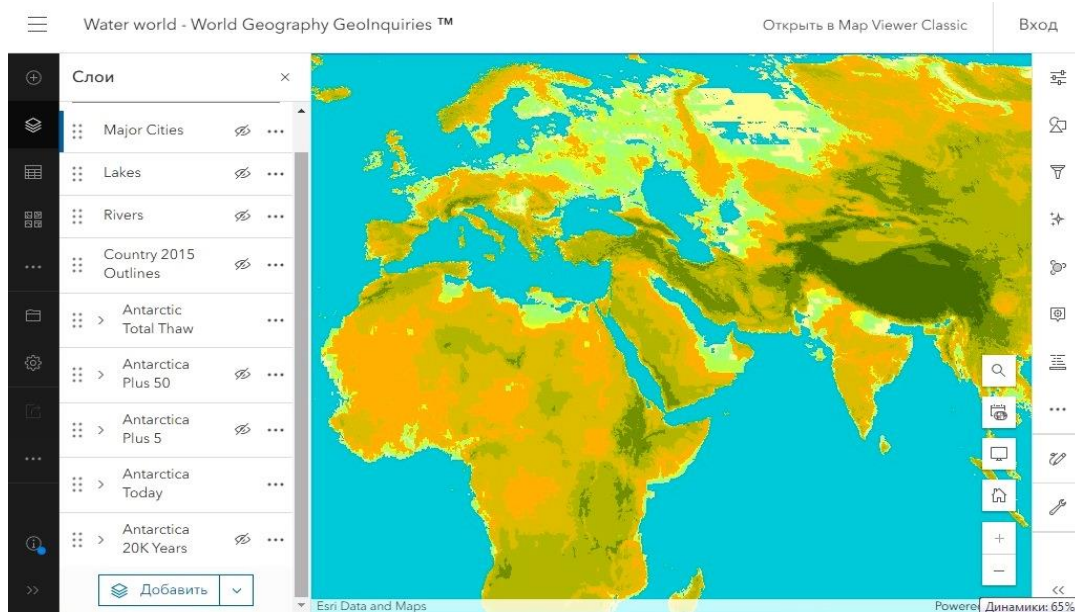


Рис. 2.21. Фрагмент карти, на якій показано прогноз рельєфу Землі після розтання льодовикового покриву Антарктиди

Вимкніть усі шари за виключенням ***Антарктида плюс 50, Країни 2015, Річки та Озера*** (рис. 2.22). Опишіть які зміни будуть спостерігатися в річках та озерах, якщо рівень води підніметься на 50 метрів (*наприклад, річка Амазонка може розлитися та затопи майже всі тропічні ліси центральної частини Південної Америки*).

Включить візуалізацію шару *Великі міста*. Аналізуючи зміну контурів материків дати відповіді:

- які країни найбільше постраждають від втрати землі, якщо рівень океану підвищиться на 50 метрів (наприклад, Ірак буде мати значні втрати землі) ?
- які найбільші міста світу будуть повністю затоплені, якщо рівень океану підвищиться на 50 метрів (наприклад, Баку – рис. 2.23).

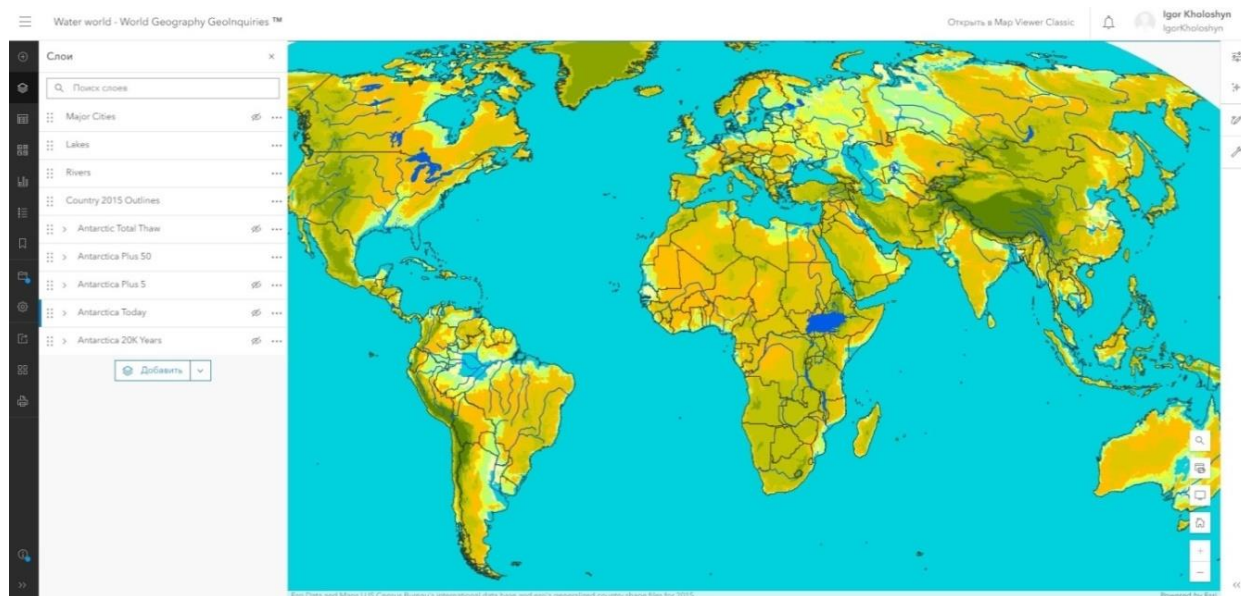


Рис. 2.22. Карта прогнозу рельєфу Землі, якщо рівень океану підніметься на 50 метрів.

