

Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II
Кафедра географії та туризму

ГІС

Конспект лекцій

Молнар Д Стефан Стефанович

Товт Атілла Атіллович



Берегове 2026

ГІС

Конспект лекцій

Укладали і редагували:

Молнар Д Стефан Стефанович

Товт Атілла Атіллович



ЗМІСТ

I. МОДУЛЬ. ВСТУП ДО ГЕОІНФОРМАТИКИ

1.Тема. Поняття та історія ГІС	9
2.Тема. Структура геоінформаційних систем	6
3.Тема. ГІС-програми з відкритим кодом	24
4.Тема. Ліцензовані ГІС-системи	32

II. МОДУЛЬ. ДАНІ В ГІС

5. Тема. Збір та обробка просторових даних	41
6. Тема. Принцип роботи GPS	53
7. Тема. Дрони в картографії	58
8. Тема. Вступ до дистанційного зондування	63
9. Тема. Польові вимірювання – геодезія та польові роботи	75
10. Тема. Онлайн-збір даних – OPENSTREETMAP	78
11. Тема. Джерела даних та якість даних	81

III. МОДУЛЬ. ПРОСТОРОВЕ ВІДОБРАЖЕННЯ В ГІС

12. Управління базами даних у ГІС. Просторові аналізи	85
13. Дослідницькі методи в ГІС	92
14. Часові ряди в ГІС	98
15. Цифрові моделі рельєфу (DEM)	104
16. Візуалізація даних та презентація	109
17. Тематичне картографування	115

IV. МОДУЛЬ. ОСНОВНІ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІС

18. Екологічні застосування	118
19. Демографічні та соціально-географічні аналізи	125
20. Дослідження структури поселень	131
21. Моделювання природних катастроф	137
22. Сільськогосподарські та лісогосподарські застосування	142
23. Туристичні застосування	145

V. МОДУЛЬ. СУЧАСНІСТЬ І МАЙБУТНЄ ГІС

24. Вступ до поняття WEBGIS	153
25. ГІС в освіті	161
26. Геоінформаційна етика та захист даних.....	164
27. Майбутні тенденції в ГІС	169

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	177
--------------------------------	-----

Вступ

Геоінформатика є однією з найбільш динамічно розвиваючихся галузей географічної науки та картографії XXI століття, яка завдяки новим методам і технологіям здійснила революцію у зборі, обробці та використанні просторових даних. Сьогодні карти вже не є лише статичними, паперовими документами, а інтерактивними, постійно оновлюваними базами даних, які присутні майже в усіх сферах повсякденного життя – від транспорту та туризму до охорони довкілля. Використання смартфона з Google Maps, GPS-навігація чи ортофотоплани, створені за допомогою дронів, – це практичні прояви геоінформатики.

Метою цього конспекту є надання студентам-географам всебічних знань про функціонування, структуру та практичні застосування геоінформаційних систем. Тематика курсу охоплює шлях від класичних основ – таких як геодезія та польовий збір даних – до сучасних технологій, включаючи GPS-системи, роль дронів у картографії, LiDAR-зйомки та нові можливості онлайн-збору даних, наприклад, через платформу OpenStreetMap. Таким чином, студенти отримають не лише теоретичні знання, але й на практичних прикладах ознайомляться з інструментами та методами, що є необхідними у сучасних географічних дослідженнях та викладанні.

Особливу увагу приділено використанню програми QGIS, яка є однією з найпоширеніших у світі відкритих геоінформаційних систем. Під час курсу студенти навчатимуться завантажувати та обробляти картографічні дані у різних форматах (наприклад, SHP, GeoTIFF, KML), виконувати базові та поглиблені просторові аналізи, створювати візуально якісні тематичні карти, а також інтегрувати у QGIS дані польових вимірювань, GPS та зйомок дронами.

Оскільки на кафедрі географії та туризму Закарпатського угорського університету ім. Ференца Ракоці II готують вчителів географії, особливу увагу приділено тому, щоб показати студентам, як різні геоінформаційні технології можуть бути інтегровані у шкільні уроки географії та як можна мотивувати учнів за допомогою інтерактивних картографічних завдань, польових вимірювань і участі в онлайн-проектах зі збору даних. Метою є не лише передача спеціалізованих знань, але й демонстрація того, як геоінформатика може зробити викладання географії сучаснішим, захопливішим і більш орієнтованим на учнів.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є Вивчення геоінформаційної системи, ознайомлення з її основними структурними компонентами: апаратного комплексу, програмного комплексу та інформаційного блоку.

Важливим є вивчення загальних принципів організації та функціонування ГІС, основних напрямків використання методів ГІС в ґрунтознавстві, даних дистанційного зондування, методів ГІС-аналізу.

Міждисциплінарні зв'язки: Сучасні інформаційні технології в географії, Картографія з основами топографії.

Мета дисципліни – отримати знання про основні принципи побудови ГІС, функції та прикладні аспекти застосування.

Завдання дисципліни – здобуття знань та навиків у роботі з окремими ГІС-пакетами та можливість їх прикладного застосування у ґрунтознавчих дослідженнях. Головна увага спрямована на практичне застосування програмного пакету QGIS 3.4

Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.

Формувати і розвивати в учнів ключові та предметні компетентності засобами навчального предмету та інтегрованого навчання; формувати в них ціннісне ставлення, розвивати критичне мислення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати наступні компетентності: застосовувати програму QGIS 3.4 у наукових дослідженнях.

Студент повинен знати: теоретичні засади функціонування географічних інформаційних систем.

Загальні компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.

Фахові компетентності

ФК1. Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмету.

ФК3. Здатність здійснювати цілепокладання, планування та проєктування процесів навчання і виховання учнів з урахуванням їх вікових та індивідуальних особливостей, освітніх потреб і можливостей; добирати та застосовувати ефективні методики й технології навчання, виховання і розвитку учнів.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є Вивчення геоінформаційної системи, ознайомлення з її основними структурними компонентами: апаратного комплексу, програмного комплексу та інформаційного блоку.

Важливим є вивчення загальних принципів організації та функціонування ГІС, основних напрямків використання методів ГІС в ґрунтознавстві, даних дистанційного зондування, методів ГІС-аналізу.

Міждисциплінарні зв'язки: Сучасні інформаційні технології в географії, Картографія з основами топографії.

Мета дисципліни – отримати знання про основні принципи побудови ГІС, функції та прикладні аспекти застосування.

Завдання дисципліни – здобуття знань та навиків у роботі з окремими ГІС-пакетами та можливість їх прикладного застосування у ґрунтознавчих дослідженнях. Головна увага спрямована на практичне застосування програмного пакету QGIS 3.4

Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.

Формувати і розвивати в учнів ключові та предметні компетентності засобами навчального предмету та інтегрованого навчання; формувати в них ціннісне ставлення, розвивати критичне мислення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати наступні компетентності: застосовувати програму QGIS 3.4 у наукових дослідженнях.

Студент повинен знати: теоретичні засади функціонування географічних інформаційних систем.

Загальні компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.

Фахові компетентності

ФК1. Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмету.

ФК3. Здатність здійснювати цілепокладання, планування та проєктування процесів навчання і виховання учнів з урахуванням їх вікових та індивідуальних особливостей, освітніх потреб і можливостей; добирати та застосовувати ефективні методики й технології навчання, виховання і розвитку учнів.

Предметні компетентності

ПКЗ. Здатність застосовувати базові знання з природничих та суспільних наук у навчанні та професійній діяльності при вивченні Землі (світу), материків і океанів, України.

ПК8. Здатність реалізовувати красзнавчий підхід на уроках географії, у позакласній і позашкільній роботі з учнівською молоддю.

Укладач: ***Молнар Д Стефан Стефанович*** – доктор філософії у галузі природничих наук за спеціальністю (спеціалізацією) «Науки про Землю (Соціальна географія)», доцент кафедри географії та туризму Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II.



I. МОДУЛЬ. ВСТУП ДО ГЕОІНФОРМАТИКИ

1. ПОНЯТТЯ ТА ІСТОРІЯ ГІС
2. СТРУКТУРА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
3. ГІС-ПРОГРАМИ З ВІДКРИТИМ КОДОМ
4. ЛІЦЕНЗОВАНІ GIS-СИСТЕМИ

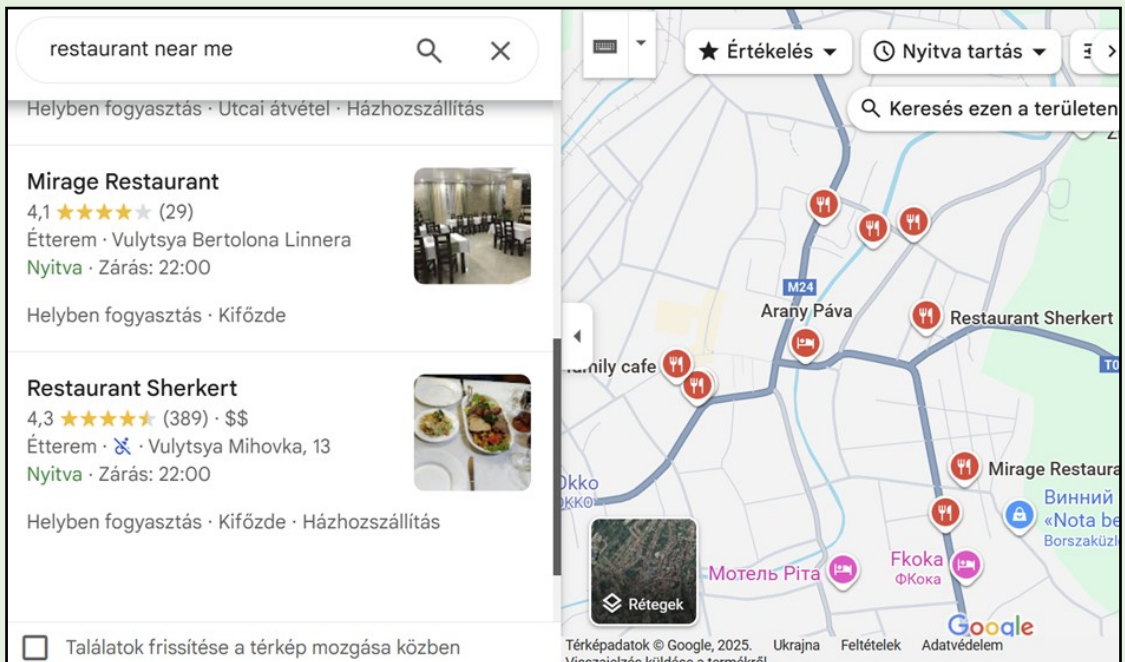
1. ТЕМА. ПОНЯТТЯ ТА ІСТОРІЯ ГІС

1.1 Поняття ГІС

Уявімо, що ми голодні та хочемо знайти найближчий ресторан із найвищим рейтингом. Беремо телефон, відкриваємо **Google Карти** й вводимо в пошук: *restaurant near me*. За кілька секунд ми бачимо не лише список найближчих ресторанів, але й їхні рейтинги, доступні фотографії, години роботи та точний час, за який можна туди дістатися пішки чи громадським транспортом.