- які зміни будуть спостерігатися в Україні, якщо рівень океану підвищиться на 50 метрів.



Рис. 2.23. Скриншот карти з прогнозом рельєфу Землі, якщо рівень океану підніметься на 50 метрів

Ще більш цікавим, є використання геопросторового аналізу при виконанні практичних робіт, які є складовою курсу географії профільного рівня. Це дозволяє учням застосувати геопросторовий аналіз до реальних проблем.

В якості приклада в додатку наведено методична розробка практичної роботи № 43. *«Оцінювання комфортності природного середовища для життя людей»* зі шкільної програми з географії (профільний рівень).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Дослідивши особливості методики використання геопросторового аналізу у шкільному курсі географії (профільний рівень) можна прийти до наступних висновків:

1. Використання геопросторового аналізу в освітньому контексті включають низку ключових компонентів та підходів, які допомагають зробити традиційні уроки шкільної програми з географії більш сучасними, ефективними та цікавими.

2. Геопросторовий аналіз треба систематично вкладати в шкільну програму з географії для забезпечення розуміння різноманітних об'єктів, процесів та явищ які спостерігаються в оболонках нашої планети. Але впровадження технологій геопросторового аналізу потребує скоординованих програм з технологічної, матеріально-технічної, педагогічні та адміністративної підтримки.

3. Розроблені головні принципи методичного підходу щодо впровадження геопросторового аналізу в шкільний курс географії (профільний рівень).

4. Геопросторовий аналіз на уроках географії дозволяє використовувати різні методи та інструменти для дослідження, аналізу та візуалізації географічних даних.

5. На основі платформи *GeoInquiries* від компанії ESRI розроблені 15-хвилинні навчальні вправи, які вчитель може використовувати як фрагменти уроків при вивченні відповідних тем курсу шкільної географії профільного рівня.

ВИСНОВКИ

1. Просторове мислення базується на конструктивній суміші трьох елементів: концепцій простору, інструментів репрезентації та процесів міркування. Саме концепція простору робить просторове мислення відмінною формою мислення. Виражаючи зв'язки в просторових структурах, ми можемо сприймати, запам'ятовувати та аналізувати статичні та, за допомогою перетворень, динамічні властивості об'єктів і зв'язки між об'єктами.

2. Просторове мислення наразі відсутнє в навчальних програмах середньої школи, незважаючи на його важливу роль у природничих науках, математиці, географії, історії тощо. Вміння відображати, аналізувати або вимірювати просторові дані відіграє важливу роль у повсякденному житті людей, дає можливість вирішувати проблеми в різних секторах людської діяльності, таких як екстрені служби, транспорт, сільське господарство, торгівля, міське планування тощо.

3. Викладання, яке базується на геопросторових технологіях, дає можливість вивчати особливості просторових змін в природних та антропогенних об'єктах, процесах і явищах, тобто, проводити геопросторовий аналіз. Це не тільки розвиває цифрові компетенції та навички учнів, а також суттєво поглиблює їхні загальні та географічні знання.

4. Розроблені на основі платформи *GeoInquiries* від компанії ESRI 15-хвилинні навчальні вправи, дають можливість вчителю використовувати їх як фрагменти уроків шляхом їх інтеграції при вивченні відповідних тем курсу шкільної географії профільного рівня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гевко І., Бочар І. Діагностика показників розвитку просторового мислення у школярів. Наукові записки. Серія: Педагогіка. 2007. №8. С .206-212.
2. Гришко С. В., Зав'ялова Т. В. Педагогічні умови розвитку просторового мислення учнів при роботі з модельною наочністю та географічними картами на уроках географії. Актуальні питання теорії та практики психолого-педагогічної підготовки фахівців в умовах сучасного освітнього простору: матеріали VII наук.-практ. конф. 2021. С. 53-57.
3. Іщук О. О., Коржнев М. М., Кошляков О. Е. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: навч.посібник /за ред.акад. Д. М. Гродзинського. К. : Вид.-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 200 с.
4. Мітчелл Е. Керівництво з ГІС аналізу : в 2 ч. Київ : ЗАО ЕСОММ Со. Стилос, 2000. Частина 1. Просторові моделі та взаємозв'язки. 198 с.
5. 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/>.
6. Новікова О.А. Психологічні закономірності розвитку просторового мислення. Актуальні проблеми навчання та виховання. 2007. № 3(5). С. 157-165.
7. Холошин І.В. Педагогічна геоінформатика. Ч.1. Дистанційне зондування Землі: навчальний посібник. Кривий Ріг, Видавець ФО-П Чернявський Д.О. 2013, 224 с.
8. Холошин І.В. Педагогічна геоінформатика. Ч.2. Супутникова навігація: навчальний посібник. Кривий Ріг, Видавець ФО-П Чернявський Д.О. 2014, 125 с.

9. Холошин І.В. Педагогічна геоінформатика. Ч.3. Геоінформаційні системи: навчальний посібник. Кривий Ріг, Видавець ФО-П Чернявський Д.О. 2016, 176 с.

10. Холошин І., Сивий Я., Пантелєєва Н., Глазков В. Геотуристичний потенціал геологічних пам'яток Дніпропетровської області /Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. Том 54 № 1 (2023). С. 123-131.

DOI:<https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.1.13>

11. Холошин І.В., Бондаренко О.В., Ганчук О.В., Варфоломєєва І.М. Практикум з цифрової картографії: навчальний посібник. Прага. Oktan Print, 2023. 174 с. <https://doi.org/10.46489/PICK-23-28>. e-book ISBN 978-80-88618-22-5.

12. Шипулін, В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. посібник Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. 326 с.

13. Ahasan R, Hossain MM. Leveraging GIS and spatial analysis for informed decision-making in COVID-19 pandemic. Health Policy Technol. 2021 Mar;10(1):7-9. doi: 10.1016/j.hlpt.2020.11.009. Epub 2020 Dec 9. PMID: 33318916; PMCID: PMC7725052.

14. Bartoschek, T. and Schwering, A.: Geotechnology-based Spatial Learning: The Effects on Spatial Abilities and Sketch Maps in an Inter-Cultural Study, AGILE GIScience Ser., 3, 1, <https://doi.org/10.5194/agile-giss-3-1-2022>, 2022.

15. Bonnett, A. What is Geography? (1st ed.). SAGE Publications. 2008. 168 p. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/862121/what-is-geography-pdf>

16. Carbonell, C., Martin-Dorta, N., Saorin, J., and Cantero, J.C. Specific Professional Skills Development for Engineering Studies: Spatial Orientation. 2015. International Journal of Engineering Education, 31. P. 316–322.

17. Cheung, Y., Pang, M., Lin, H., and Lee, C.K.J. Enable Spatial Thinking Using GIS and Satellite Remote Sensing – A Teacher-Friendly Approach. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2001. 21. P. 130–138.
18. Demirci A. The Effectiveness of Geospatial Practices in 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. 2015. Tokyo. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55519-3_12//
19. Duarte, Lia & Teodoro, A.. (2020). Evaluation of the didactic potential of geographical information contents considering Spatial Thinking Ability Test (STAT). 38. 10.1117/12.2573745.
20. Favier T., Joop A. van der Schee The effects of geography lessons with geospatial technologies on the development of high school students' relational thinking // *Computers & Education*. Volume 76, 2014, P 225-236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.004>.
21. Flynn, K. Colton. Improving spatial thinking through experiential-based learning across international higher education settings // *International Journal of Geospatial and Environmental Research*, 2018. 5(3). 16 p.
22. Hanifah U. et al. Students' Spatial Performance: Cognitive Style and Sex Differences. *J. Phys.: Conf. Ser.* 947. 2018. 012014. DOI 10.1088/1742-6596/947/1/012014.
23. Injeong J., Jung Eun H. Geography Education, Spatial Thinking, and Geospatial Technologies: Introduction to the Special Issue. *International Journal of Geospatial and Environmental Research*. 2018. Vol. 5 : No. 3 , Article 1. Available at: <https://dc.uwm.edu/ijger/vol5/iss3/1>.
24. Golledge R.G. *Wayfinding Behavior: Cognitive Mapping and Other Spatial Processes* JHU Press. 1999. 428 c
25. Hauselt P., Helzer J. Integration of Geospatial Science in Teacher Education. *Journal of Geography* Volume 111, 2012. Issue 5.

<https://doi.org/10.1080/00221341.2011.638722>

26. Huynh, N. T., Sharpe, B. An Assessment Instrument to Measure Geospatial Thinking Expertise. *Journal of Geography*, 2013. 112(1), 3–17. <https://doi.org/10.1080/00221341.2012.682227>.

27. Jo, Injeong and Hong, Jung Eun. Geography Education, Spatial Thinking, and Geospatial Technologies: Introduction to the Special Issue // *International Journal of Geospatial and Environmental Research*: Vol. 5: No. 3, Article 1. <https://dc.uwm.edu/ijger/vol5/iss3/1>.

28. Kerski, J. J. The implementation and effectiveness of geographic information systems technology and methods in secondary education. *Journal of Geography*, 2003. 102(3):128–137.

29. 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.

30. 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. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1840/1/012017/pdf>.

32. Kholoshyn I., Mantulenko, S., Burman, L., Hanchuk, O., Varfolomyeyeva, I.. Zoning of the Large Industrial Cities Based on Comfort of Living. *Recent Trends in Arts and Social Studies*. 2023. Vol. 1, 83–100. <https://doi.org/10.9734/bpi/rtass/v1/4963C>.

33. Kholoshyn I.; Mantulenko, S.; Bondarenko, O.; Hanchuk, O. and Varfolomyeyeva, I. (2024). 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; ISBN 978-989-758-579-1; ISSN 2976-0836, SciTePress, pages 138-147. DOI: 10.5220/0012648100003737
34. Lambert, D., Morgan J. Teaching Geography 11-18: A Conceptual Approach. 2010. McGraw-Hill Education (UK). 192 p. <https://doi.org/10.18055/finis1333>.
35. Learning to think spatially : GIS as a support system in the K-12 curriculum. National Academies Press. Washington. 2006. 314 p.
36. Lee, J., and Bednarz, R. Effect of GIS Learning on Spatial Thinking. *Journal of Geography in Higher Education*. 2009. 33:2, P. 183-198. DOI:10.1080/03098260802276714.
37. Lee, J. Bednarz, R. Components of Spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability Test. *Journal of Geography*. 2012. 111(1), 15–26. <https://doi.org/10.1080/00221341.2011.583262>
38. Lubienski C., Lee J. Geo-spatial analyses in education research: the critical challenge and methodological possibilities. *Geographical Research* Volume. 2016. 55, Issue 1 p. 89-99. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12188>.
39. Mašterová, Vendula. Learning and Teaching through Inquiry With Geospatial Technologies: A Systematic Review // *European Journal of Geography* 14 (3). P. 42-54. <https://doi.org/10.48088/ejg.v.mas.14.3.042.054> .
40. Muñiz Solari, O., Demirci, A., van der Schee, J. Geospatial Technology in Geography 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. 2015. Tokyo. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55519-3_1.