Цей буденний досвід — типовий приклад роботи **геоінформатики**. У фоновому режимі взаємодіють просторові дані (розташування ресторанів, карта міста), статистична інформація (рейтинги, години роботи), а також **системи визначення місцеположення (GPS)** та **алгоритми прокладання маршрутів**, щоб надати нам найкращий результат.

Ця проста історія добре демонструє, що геоінформатика — це не віддалена теоретична наука, а система інструментів і методів, яка стала частиною нашого повсякденного життя та має ключове значення для географії й викладання географії.



За іконками, що відображені на карті, стоять бази даних, GPS-координати та дані користувачів.

1.1 Поняття геоінформатики та її значення в географії

Геоінформатика — міждисциплінарна наука, що займається збиранням, зберіганням, обробкою, аналізом і відображенням просторових (географічно пов'язаних) даних.

Вона сформувалася на перетині трьох головних галузей:

Географія — знання про поверхню Землі та процеси, що на ній відбуваються.

Інформатика — цифрова обробка даних, алгоритми, обчислювальні системи.

Картографія — методи відображення та інтерпретації просторової інформації.



Геоінформатика — це не просто оцифрування карт, а **інтегроване використання баз даних, програмного забезпечення, аналітичних методів і технологій візуалізації**.

Значення в географії

Одне з головних завдань географії — показати та пояснити просторові взаємозв'язки. Геоінформатика є ключовим інструментом, оскільки:

- Дозволяє робити **точніші вимірювання** (наприклад, за допомогою GPS).
- Пропонує **складні просторові аналізи** (наприклад, оцінка екологічних ризиків).
- Забезпечує **наочну візуалізацію** за допомогою інтерактивних карт.

Підтримує аналіз **просторово-часових змін** (наприклад, за серіями супутникових знімків).

Для вчителя географії геоінформатика відкриває вікно у цифровий світ учнів, адже викладати можна в їхньому звичному онлайн-середовищі (Google Earth, інтерактивні карти).

1.2 Короткий історичний огляд геоінформатики

Перші карти з'явилися тисячі років тому й були намальовані від руки, статичні. У XIX–XX століттях військові та цивільні топографічні зйомки значно підвищили точність. **Характерні риси:**

Статичні: оновлення лише через перевидання.

Обмежений обсяг інформації.

Проблеми зберігання великих екземплярів.

Початок цифровізації

У 1960–70-х роках з'явилися перші застосування комп'ютерів у картографії. У Канаді (CGIS – Canadian GIS) та США почали переводити картографічну інформацію в цифровий формат.

Нововведення: поєднання баз даних і картографічних шарів.

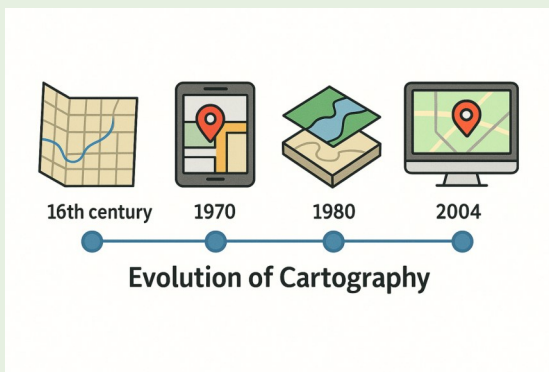
Революція GPS і супутників

У 1990-х роках цивільний доступ до GPS та розвиток супутникових програм (Landsat тощо) забезпечили масову доступність просторових даних.

Епоха смарт-карт

З 2005 року Google Maps і з 2001 року Google Earth вивели картографію на новий рівень. **Характерні риси:**

- Оновлення в режимі реального часу.
- Інтерактивні функції.
- Контент користувачів (фото, відгуки).



1.3 Основні сфери застосування ГІС

а) Освіта

- Створення цифрових навчальних матеріалів.
- Інтерактивні завдання (наприклад, планування туристичного маршруту).
- Проектне навчання (наприклад, картографування місцевих екологічних проблем).

б) Охорона довкілля

- Моніторинг забруднення повітря та якості води.
- Відстеження вирубки лісів за супутниковими знімками.
- Картографування місць проживання видів.

в) Містобудування

- Оптимізація транспортних мереж.
- Опитування населення з використанням картографічних анкет.
- Розвиток зелених зон.



1.4 Приклад – застосування ГІС у протипаводковому плануванні

Протипаводковий захист — один з найскладніших напрямів застосування ГІС.

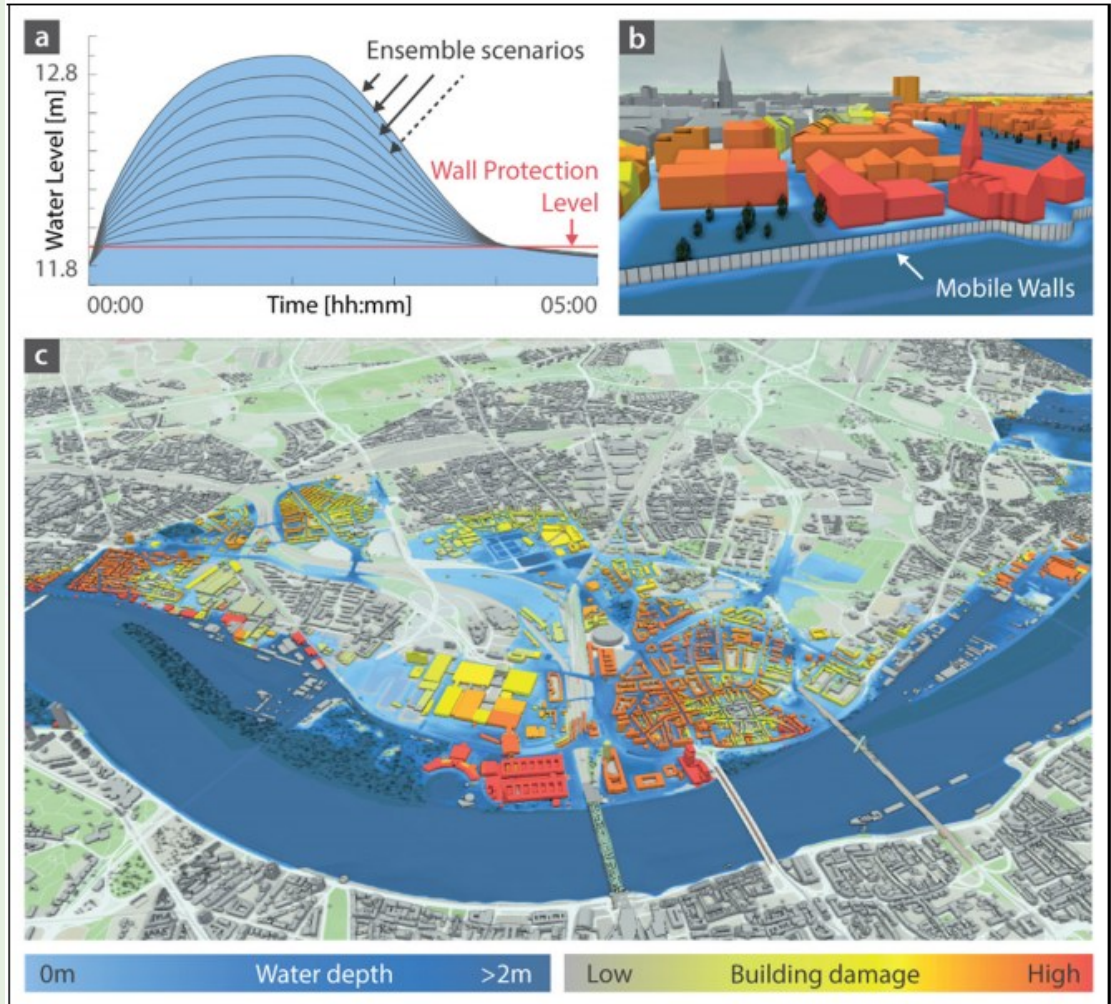
Етапи:

1. Створення цифрової моделі рельєфу (DEM) на основі зйомки річки та прилеглих територій.
2. Гідрологічне моделювання — симуляція підйому рівня води.
3. Визначення зон ризику.
4. Оптимальне розташування захисних споруд.

Планування маршрутів евакуації.

Результат: органи влади отримують точний, картографічно оформлений план дій.





Прогнозування територій, що опиняться під загрозою внаслідок прориву мобільної протиаводкової стіни в Кельні.