41. Moorman L., Crichton S. Learner Requirements and Geospatial Literacy Challenges for Making Meaning with Google Earth // *International Journal of Geospatial and Environmental Research*: Vol. 5, 2018. No. 3, Article 5. 20 p.

<https://dc.uwm.edu/ijger/vol5/iss3/5>.

42. Newcombe, N. Thinking spatially in the science classroom. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 2016. 10. P. 1-6.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352154616300870>.

43. Newcombe, N., Stieff, M. Six Myths About Spatial Thinking. *International Journal of Science Education*. 2012. 34(6). P. 955-971.

44. Niem Tu Huynh, Bob Sharpe. The Role of Geospatial Reasoning in Effective Gis Problem Solving: K-16 Education Levels. 2009. *GEOMATICA*. 63(2): P. 119-128. <https://doi.org/10.5623/geomat-2009-0017>.

45. ND Nik Abd Kadir, NA Adnan Temporal geospatial analysis of secondary school students' examination performance. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 37 012020. 2016. DOI 10.1088/1755-1315/37/1/012020.

46. Schwering A, Münzer S., Bartoschek N., Li R. Gamification for spatial literacy: The use of a desktop application to foster map-based competencies // 17th AGILE International Conference on Geographic Information Science-Workshop Games. Castellón. 2014/6/3.

http://www.geogames-team.org/agile2014/submissions/Schwering_et_al_2014_Gamification_for_Spatial_Literacy.pdf.

47. Sunarhadi, R. M. A., Utaya, S., Astina, I. K., Budijanto, B., & Rohsulina, P. The effectiveness of learning materials implementation for spatial thinking ability in geographic information systems (GIS) course. *Linguistics and Culture Review*. 2022. 6(S3). P. 131-139. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v6nS3.2101/>.

48. Uttal, D., Cohen, C. Chapter Four - Spatial Thinking and STEM Education: When, Why, and How? // *Psychology of Learning and Motivation* (editor(s): Brian H. Ross). Academic Press. Volume 57, 2012, Pages 147-181.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394293-7.00004-2>.

49. Van der Schee, J. A., Trimp, H., Beneker, T., & Favier, T. T. (2015). Digital Geography Education in the Twenty-First Century: Needs and Opportunities. In O. Muniz Solari, A. Demirci, & J. van der Schee (Eds.), *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing world: Geospatial Practices and Lessons Learned* (pp. 11-20). (Advances in Geographical and Environmental Education). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-4-431-55519-3_2<https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/330391/2.pdf?sequence=1>.



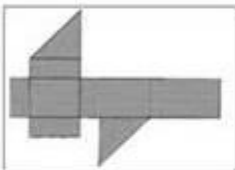
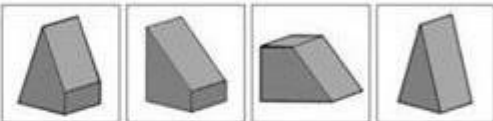

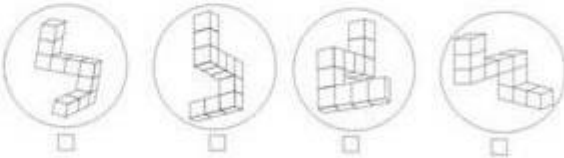

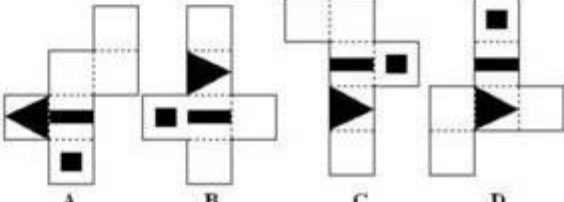
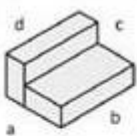


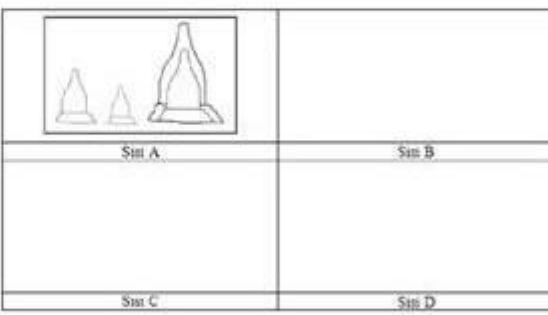
50. Verdine, B.N., Golinkoff, R.M., Hirsh-Pasek, K. and Newcombe, N.S. Spatial skills, their development, and their links to mathematics. *Monographs of the Society for Research in Child Development*. 2017. 82(1), P. 7-30.

51. Verma, K., Estaville, L. Role of geography courses in improving geospatial thinking of undergraduates in the United States // *International Journal of Geospatial and Environmental Research*, 2018. 5(3). 22 p.

ДОДАТКИ

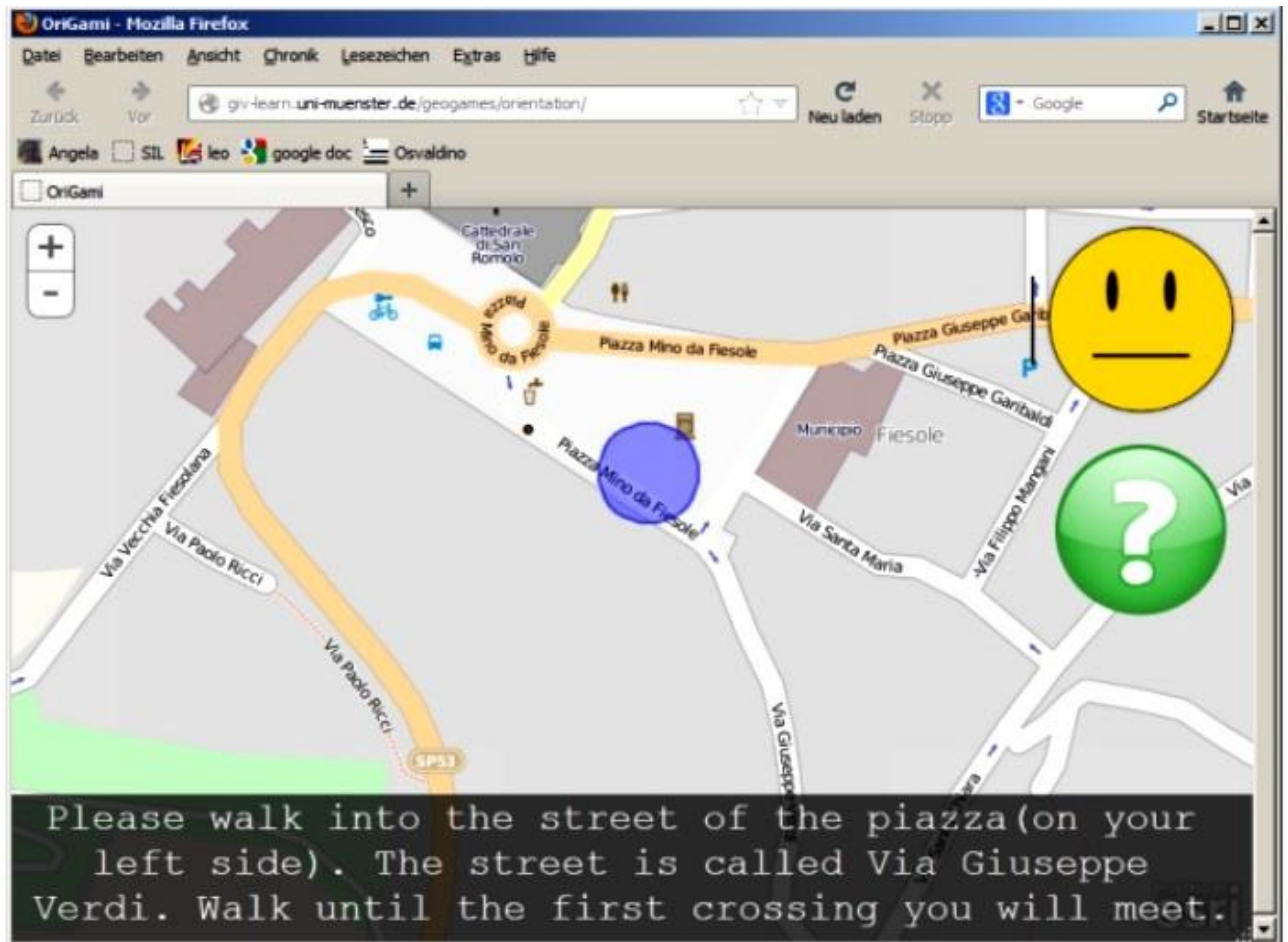
ДОДАТОК А

Приклади питань з тестів з оцінки здатностей до просторового мислення (за даними Umi Hanifah [22])

1		
2		
3		
4		
5		
6		

ДОДАТОК Б

Скріншот вікна програми *Ori-Gami App* (за даними [14])



ДОДАТОК В

Методичні розробки практичної роботи № 43. «Оцінювання комфортності природного середовища для життя людей»

(в основу даної практичної роботи положенні дослідження співробітників кафедри географії та методики її навчання КДПУ [32])

Забезпечення сприятливого та комфортного довкілля – одне з основних завдань оптимізації розвитку міст. Рівень комфортності формується за територіальної взаємодії природних та соціально-економічних умов розвитку регіону. Особливо яскраво ця взаємодія проявляється у великих промислових центрах, які характеризуються сильним негативним антропогенним впливом на довкілля. Істотною особливістю таких міст є територіальна диференціація не лише за екологічними показниками, а й щодо розвитку соціальної, транспортної та інженерної інфраструктур. Як результат, у промислових містах проявляється суттєва неоднорідність міського довкілля за умовами проживання населення.