(<https://developer.nvidia.com/blog/simulating-real-world-floods-on-gpus/>)

Геоінформатика може бути дуже мотивуючою навіть у шкільному курсі. Приклади:

- **Функція часової шкали в Google Earth** — аналіз змін населеного пункту.
- **Інтерактивні демографічні карти** — аналіз щільності населення, міграції.
- **Збір власних даних** — GPS на шкільній екскурсії.

Завдання вчителя — не лише показати технічні інструменти, але й розвивати в учнів просторове мислення та критичне ставлення до даних.

Контрольні запитання до розділу

1. Як приклад пошуку ресторану ілюструє повсякденне використання геоінформатики?
2. Які три основні наукові галузі стали підґрунтям для виникнення геоінформатики?
3. Чому геоінформатику вважають ключовою у викладанні географії?
4. Чим відрізнялися паперові карти від цифрових карт? Назвіть щонайменше дві характеристики!
5. У чому полягала новизна перших комп'ютерних геоінформаційних систем, що з'явилися у 1960–70-х роках?
6. Які нові можливості принесло поширення GPS та супутникових програм (наприклад, Landsat) у 1990-х роках?
7. Назвіть щонайменше три практичні сфери застосування, де ГІС відіграє особливо важливу роль!
8. З яких етапів складається процес планування протипаводкового захисту на основі ГІС, і який його результат?

Література

1. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
3. Світличний О.О., Плотницький С.В. (2006) Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: 2006. 295. <https://studfile.net/preview/7328519/>
4. Detrekői Ákos – Szabó György (2002): Térinformatika, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002
5. Elek István (szerk.) (2007): Térinformatikai gyakorlatok, Turczi Gábor: ArcGIS - ELTE Eötvös kiadó, 2007
6. Elek István (2006): Bevezetés a geoinformatikába, ELTE Eötvös kiadó, 2006
7. Zentai László (2006): Számítógépes térképészet, ELTE Eötvös kiadó, 2000

2. ТЕМА

СТРУКТУРА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Функціонування геоінформаційних систем (ГІС) не базується на одному пристрої чи програмі, а **складається з кількох компонентів, які тісно взаємодіють між собою**. Саме їх узгоджена робота дає змогу перетворювати сирі просторові дані на **зрозумілу інформацію та візуалізацію**.

Основні елементи ГІС-системи:

Апаратне забезпечення – фізичні пристрої, що становлять основу системи.

Програмне забезпечення – програми, які здійснюють обробку, аналіз і візуалізацію.

Дані – вихідний матеріал, необхідний для роботи системи.

Методи – застосовувані процедури й техніки аналізу.

Користувачі – ті, хто працює з системою та інтерпретує результати.

2.1 Апаратне забезпечення – базова інфраструктура

Апаратне забезпечення ГІС охоплює всі пристрої, які забезпечують збір, обробку та збереження даних.

Основні апаратні елементи:

Настільні комп'ютери / робочі станції – висока обчислювальна потужність, спеціалізована графічна карта, підтримка кількох моніторів.

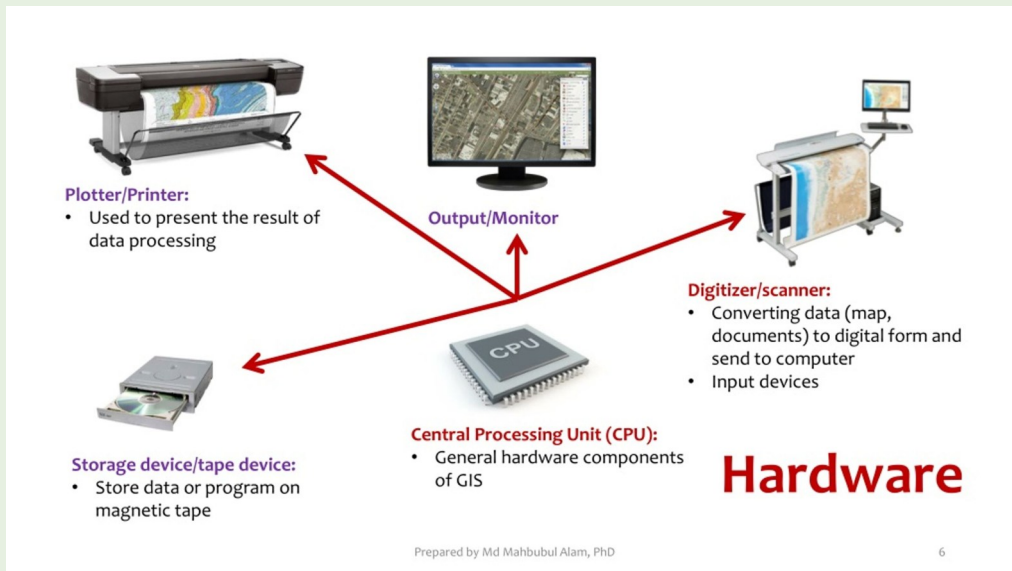
Портативні пристрої – ноутбуки, планшети, смартфони для польового збору даних.

GPS-приймачі – ручні пристрої, прилади на основі GNSS, RTK (Real-Time Kinematic) для високоточного вимірювання.

Носії даних і сервери – жорсткі диски HDD/SSD великої ємності, хмарні сховища для просторових баз даних.

Вихідні пристрої – великоформатні принтери, плотери для паперових карт.

На рівні середньої школи немає потреби у дорогих робочих станціях. Безкоштовне програмне забезпечення (наприклад, QGIS) можна запускати навіть на ноутбуках середнього класу, а для польового збору даних достатньо смартфона з GPS.



2.2 Програмне забезпечення – «серце» ГІС

Успіх проєкту ГІС залежить не лише від якості даних і методів, але й від того, яке програмне середовище ми обираємо.

Під час вибору слід враховувати:

- Бюджет** (вартість ліцензії vs. безкоштовні рішення),
- Потреби користувачів** (функціональність, можливість налаштування),
- Підтримку** (офіційна служба підтримки чи форуми спільноти),
- Можливості інтеграції** (сумісність з іншими системами).

ГІС-програми поділяються на дві основні групи:

- a) Програми з відкритим кодом
- b) Комерційні програми

a) ГІС-програми з відкритим кодом

Характерні риси:

Безкоштовні для завантаження та використання.

Вихідний код є відкритим, що дозволяє розробку та налаштування.

Розвиваються спільнотою: з'являються нові функції та виправлення помилок.

Переваги:

Економічність – немає ліцензійних зборів.

Гнучкість – можливість встановлення додаткових модулів і плагінів.

Широка спільнота користувачів – багато онлайн-курсів, посібників і форумів.

Кросплатформність – працює під Windows, Linux, macOS.

Недоліки:

Менше офіційної технічної підтримки.

Для доступу до деяких функцій іноді потрібно встановлювати додаткові плагіни.

Оновлення не завжди однаково добре задокументовані.

Приклади:

QGIS – найпопулярніша ГІС із відкритим кодом, з підтримкою великої кількості плагінів.

GRASS GIS – особливо потужна у просторових аналізах і моделюванні.

gvSIG – іспанська розробка, сильна у створенні тематичних карт.



На рівні середньої школи **QGIS** є ідеальним, оскільки доступний з інтерфейсом угорською мовою та може використовуватися як для простих завдань, так і для складних аналізів. Учні можуть безкоштовно встановити його вдома, тож роботу в класі можна продовжувати й у домашньому середовищі.

б) Комерційні ГІС-програми

Характерні риси:

Ліцензійні, із закритим вихідним кодом.
Доступна професійна підтримка та навчання.
Поширені у великих корпораціях та державних установах.

Переваги:

Стабільна, добре задокументована система.
Професійна технічна підтримка та курси.
Інтегровані модулі – для більшості функцій немає потреби у додаткових плагінах.
Швидка обробка великих обсягів даних і складних проєктів.

Недоліки:

Висока вартість ліцензії.
Обмежені можливості налаштування.
Залежність від платформи (наприклад, деякі версії працюють лише під Windows).

Приклади:

ArcGIS Pro (Esri) – найвідоміша у світі ГІС-система з широким набором аналітичних інструментів.

MapInfo Professional – особливо потужна для бізнесу та маркетингового планування.

Bentley Map – оптимізована для інженерних та інфраструктурних проєктів.

Kereskedelmi GIS szoftverek Комерційні ГІС-програми



В університетах і науково-дослідних інститутах часто використовують ArcGIS, оскільки вона може інтегруватися з багатьма міжнародними базами даних. На рівні середньої школи, однак, через високу ціну це не є реалістичним вибором, хіба що існує доступ через інституційну ліцензію.

Порівняльна таблиця

Критерії	Відкритий код (наприклад, QGIS)	Комерційний (наприклад, ArcGIS Pro)
Ціна	Безкоштовний	Висока вартість ліцензії
Доступність вихідного коду	Відкритий	Закрита
Підтримка	Форуми спільноти	Професійна служба підтримки
Функції	Можливість розширення плагінами	Вбудовані інтегровані функції
Можливість налаштування	Висока	Обмежена
Зручність використання для початківців	Помірна	Висока (з доброю документацією)

QGIS використовують місцеві органи самоврядування для цифрової обробки планів забудови, оскільки програма є безкоштовною та швидко встановлюється.

Транспортне управління Нью-Йорка застосовує систему на основі **ArcGIS** для аналізу руху автобусів і метро з використанням даних GPS у реальному часі.

2.3 Дані – «паливо» для ГІС

Одним із найважливіших елементів ГІС є дані. Без них система не може функціонувати.

Типи даних:

- **Векторні дані:** точки (наприклад, вимірювальні станції), лінії (наприклад, дороги), полігони (наприклад, межі населених пунктів).
- **Растрові дані:** супутникові знімки, аерофотознімки, теплові карти.
- **Атрибутивні дані:** таблична інформація, яка пов'язана з просторовими об'єктами (наприклад, чисельність населення, площа).

Приклади: Національна геоінформаційна база даних (ОТАВ) – адміністративні та тематичні шари даних. **Copernicus Open Access Hub** – безкоштовні супутникові знімки Sentinel. **Natural Earth Data**.

2.4 Методи – логіка аналізу

Методи визначають, як ми перетворюємо сирі дані на корисну інформацію.

Основні методи ГІС:

- **Просторовий аналіз:** аналіз близькості, мережевий аналіз, інтерполяція.
- **Моделювання:** моделі повеней, транспортні моделі.
- **Аналіз часових рядів:** відстеження змін (наприклад, вирубка лісів).

Приклад: У Ріо-де-Жанейро на основі просторового та часових аналізів злочинної статистики оптимізують маршрути патрулювання поліції.

2.5 Користувачі

Успішне функціонування геоінформаційних систем (ГІС – Geographic Information System) залежить не лише від програмного та апаратного забезпечення, але значною мірою й від підготовленості, організованості та співпраці персоналу. Робота ГІС – це складний процес, у якому персонал відіграє ключову роль від етапу планування до технічного обслуговування.

Завдання фахівців, які працюють у проєктах ГІС:

- забезпечувати якість та актуальність даних,
- обирати та конфігурувати відповідні технології,
- визначати методи аналізу,
- комунікувати з керівниками та користувачами.

Ключові чинники:

Професійна компетентність – знання у сфері геоінформатики, географії, геодезії, інформатики та управління даними.

Командна робота – узгоджена діяльність збирачів даних, аналітиків, програмістів та керівників проєктів.

Відповідальність – за надійність даних і точність результатів.

Основні ролі персоналу ГІС

а) Керівник проєкту / менеджер ГІС

- Координація всього проєкту, складання графіку, бюджету.
- Контакти із замовниками та керівництвом.

I. МОДУЛЬ. ВСТУП ДО ГЕОІНФОРМАТИКИ

Визначення стратегічних напрямів (наприклад, вибір форматів даних, програмного середовища).

b) Збирачі даних та польові фахівці

- Картографування, збір даних на основі GPS, зйомки з дрона.
- Очищення даних, попередня обробка.
- Польова валідація (ground truthing).

c) Аналітики ГІС

- Обробка просторових даних, моделювання, створення тематичних карт.
- Виконання статистичних та просторових аналізів.
- Інтерпретація результатів для керівників і користувачів.

d) Адміністратори баз даних (DBA)

- Проєктування, оптимізація та обслуговування ГІС-баз даних.
- Резервне копіювання та захист даних.
- Управління багатокористувацькими середовищами.

e) Розробники програмного забезпечення / програмісти ГІС

- Розробка індивідуальних ГІС-додатків.
- Автоматизація (наприклад, Python, SQL, ModelBuilder).
- Інтеграція API та веб-геоінформаційних систем.

f) IT та мережеві спеціалісти

- Забезпечення апаратної та мережевої інфраструктури.
- Експлуатація серверів, підтримка хмарних ГІС.
- Підтримка безпеки системи.

Роль користувача у проєкті ГІС

Планування	Оцінка потреб, вибір джерел даних, складання бюджету
Збір даних	Польові вимірювання, зйомка з дрона, імпорт даних
Обробка даних	Очищення, проєкційні трансформації, завантаження бази даних
Аналіз	Просторова статистика, моделювання, підтримка прийняття рішень
Візуалізація	Створення карт, інформаційних панелей (dashboard), веб-інтерфейсів
Обслуговування	Оновлення даних, виправлення помилок, оптимізація системи

Контрольні запитання до розділу

1. Перерахуйте основні компоненти ГІС!
2. Які переваги та недоліки мають ГІС-програми з відкритим кодом?
3. У чому полягає різниця між векторними та растровими даними?
4. Наведіть приклад українського/угорського та міжнародного джерела ГІС-даних!
5. Чому методи є важливими для функціонування ГІС?
6. Перерахуйте три переваги ГІС-систем з відкритим кодом!
7. Який основний недолік комерційних ГІС-систем в освіті?
8. Який критерій може бути важливішим для школи з невеликим бюджетом: професійна підтримка чи ціна? Чому?
9. У яких випадках доцільно обирати комерційне програмне забезпечення?

Список літератури

1. Павленко Л.А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. / Л. А. Пав-ленко. -Х. Вид. ХНЕУ, 2013.-260 с.
2. Detrekői Á, Szabó Gy (2002): Bevezetés a térinformatikába. Tankönyvkiadó, Budapest.
3. Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W. (2015) Geographic Information Science and Systems. John Wiley & Sons, 560. Bolstad, P. (2019): *GIS Fundamentals*. Eider Press.
4. ESRI (2023): *GIS Best Practices*. <https://www.esri.com>
5. QGIS Documentation (2024): <https://docs.qgis.org>

3. ТЕМА

ГІС-ПРОГРАМИ З ВІДКРИТИМ КОДОМ

3.1 ЗНАЧЕННЯ ГІС-ПРОГРАМ З ВІДКРИТИМ КОДОМ

Відкритий код (Open Source) – це модель розробки та поширення програмного забезпечення, суть якої полягає в тому, що вихідний код програми є вільно доступним для вивчення, модифікації та розповсюдження.

Це не лише технічне, але й філософське та суспільне питання: відкритий код ґрунтується на принципах обміну знаннями, прозорості та співпраці.

У сфері ГІС (Geographic Information System – геоінформаційна система) підхід з відкритим кодом є особливо корисним, оскільки:

- геоінформаційні проєкти часто базуються на великих обсягах даних та складних методах обробки;
- постійна розробка та розширення програм є необхідними в умовах змінних джерел даних і стандартів;
- спільнота користувачів може активно брати участь у виправленні помилок, розширенні функціоналу, створенні навчальних матеріалів.

Місце ГІС-програм з відкритим кодом у географічних науках

Географічна наука традиційно значною мірою спиралася на картографію та геостатистичні аналізи. У цифрову добу паперові карти були замінені інтерактивними, багат шаровими, придатними для пошуку геоінформаційними системами.

Комерційні ГІС-програми (наприклад, ESRI ArcGIS) забезпечують високу продуктивність, проте їхня вартість є значною, що становить перешкоду для освіти, досліджень, а також для роботи невеликих органів місцевого самоврядування та громадських організацій.

Натомість ГІС-програми з відкритим кодом (наприклад, QGIS, GRASS GIS) є безкоштовними, постійно розвиваються та в багатьох випадках здатні працювати відповідно до промислових стандартів.

Переваги у географічних дослідженнях та освіті:

- Безкоштовний доступ, тому студенти можуть використовувати їх на власних комп'ютерах. Кросплатформність: працюють у середовищах Windows, Linux та macOS.
- Розширюваність за допомогою плагінів та власноруч розроблених інструментів. Підтримка стандартних форматів (GeoJSON, Shapefile, GeoTIFF, Post-GIS тощо).

Роль відкритого коду в освіті

У викладанні географії в університетах і середніх школах доступ до ГІС довгий час був обмежений через високу вартість ліцензій. Програми з відкритим кодом здійснили прорив у цій сфері, оскільки:

- Кожен студент може встановити їх і практикуватися вдома, не обмежуючись лише університетськими лабораторіями.
- Навчальні матеріали легко інтегрувати, адже більшість ГІС-інструментів з відкритим кодом мають безкоштовні посібники та документацію.
- Студенти можуть бути не лише користувачами, але й розробниками, брати участь у створенні плагінів, що розвиває їхні навички програмування та аналізу даних.

Економічні та соціальні наслідки

Використання ГІС-систем з відкритим кодом:

- Зменшує витрати в органах місцевого самоврядування, школах, науково-дослідних інститутах.
- Підвищує цифровий суверенітет, оскільки немає залежності від продукції одного виробника.
- Сприяє прозорості в публічному секторі, адже просторові дані можуть оброблятися у відкритих форматах.
- Посилює колективний збір даних, наприклад, через проекти OpenStreetMap.

Приклади ГІС-програм з відкритим кодом

- QGIS – простий у використанні, графічний інтерфейс, величезний вибір плагінів.
- GRASS GIS – високопродуктивний, оптимізований переважно для аналітичних завдань.
- gvSIG – іспанська розробка з великою міжнародною базою користувачів.
- OpenJUMP – Java-орієнтований, з простими функціями редагування та аналізу.

ГІС-програми з відкритим кодом є не лише дешевою альтернативою комерційним продуктам, а й інноваційними, спільнотними та сталими рішеннями для роботи з географічними даними. Вони є однаково важливими для освіти, науки та державного управління, оскільки демократизують доступ до геоінформаційних інструментів.

3.2 ПЕРЕВАГИ QGIS ТА GRASS GIS

Серед програмного забезпечення ГІС з відкритим кодом **QGIS** та **GRASS GIS** є двома найвідомішими й найпоширенішими рішеннями. Обидві програми є безкоштовними, кросплатформними і охоплюють увесь спектр геоінформаційних завдань – від введення та редагування даних до створення карт, просторового аналізу й моделювання.

QGIS

QGIS (раніше Quantum GIS) має на меті зробити геоінформаційні інструменти доступними для якомога ширшого кола користувачів.

Основні переваги:

- **Графічний інтерфейс користувача** – легко опановується, зрозумілий навіть для початківців.
- **Розширена підтримка форматів** – працює з понад 70 ГІС та CAD форматами.
- **Система плагінів** – користувачі та розробники створили тисячі розширень (наприклад: геокодування, 3D-моделювання, тематичне картографування).
- **Інтеграція з іншими системами** – можливість прямої роботи з PostGIS, GRASS GIS, SAGA GIS.
- **Багатомовний інтерфейс** – доступний більш ніж 40 мовами, зокрема українською та угорською.
- **Підтримка онлайн-картографічних сервісів** – WMS, WFS, WMTS, XYZ tiles (наприклад, Google Maps, OpenStreetMap).