У зв'язку з цим, велике значення для таких регіонів набуває просторовий аналіз комфортності середовища проживання, який враховує сукупність умов та їх параметрів, що задовольняють основні фізіологічні потреби населення. Це дозволяє розробити заходи, які дозволяють оптимізувати взаємодію середовища життя населення та господарську діяльність виробничої сфери великого промислового регіону.

Поняття «комфортності природного середовища» трактується як міра суб'єктивного почуття та об'єктивного стану добробуту, що формуються під впливом сукупності різних умов, найбільш сприятливих для життя та господарської діяльності людини.

При цьому враховується, що сукупність оптимальних для життя природних та екологічних умов формує *екологічну комфортність*, а сприятливих для господарської діяльності населення – *соціальну комфортність* проживання. При розгляді екологічної комфортності

враховується сукупність умов та їх параметрів, що задовольняють основні фізіологічні потреби проживання на досліджуваній території населення (серед них природно-кліматичні, геолого-геоморфологічні, ступінь забруднення атмосфери, ґрунтів н т.д.). Вивчення соціальної комфортності має на увазі аналіз різних соціальних факторів, що впливають в першу чергу на життєдіяльність населення (розвиненість сфери обслуговування, ступінь освоєння, транспортна доступність тощо).

В цілому, еколого-соціальна комфортність проживання населення є складною, багатофакторною системою, яка є елементом великої антропогенної міської екосистеми. Структурними елементами цієї системи є урбанізований, промислово змінений ландшафт, транспортна та соціальна інфраструктура, екологічна ситуація. Таким чином, територіальна оцінка комфортності проживання передбачає комплексний просторовий аналіз основних факторів комфортності проживання населення. Особливого значення такі дослідження набувають для об'єктів з високим техногенним навантаженням.

Метою даної практичної роботи є просторовий аналіз комфортності проживання населення Кривого Рогу - великого промислового міста.

Державними будівельними нормами ДБН Б.2.2-1-01 «Містобудування. Планування і забудова населених пунктів».цими нормами, визначена класифікація території міста за функціональним призначенням і характером використання в загальному виді. За цією класифікацією, територію міста підрозділяють на: *селитебну, виробничу, ландшафтно-рекреаційну*.

Селитебна зона – територія, де розташовуються житлова забудова (садибна, багатоквартирна та ін.), громадські центри, об'єкти культурно-побутового обслуговування, навчальні заклади, нешкідливі місця прикладання праці, спортивні комплекси, магістральна й вулична мережа, автостоянки тощо.

Промислова зона – для розміщення промислових підприємств і пов'язаних з ними об'єктів, комплексів наукових установ з дослідними

виробництвами, комунально-складськими об'єктами, об'єктів зовнішнього транспорту, шляхів заміського й приміського сполучення.

Ландшафтно-рекреаційна зона – охоплює приміські ліси, лісопарки, лісозахисні смуги, водоймища, зони відпочинку та курортні зони, землі сільськогосподарського використання та інші, які разом з парками, садами, скверами, бульварами селитебної території формують систему озеленення й оздоровчих зон.

Картографічна основа роботи генеральний план міста Кривий Ріг масштабу 1:25000, виконаний ДП ДПІ «Кривбаспроект» у 2011 році, генералізований до масштабу 1:100000.

В роботі комфортність визначалась за трьома **групами факторів**: транспортна доступність, розвиток соціальної інфраструктури та екологічний стан. *Перша група* характеризує територію проживання з точки зору забезпеченістю міста транспортними маршрутами різних видів громадського транспорту. *Друга група* характеризує соціальні умови проживання населення, а саме кількість закладів освіти, культури та медичних закладів. *До третього блоку* відноситься екологічний стан території за критерієм забрудненості атмосфери.

Вибір даних факторів, як головних в оцінці комфортності проживання населення міста підтверджується результати опитування мешканців міста, проведеного Інститутом розвитку міста (Кривий Ріг). Так серед комфортних чинників проживання найбільшу кількість виборів отримав показник розвиненої транспортної інфраструктури (62,4% опитаних), розвинута торгова інфраструктура (44%), наявність дитячих майданчиків (37,1%), наявність паркових зон та скверів (31,6) і близькість навчальних закладів (31,6%), сфера обслуговування (28,7%), задовільна екологія (25,2%), наявність культурно-розважальних закладів (21,1%) і наявність спортивних майданчиків (16,3%).

Для кількісної оцінки комфортності життя населення обрана методика *бальної оцінки* територій міста. Бальна система дозволяє співвідносити рівень

розвитку різних видів комфортності, надає можливість оцінити в єдиному показнику усіма видами в цілому, відрізняється простотою обчислень і дає можливість включити в систему оцінок будь-які показники природно-екологічного і соціального призначення. Цей метод дозволяє порівняти окремі частини досліджуваної території по всьому комплексу комфортності проживання населення.

Для цього територія міста покривалася регулярною сіткою, розмір осередків якої визначався масштабом картографування та склав 500 x 500 м. Для кожного пікселя сітки визначалися бальні показники факторів комфортності проживання населення. З метою інтерполяції умовної поверхні було визначено координати центрів кожного осередку та створено шар точок з середньозважених показників. Подальша обробка отриманих середньозважених показників проводилася за допомогою ГІС Map Info. Таким чином, були створені карти просторової диференціації по кожному із показників (рис. В-1).