В освітньому процесі:

- Ідеальний інструмент для введення у ГІС як в університетському, так і у шкільному викладанні географії.
- Легко інтегрується у проєктні завдання, наприклад: створення планів просторового розвитку населених пунктів, екологічних карт, туристичних маршрутів.

GRASS GIS

GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) – одна з найстаріших ГІС з відкритим кодом, яку спочатку розробили інженери армії США у 1980-х роках.

Сьогодні вона є одним з основних інструментів геоінформаційних досліджень у науковій спільноті.

Основні переваги:

- Понад 350 вбудованих модулів – для розвинутого просторового аналізу, 3D-моделювання, створення гідрологічних та екологічних моделей.
- Видатна робота з растровими даними – надзвичайно ефективна при обробці високоякісних супутникових знімків та цифрових моделей рельєфу (DEM).
- Автоматизація – управління через командний рядок, пакетна обробка та Python API.
- Інтеграція з QGIS – функції GRASS доступні безпосередньо з інтерфейсу QGIS.
- Підтримка відкритої науки – дослідницькі результати відтворювані завдяки відкритому коду.

Наукові та освітні застосування:

- Аналіз ґрунтового та рослинного покриву. Моделювання паводків.
- Обробка кліматичних даних. Моніторинг довготривалих змін у довкіллі.

Порівняння QGIS та GRASS GIS

Властивість	QGIS	GRASS GIS
Користувацький інтерфейс	Графічний, дружній навіть для початківців	Складний, для досвідчених користувачів
Робота з типами даних	Сильна підтримка векторних і растрових даних	Досконаліший растровий аналіз
Розширюваність	Система плагінів, Python API	Модулі, Python API
Інтеграція	Пряме з'єднання з системами GRASS, SAGA, PostGIS	Доступний із QGIS
Освітнє значення	Легко навчати, швидко дає відчуття успіху	Придатний для викладання глибоких наукових аналізів

A főiskola földrajz szakos hallgatók képzésében érdemes **kombinált módon** használni a két rendszert:

Alapképzés: QGIS alapok – adatkezelés, vizualizáció, egyszerű elemzések.

Mester képzés: GRASS GIS modulok – haladó térbeli elemzések, modellezés.

Közös projektek: QGIS felületen történő adatvizualizáció GRASS elemzési eredmények felhasználásával.

A hallgatók így **átlátják a teljes GIS-folyamatot**, a nyers adatok feldolgozásától a végső, publikálható térképig.

3.3. ВІДКРИТІ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО ДАНИХ

A GIS közösségek nem csak szoftvert fejlesztenek, hanem **nyílt adatkapcsolatokat** is építenek ki.

Főbb együttműködések:

- **OpenStreetMap (OSM)** – globális önkéntes térképezési projekt.
- **Copernicus Program** – Európai Unió műholdas adatprogramja (Sentinel adatok).
- **GeoNode és GeoServer** – nyílt forráskódú téradat-szerverek.
- **OSGeo (Open Source Geospatial Foundation)** – ernyőszervezet, amely koordinálja a nyílt GIS szoftverek és adatok fejlesztését.

QGIS integrációk:

- Beépített OSM plugin térképadatok letöltésére és feltöltésére.
- WMS/WFS/WCS támogatás a nemzeti és nemzetközi adatportálokhoz való csatlakozáshoz.

GRASS GIS integrációk:

- Közvetlen Sentinel és Landsat műholdadat letöltés.
- Raster- és vektoradatok beolvasása online forrásokból.
- Idősoros adatbázisok kezelése éghajlati és környezeti projektekben.

A közösségi fejlesztések és nyílt adatkapcsolatok révén a nyílt forráskódú GIS szoftverek: folyamatosan fejlődnek, integrálódnak a globális adatáramlásba, és **kulcsfontosságú eszközzé válnak** az oktatásban, a kutatásban és a gyakorlati szakmában.

Az egyetemi hallgatóknak érdemes nemcsak felhasználóként, hanem **aktív közreműködőként** is megismerkedni ezekkel a közösségekkel.

3.4 ПРОЦЕС ВСТАНОВЛЕННЯ ПЛАГІНІВ У QGIS

Крок 1 – Відкриття QGIS

Запустіть QGIS і переконайтеся, що є підключення до Інтернету.

Крок 2 – Відкриття менеджера плагінів

У верхньому меню виберіть Плагіни → Керування та встановлення плагінів....

Крок 3 – Пошук

У вікні, що з'явилося, зліва знаходиться поле пошуку. Введіть назву потрібного плагіну, наприклад: QuickMapServices.

Крок 4 – Встановлення

Зі списку виберіть потрібний плагін і натисніть кнопку Встановити. Через кілька секунд плагін буде доступний у QGIS.

Крок 5 – Активування

Для деяких плагінів потрібно дозволити використання у меню Плагіни → Керування. Поставте позначку навпроти щойно встановленого модуля.

Використання плагіну QuickMapServices

QuickMapServices – один із найпопулярніших плагінів QGIS, який дозволяє підключати різні онлайн-картографічні сервіси (Google Maps, OpenStreetMap, Bing Maps) як фонові шари.

Кроки використання:

- Встановлення за описаною вище процедурою.
- Відкриття: у верхньому меню виберіть Web → QuickMapServices.
- Вибір картографічного сервісу, наприклад Google Satellite чи OSM Standard.
- Додавання: обраний шар одразу завантажиться у картографічне вікно.

Учні можуть використовувати шар Google Satellite для дослідження рельєфу та забудови свого населеного пункту. Також вони можуть порівняти супутникове зображення з тематичними картами (наприклад: густота населення, використання земель).

3.5 БЕЗКОШТОВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ШКОЛІ

У сфері середньої освіти бюджетні обмеження часто ускладнюють придбання дорогого програмного забезпечення з ліцензійними зборами. Відкриті ГІС-рішення – такі як QGIS чи GRASS GIS – не лише безкоштовні, але й пропонують повноцінний професійний інструментарій.

Переваги використання на уроках:

- Відсутність ліцензійних обмежень: будь-яка кількість учнів може встановити програму вдома.
- Безкоштовні оновлення: спільнота розробників постійно вдосконалює програмне забезпечення.
- Гнучке навчальне середовище: навчальні матеріали легко адаптуються до місцевих потреб.

Відкриті ГІС-програми в освіті

QGIS

- Зручний інтерфейс, доступний багатьма мовами (українська, угорська, англійська).
- Вбудовані навчальні матеріали, онлайн-документація.
- Багатий вибір плагінів, які легко розширюють функціональність.

GRASS GIS

- Призначений для складних просторових аналізів.
- Широкі можливості обробки растрових і векторних даних.
- Чудово інтегрується з QGIS.

Освітні проекти з використанням відкритих інструментів

1. Приклад – Картографування місцевого населеного пункту

Учні створюють цифрову карту свого населеного пункту в QGIS на основі даних OpenStreetMap. Шари: вулиці, будівлі, зелені зони, водні об'єкти.

2. Приклад – Екологічні дослідження

Завантаження ЦМР (цифрової моделі рельєфу) та виконання аналізу схилів і експозиції. Ідентифікація та дослідження місцевих водозбірних територій.

3. Приклад – Створення тематичних карт

Візуалізація демографічних даних (Держстат України, KSH – Угорське центральне статистичне управління).

Учні створюють власну тематичну карту та публікують її онлайн.

Поради вчителям щодо впровадження

- Поступовий підхід – спочатку лише базові завдання з відкриття карт і роботи з шарами.
- Спільні проекти – мотивація учнів зростає, якщо вони беруть участь у створенні реальної карти, корисної для місцевої громади.
- Використання онлайн-матеріалів – QGIS Training Manual, навчальні відео на YouTube, україномовні та угорськомовні ГІС-форуми.
- Інтеграція з іншими предметами – наприклад, географія + біологія: картографування місць існування видів; географія + історія: оцифрування історичних карт.

Контрольні запитання до розділу

1. Що означає поняття відкритий код, і які філософські принципи з ним пов'язані?
2. Чому підхід з відкритим кодом є особливо корисним у сфері ГІС?
3. Яку перешкоду можуть становити комерційні ГІС-програми для освіти та невеликих організацій?
4. Назви щонайменше три переваги, які відкриті ГІС-програми надають у географічних дослідженнях та освіті!
5. Як відкритий код змінив можливості викладання ГІС в університетах та середніх школах?
6. Які економічні та соціальні наслідки має поширення відкритих ГІС-програм?
7. Чому QGIS вважається зручним для користувачів рішенням і які освітні переваги він має?

Література

1. Dr. Ungvári Zsuzsanna (2022). Szekriptek és pluginek fejlesztése QGIS-hez. ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2952/ungv%C3%A1ri_zsuzsanna_qgis_pluginfejleszt.es.pdf
2. QGIS Documentation – User Guide – <https://docs.qgis.org>
Sutton, T., Dassau, O., Sutton, M. (2020): *A Gentle Introduction to GIS*. GIS Community. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/gentle_gis_introduction/index.html

4. ТЕМА

ЛІЦЕНЗОВАНІ GIS-СИСТЕМИ

4.1 РОЛЬ ЛІЦЕНЗОВАНИХ GIS-СИСТЕМ

Геоінформаційні системи (GIS – Geographic Information Systems) призначені для збирання, зберігання, обробки, аналізу та візуалізації просторових даних. Для виконання цих завдань існує багато програмного забезпечення, яке можна поділити на дві основні категорії:

- Системи з відкритим кодом – наприклад, QGIS, GRASS GIS, які можна безкоштовно завантажити та вільно змінювати.
- Ліцензовані, комерційні системи – наприклад, ArcGIS (Esri), ERDAS Imagine (Hexagon Geospatial), які працюють за платною ліцензією та мають закритий вихідний код.

Ліцензовані системи зазвичай є продуктами великих компаній з багаторічним досвідом, які постійно оновлюють, розширюють та підтримують свої програми. Хоча їхня ціна може бути високою, у багатьох професійних сферах (державне управління, інженерні офіси, великі корпорації) вони залишаються основним вибором.