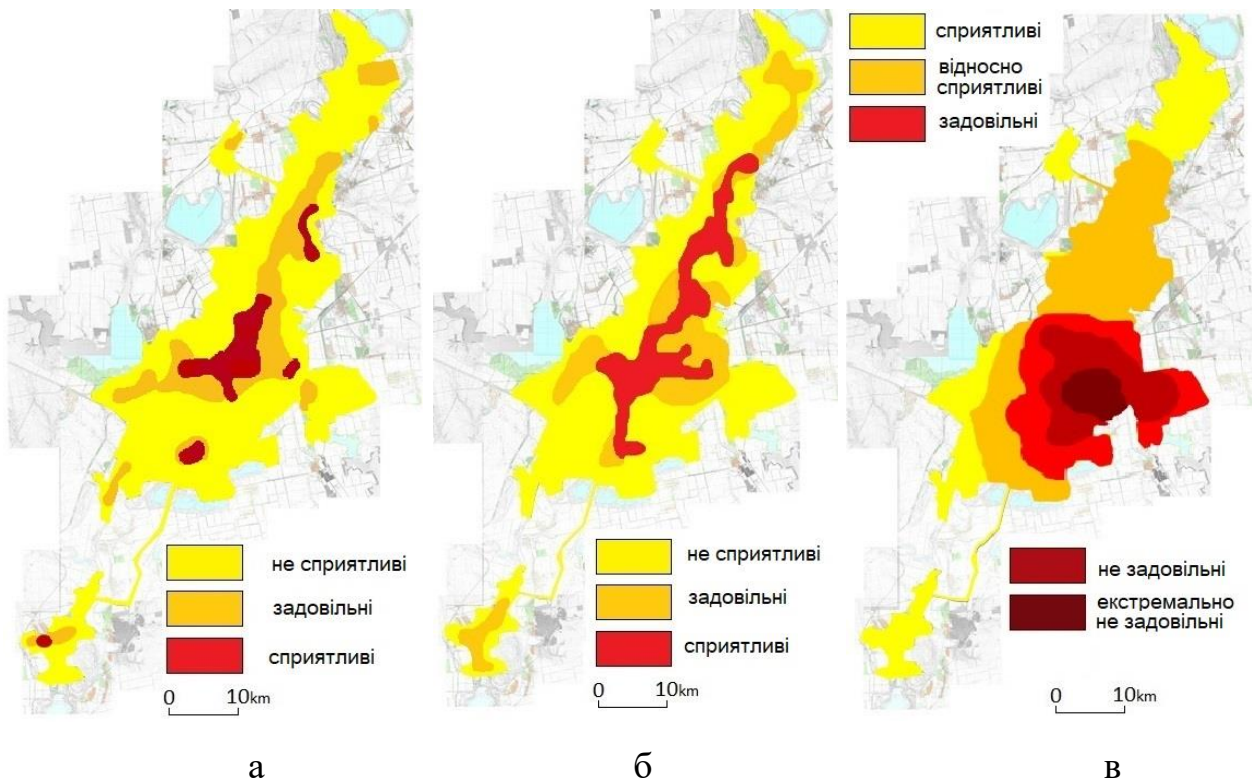


Рис. В-1. Карти транспортної доступності (а), розвитку соціальної інфраструктури (б) та екологічного стану (в) міста Кривий Ріг (за даними [32])

Визначення інтегрального показника комфортності життя населення міста Кривого Рогу здійснювалося усередненням всіх оцінок для кожного з пікселів. Отримані загальні бали були ранжовані за принципом природних розривів. Це дало можливість поділити весь статистичний ряд інтегрованого показника комфортності проживання населення міста на три групи (від найбільших показників – до найменших): *хороші* (більше 3,8 балу), *задовільні* (від 2,3 до 3,7 балів) та *дискомфортні* (менше 2,2 балу) умови комфортності середовища проживання населення.

Просторове поєднання показників осередків в полігони дало можливість отримати карту комфортності життя населення міста Кривого Рогу (рис. В-2).

Аналізуючи отриману схему зонування міста Кривий Ріг, слід відмітити, що функціональне зонування міста просторово має лінійний тип протяжністю понад 100 км. На відміну від більшості великих міст, така структура проявляється в тому, що центральна частина виражена не у вигляді чітко сформованого урбаністичного "ядра", а у вигляді центральної осі, що перетинає усе місто з півдня на північ. Це результат дисперсного розташування окремих промислових об'єктів в історичному розвитку промисловості міста. Таке розміщення провідних підприємств у місті диктувалося переважно просторовим розподілом родовищ залізних руд.

Селитебні території формувались біля цих об'єктів, поєднуючись поступово в єдину міську інфраструктуру. Це суттєво збільшує час на переміщення від його околиць до центру, підвищує витрати на інженерно-технічне та транспортне обладнання міста. Виникають незручності і внаслідок розтягування всієї системи громадського і культурно-побутового обслуговування населення, а також посилюється тенденція до монотонності міських пейзажів.

Характерною рисою функціонального зонування великих промислових центрів є домінування промислових зон у структурі міста. В Кривому Розі промислові зони займають вагомий частину міста – близько 45% усієї території.