На користь ліцензованого програмного забезпечення існує кілька аргументів:

- Високий рівень функціональності – часто містять модулі, оптимізовані для спеціальних промислових завдань (наприклад, 3D моделювання, обробка великих баз даних у режимі реального часу).
- Інтеграція з іншими системами – багато комерційних GIS-програм здатні безпосередньо взаємодіяти з CAD, BIM, програмами дистанційного зондування та статистичного аналізу.
- Стабільна технічна підтримка – користувачі отримують професійний хелп-деск, навчальні матеріали, офіційну документацію та регулярні оновлення.
- Відповідність стандартам – особливо важливо у державних або міжнародних проектах, де потрібна сумісність з ISO чи OGC.
- Масштабованість – ліцензовані системи зазвичай безпечно працюють навіть у корпоративній інфраструктурі, підтримуючи одночасну роботу тисяч користувачів.

Комерційні GIS-програми пропонують кілька моделей ліцензування:

Безстрокова ліцензія – після одноразової великої оплати програму можна використовувати безстроково, але оновлення доступні лише за додаткову плату.

Підписна модель – щомісячна або щорічна оплата, яка включає оновлення та підтримку.

Освітня ліцензія – знижена ціна для університетів та середніх навчальних закладів.

Пробна ліцензія – повна функціональність програми доступна безкоштовно протягом обмеженого часу.

Роль ліцензованих систем у професійному світі

Високопрестижні міжнародні проекти (наприклад, картографування об'єктів світової спадщини, розробка систем для ліквідації наслідків катастроф, управління міським транспортом) часто вимагають стабільності, сумісності та правомірного використання ліцензованих систем.

Крім того, у певних організаціях вимоги безпеки виключають використання програм з відкритим кодом, і дозволяють застосовувати виключно сертифіковане, перевірене комерційне програмне забезпечення.

В університетській освіті доцільно ознайомлювати студентів як з відкритим, так і з комерційним програмним забезпеченням. Хоча більшість студентів користується відкритими системами через їхню безкоштовність, на ринку праці багато вакансій вимагають знань ArcGIS або ERDAS Imagine.

4.2 ПРЕЗЕНТАЦІЯ ARCGIS ТА ERDAS IMAGINE

4.2.1 ArcGIS



ArcGIS є продуктом компанії **Esri** (Environmental Systems Research Institute) і належить до найвідоміших та найширше застосовуваних у світі пакетів геоінформаційних програм.

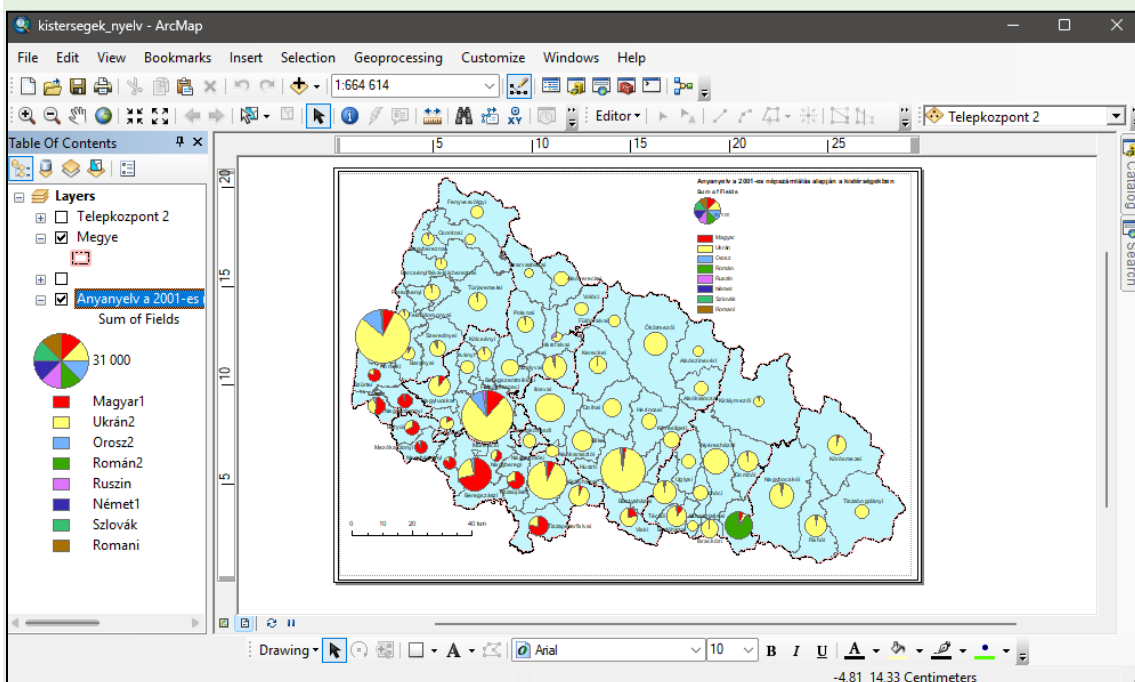
На початку 1980-х років першою генерацією була версія ArcInfo, яку використовували переважно у середовищі з командним рядком. На початку 2000-х років з'явився ArcGIS Desktop із графічним інтерфейсом.

Модулі: ArcMap (редагування карт), ArcCatalog (керування даними), ArcToolbox (аналітичні інструменти), а також нове покоління ArcGIS Pro з уніфікованим інтерфейсом та 64-бітною обробкою.

Ліцензійна система: Basic, Standard та Advanced рівні з додатковими модулями (Spatial Analyst, 3D Analyst, Network Analyst).

Основні переваги:

- Високий рівень можливостей управління даними (підтримка геобаз даних).
- Інтеграція 2D та 3D моделювання.
- Широкий спектр онлайн-сервісів просторових даних (ArcGIS Online).
- Потужний набір інструментів просторового аналізу.



Робоче середовище ArcGIS

4.2.2 ERDAS Imagine



ERDAS Imagine – це продукт компанії Hexagon Geospatial, який є одним з провідних програмних забезпечень для обробки даних дистанційного зондування.

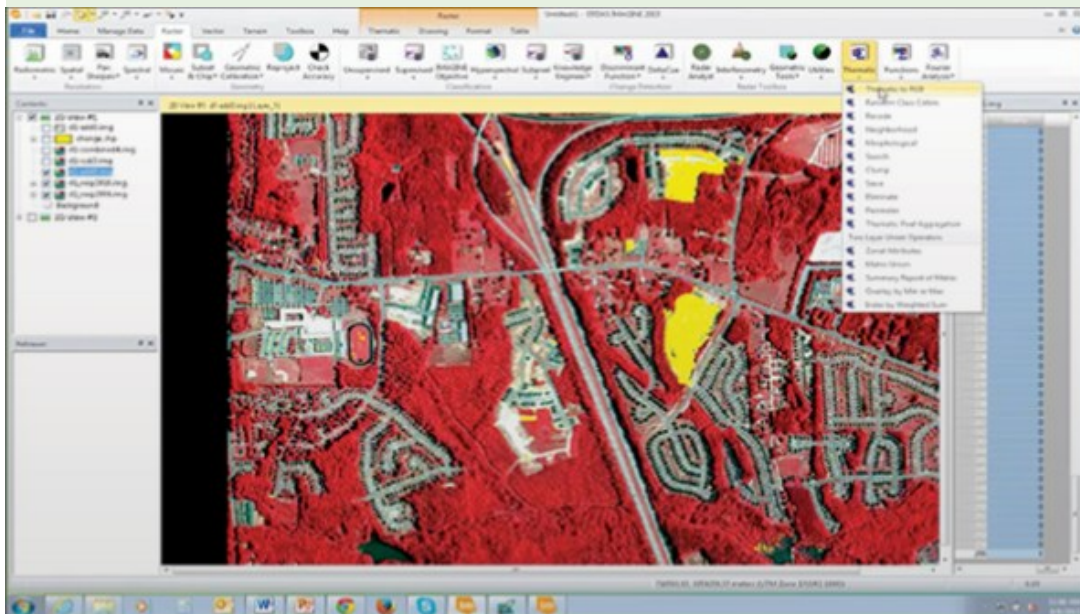
Основний профіль: обробка супутникових та аерофото-знімків, класифікація, виявлення змін, створення ортофотопланів.

Історія: з кінця 1980-х років став одним із промислових стандартів у фотограмметрії та обробці даних дистанційного зондування.

Модулі: покращення зображень, класифікація (керована та некерована), мозаїкування, орторектифікація, генерація DEM.

Основні переваги:

- Відмінні інструменти спектрального аналізу (наприклад, обробка гіперспектральних каналів).
- Точне створення ортофотопланів.
- Інтеграція з іншими геоінформаційними системами (наприклад, ArcGIS, AutoCAD).



Робоче середовище ERDAS Imagine

Порівняння

Властивість	ArcGIS	ERDAS Imagine
Основний профіль	Управління даними, аналіз	Обробка даних дистанційного зондування
Підтримка 3D	Так (ArcScene, ArcGIS Pro)	Обмежена (на основі DEM)
Ліцензійна модель	Модульна	Модульна
Інтеграція	Сильна веб- та хмарна інтеграція	Переважно настільна та файлова
Освітнє використання	Широко поширена	У спеціалізованих (дистанційне зондування) навчальних програмах

4.3 ФУНКЦІЇ ТА ПЕРЕВАГИ

4.3.1 Розширені функції ArcGIS

ArcGIS є однією з найвідоміших та найширше застосовуваних геоінформаційних систем, що працює за комерційною ліцензією та розробляється компанією ESRI. Програмне забезпечення, окрім базових функцій створення карт і управління даними, пропонує численні професійні аналітичні інструменти, які особливо корисні у дослідженнях, міському плануванні, охороні довкілля та освіті.

а) 3D аналіз та візуалізація

Модулі ArcScene та ArcGIS Pro 3D дозволяють створювати цифрові моделі рельєфу та 3D моделі будівель.

Приклади: Аналіз висоти міських будівель

Дослідження вітрових тіней у середовищі забудови

Вплив рельєфу на затінення

Перевага: можна створювати наочні презентації, які роблять просторові взаємозв'язки зрозумілими навіть для неспеціалістів.

б) Аналіз мереж

Розширення Network Analyst:

- Планування оптимальних маршрутів (найкоротший, найшвидший)
- Зони покриття (наприклад, території обслуговування станцій швидкої допомоги)
- Моделювання заторів у транспортній мережі

Приклад: оптимізація розкладу руху міських автобусних маршрутів.

в) Просторові статистики

Інструментарій Spatial Statistics: Просторова автокореляція (Moran's I)

Аналіз «гарячих точок» (Hotspot Analysis)

Кластерний аналіз

Застосування: визначення осередків злочинності або зон інфекційних захворювань.

г) Геокодування та зворотне геокодування

Перетворення адресних даних у географічні координати та навпаки.

Приклад: нанесення на карту адрес із соціологічних опитувань населення.

4.3.2 Розширені функції ERDAS Imagine

ERDAS Imagine – це система, спеціально оптимізована для завдань дистанційного зондування та обробки зображень, яка підходить для аналізу високоякісних супутникових знімків, аерофотознімків та гіперспектральних даних.

а) Гіперспектральний аналіз. Аналіз сотень вузьких спектральних діапазонів.

Застосування:

- Розмежування видів рослин
- Визначення типів ґрунтів
- Ідентифікація забруднювачів

б) Виявлення змін. Порівняння супутникових знімків, зроблених у різні періоди. **Приклади:**

- Моніторинг вирубки лісів
- Дослідження міського зростання
- Оцінка збитків від повеней

в) Створення ортофото. Отримання безспотворених, масштабованих аерофотознімків. **Застосування:** створення точних карт для проєктних та кадастрових цілей.

Інтегровані робочі процеси – ArcGIS + ERDAS Imagine

Перевага співпраці між двома системами полягає в тому, що: **ERDAS Imagine** є потужним у первинній обробці даних дистанційного зондування. **ArcGIS** вирізняється у просторовому аналізі, візуалізації та публікації результатів.

Приклад інтегрованого використання: Розрахунок NDVI у ERDAS Imagine для оцінки стану рослинності. Експорт результатів у форматі GeoTIFF. Подальший аналіз в ArcGIS, наприклад, вивчення змін зелених зон на рівні населеного пункту.

У процесі навчання географії та геоінформатики для мотивації студентів доцільно демонструвати конкретні кейси: Створення 3D-моделі міста на прикладі місцевого населеного пункту. NDVI-аналіз для навколишніх сільськогосподарських територій. Планування оптимального маршруту для велосипедного туру. Виявлення змін на основі супутникових знімків, зроблених у два різні моменти часу.

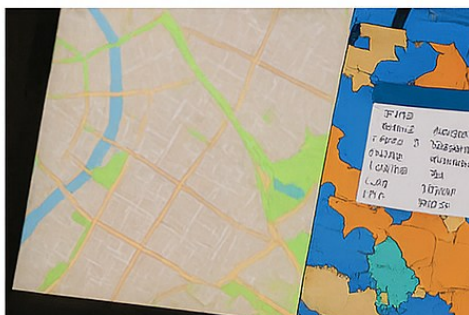
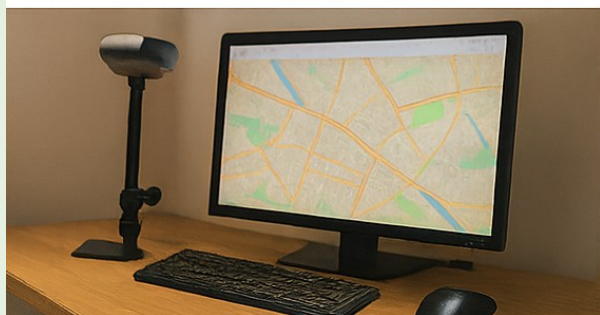
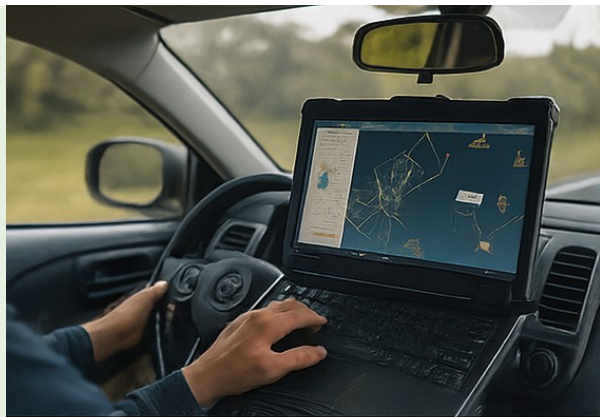
Контрольні запитання до розділу

1. У чому полягає головна відмінність між системами з відкритим кодом та ліцензованими GIS-системами?
2. Назвіть щонайменше три причини, чому у професійному середовищі часто віддають перевагу ліцензованим GIS-системам!
3. Правда чи неправда? а) У моделі перпетуальної ліцензії оновлення завжди доступні безкоштовно. б) У підписній моделі оновлення та підтримка входять у вартість.
4. Яку роль відіграють ліцензовані GIS-системи у міжнародних проєктах (наприклад, ліквідація наслідків катастроф, управління транспортом)?
5. Назвіть два основні модулі системи ArcGIS та коротко поясніть їх функції!
6. Які основні сильні сторони ERDAS Imagine у сфері завдань дистанційного зондування? Назвіть щонайменше дві!
7. Порівняйте коротко основний профіль та сферу застосування ArcGIS і ERDAS Imagine!
8. Наведіть приклад інтегрованого робочого процесу, де ArcGIS та ERDAS Imagine використовуються разом!

Література

1. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
2. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
3. Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
4. <https://www.arcgis.com/>
5. <https://hexagon.com/products/erdas-imagine>
6. ESRI ArcGIS hivatalos dokumentáció: <https://pro.arcgis.com>

7. ERDAS Imagine felhasználói kézikönyv: <https://www.hexagongeospatial.com>
8. GISGeography – ArcGIS és ERDAS összehasonlítás: <https://gisgeography.com>



II. МОДУЛЬ. ДАНІ В ГІС

5. ЗБІР ТА ОБРОБКА ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ
6. ПРИНЦИП РОБОТИ GPS
7. ДРОНИ В КАРТОГРАФІЇ
8. ВСТУП ДО ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ
9. ГЕОДЕЗІЯ ТА ПОЛЬОВІ РОБОТИ
10. ОНЛАЙН-ЗБІР ДАНИХ — OPENSTREETMAP
11. ДЖЕРЕЛА ДАНИХ І ЯКІСТЬ ДАНИХ

5. ТЕМА

ЗБІР ТА ОБРОБКА ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Збір даних є першим і, можливо, найважливішим етапом роботи з геоінформаційними технологіями. Якість даних, що вводяться в ПС-систему, в основному визначає надійність аналізів. Неякісні, неповні або помилкові дані можуть призвести до хибних висновків навіть при використанні найсучаснішого програмного забезпечення.

Збір даних може бути:

Первинний – ми безпосередньо вимірюємо його на місці.

Вторинний – походить з уже існуючих баз даних, карт, супутникових знімків.

Методи збору даних

1. Польові вимірювання

GPS-локація

Ручні вимірювальні прилади (далекомір, рулетка, нівелір)

Зйомка з дрона

2. Дистанційне зондування

Супутникові знімки (напр.. Sentinel, Landsat)

Аерофотознімки

3. Публічні бази даних

Natureleearthdata

OpenStreetMap (збір даних спільноту)

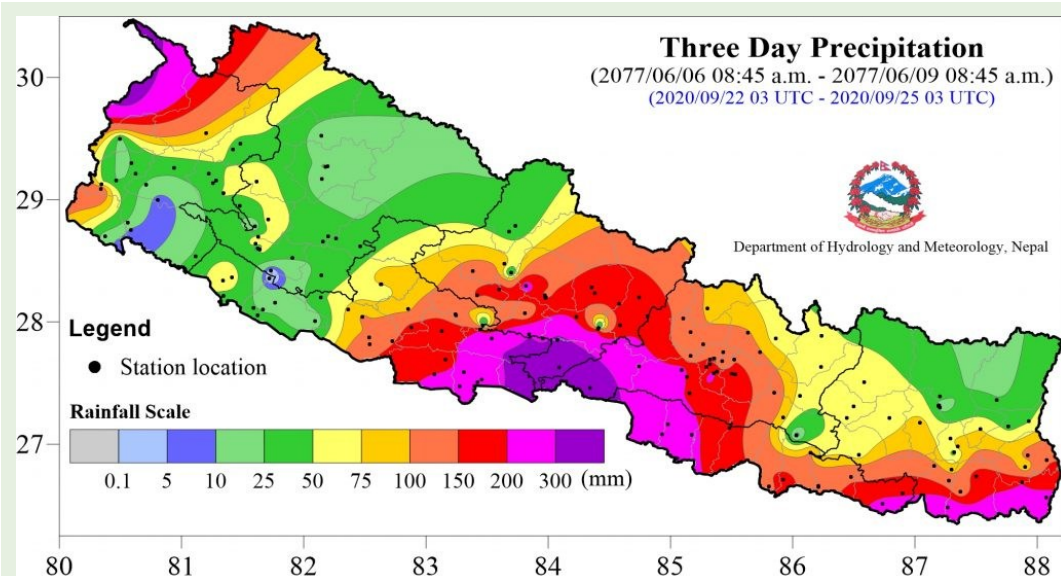
4. Архівні джерела

Діджиталізація паперових карт

Régi kataszteri térképek georeferálása

Напр., картографування небезпеки зсувів у Непалі

NASA та Геологічна служба Непалу спільно збирали супутникові й польові дані, щоб прогнозувати зсуви, які виникають під час мусонного періоду. Окрім супутникових знімків, місцеві волонтери надсилали GPS-дані зі смартфонів.