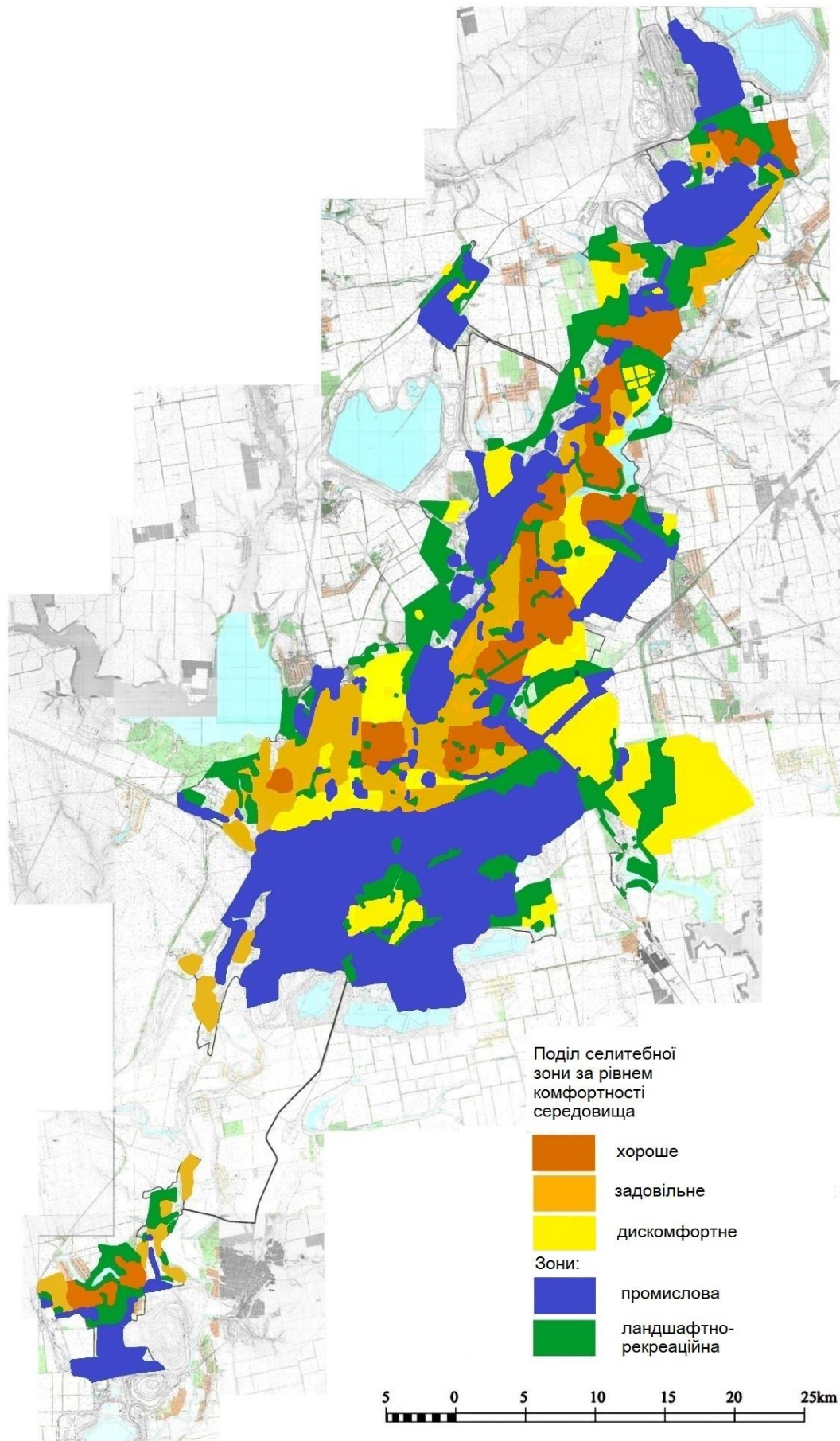


Рис. В-2. Карта комфортності середовища міста Кривий Ріг (за даними [32])

Селитебні зони займають 37 % території міста, із суттєвим переважанням у його центральній частині (67%). Найменшу площу (12%) вони займають на півдні міста.

Характеризуючи співвідношення площ селитебної зони з різним рівнем еколого-соціальної комфортності середовища проживання населення, слід зазначити, що в Кривому Розі домінує некомфортні для життя території міста – 40% .

Сприятливих для життя територій суттєво менше. Їх кількість не перевищує 25%. Так майже двократне перевищення площі території міста з вкрай некомфортними умовами проживання – в цілому характерна риса крупних промислових міст. Це пов'язано с з тим, що в своїй більшості, розвиток інфраструктури таких міста підкорявся розвитку промисловості регіону. Соціальний запит мав другорядне значення.

Стосовно просторової диференціації розподілу показника комфортності середовища проживання, слід зазначити, що більшість (майже 63%) території зі сприятливою комфортністю знаходиться в центральній частині міста , в той же час як в північній – лише 7%. В той же час, найбільша частина місцевості з дискомфорними умовами життя також визначається у центральній частині міста (82%), з суттєвим домінування на її сході. Для північній та південній частинах міста цей показник складає лише 20%.

Але зовсім по іншому за географічними частинами міста виглядає кількісне співвідношення територій з різними рівнями комфортності середовища проживання населення. Чітко видно, що найбільш комфортною для життя є північна частина міста, а найбільш несприятливі - південна, та схід центральної части міста. Зазначений деструктивізм обумовлений тим фактом, що більше а ніж 2/3 площі селитебної зони доводиться на центральну частину міста. По сукупності критеріїв еколого-соціальної комфортності середовища проживання населення найбільш сприятливі районі Терновський, Покровський та Центрально-Городський, найбільш дискомфортний – Довгинцевський.