Карта небезпеки зсувів у Непалі
 (<https://nepalitimes.com/heavier-than-usual-monsoon-in-nepal>)

У середній школі також легко організувати власний проект зі збору даних.
Приклад: створення карти зелених насаджень школи. Учні фіксують місце розташування дерев за допомогою GPS своїх телефонів. Вони фотографують, оцінюють вид і стан дерева.

Дані завантажують у безкоштовну програму QGIS. Цей метод розвиває не тільки технічні навички, а й екологічну свідомість.

5.1. Введення та імпорт даних

Введення даних — це процес, під час якого зібрані або наявні дані вводяться в систему ГІС. Це може бути:

- **ручний** (введення вручну, оцифровка) або
- **автоматичний** (імпорт файлів, підключення до бази даних, використання API).

Цей крок є ключовим, оскільки **формат даних, система проекції та мета-дані** визначають, чи будуть вони пізніше точно і правильно відображатися на карті.

Типи та формати джерел даних

1. **Векторні дані.** Точки, лінії, плоскі об'єкти. Поширені формати:

SHP (Shapefile) – класичний формат ESRI

GeoJSON – для веб-додатків

KML/KMZ – Google Earth

2. Растрові дані. Супутникові знімки, аерофотознімки, теплові карти. Поширені формати:

GeoTIFF – геореферентний формат зображення

JPEG2000 – висока компактність, менший розмір

3. Бази даних атрибутів:

CSV – простий, табличний формат

Excel – легко редагувати, але потрібно конвертувати в GIS

SQL – формат реляційної бази даних

Системи проекцій та координати

Для просторового позиціонування даних необхідна система координат.

Географічні координати – широта і довгота (наприклад, WGS84)

Проекційні координати – площинне зображення (наприклад, UTM, в Угорщині EOVI).

Проблема: якщо два набори даних мають різну проекцію, вони не перекриваються на карті → необхідна **проекційна трансформація**.

5.2. Очищення та попередня обробка даних

Під час аналізу ГІС помилкові або неповні дані можуть призвести до хибних результатів. Оскільки рішення, що базуються на геоінформаційних технологіях, часто мають серйозні економічні, екологічні або соціальні наслідки, **очищення даних** є необхідним кроком перед їх обробкою. Джерелами помилок можуть бути:

Похибки вимірювання – неточність GPS, похибки калібрування пристрою.

Помилки під час введення даних – помилки при введенні, неправильний формат.

Застарілі дані – старі карти, не оновлені бази даних.

Похибки проекції та системи координат – неправильна трансформація.

Етапи очищення даних

1. виправлення помилок в атрибутах. Видалення помилкових символів, друкарських помилок. Використання єдиного формату (наприклад, дати у форматі YYYY-MM-DD).

2. виправлення геометричних помилок. Для векторних даних: видалення розірваних ліній, зазорів, перекриттів. Перевірка закритих полігонів (наприклад, межі ділянки не повинні бути відкритими).

3. Відфільтрування дублікатів. Багаторазове фіксування однакових об'єктів може призвести до неправильних статистичних даних.

4. **Доповнення відсутніх даних.** За допомогою даних з фахової літератури, оцінок або повторних вимірювань.
5. **Уніфікація даних.** Використання однакових одиниць вимірювання (напр., метр проти кілометра). Стандартизація категорій (напр., «дорога» проти «автодорога» → єдиний тег).

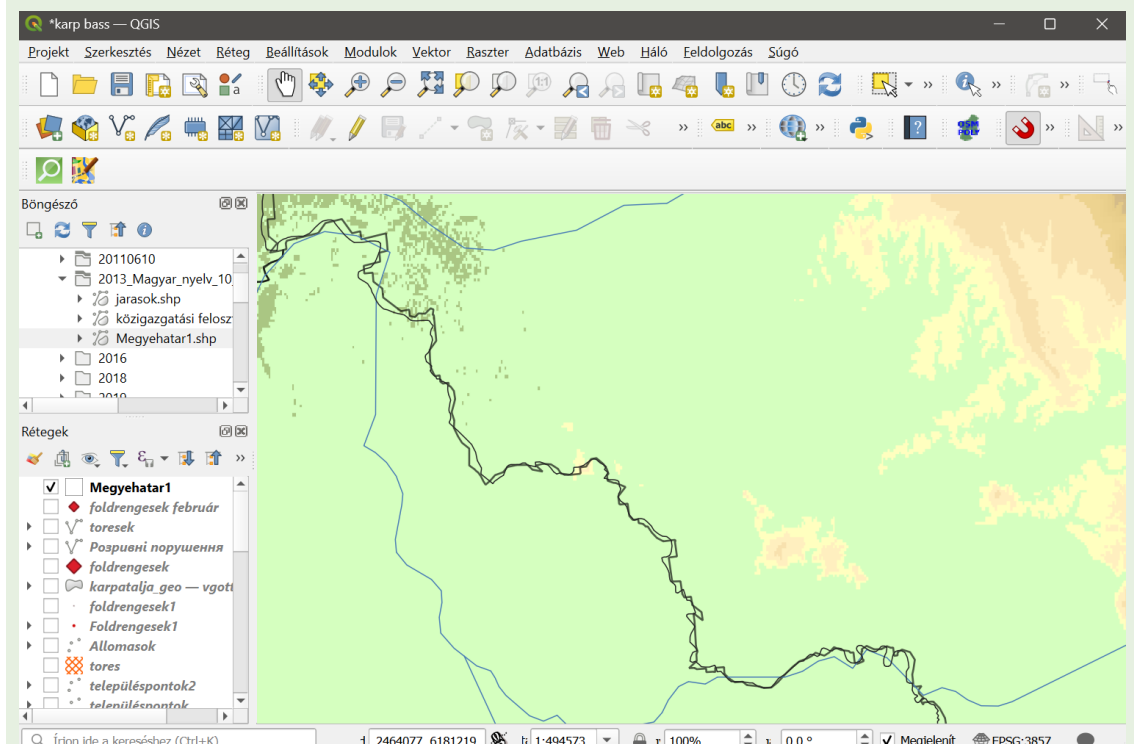
Приклади очищення даних

Уніфікація внутрішньої дорожньої мережі в м. Берегове.

На транспортних картах міста назви вулиць вказувалися по-різному (наприклад, «вулиця Богдана Хмельницького» та «вулиця Б. Хмельницького»). Перед початком роботи з ГІС назви були уніфіковані за допомогою функції автоматичного пошуку та заміни, завдяки чому запити давали точні результати.

б) Виправлення помилок на карті

Учні завантажують карту з відкритого джерела даних (наприклад, OpenStreetMap). Вони перевіряють, чи закриті полігони. Це завдання одночасно розвиває увагу та навички роботи з цифровими просторовими даними.



5.3. Перетворення даних

Дані ГІС можуть надходити з різних джерел, у різних форматах, проекціях та структурах даних. Щоб їх можна було обробляти та порівнювати в одній системі, часто потрібно змінювати формат, структуру або проекцію. Перетворення даних забезпечує:

Сумісність між використовуваним програмним забезпеченням.

Уніфікація для просторового аналізу.

Збереження точності під час перетворення.

Типи перетворення даних

Конвертація форматів

Приклад: **Shapefile** → **GeoPackage** (з SHP до сучасного однофайлового формату).

Для онлайн-карт часто використовують формат **GeoJSON**.

Конвертація формату зображень: **TIFF** → **JPEG2000**.

Зміна проекції

Приклад: WGS84 (географічні координати) → EOVC (Єдина національна проекція – Угорщина).

Без зміни проекції шари карти зміщуються.

Вектор ↔ Растрове перетворення

Вектор → **Растр**: наприклад, створення файлу з точними даними про межі населених пунктів для аналізу супутникових знімків.

Растр → **Вектор**: наприклад, створення контурних ліній на основі моделей рельєфу.

Перетворення атрибутів

Уніфікація одиниць виміру (наприклад, фут → метр).

Зміна типу даних (текст → число).

Типові помилки під час перетворення даних

Відсутність інформації про проекцію → дані потрапляють на «інший бік світу».

Неправильне перетворення одиниць виміру → наприклад, обчислення в футах замість метрів може дати неправильний результат.

Занадто низька роздільна здатність під час перетворення вектора в растр → втрата деталей.

5.4. Просторовий аналіз

Просторовий аналіз є однією з найважливіших функцій ГІС: це сукупність методів, за допомогою яких ми досліджуємо географічне розташування даних та їхні взаємозв'язки. За його допомогою:

- отримуємо нову інформацію з існуючих даних,
- виявляємо закономірності, взаємозв'язки,
- робимо прогнози.

Розрізняють три основні типи просторового аналізу:

1. **Просторовий запит** – фільтрування існуючих даних на основі географічних характеристик.
2. **Просторові операції** – аналіз форми, розміру та обсягу даних.
3. **Моделювання** – симуляція реальних процесів (наприклад, повені, трафік).

Основні методи

1. Аналіз буферної зони

Суть: визначення зони певної відстані навколо певного об'єкта.

Приклад: дослідження 500-метрової зони навколо шкіл з точки зору шумового навантаження.

Типи:

Простий буфер: фіксована відстань.

Змінний буфер: відстань, що змінюється на основі значення атрибуту.

2. Аналіз мережі

Розрахунки на дорожніх мережах, залізничних лініях, мережах комунальних послуг.

Приклад: розрахунок найкоротшого маршруту між двома точками.

Застосування: логістична оптимізація, управління транспортом, планування маршрутів рятувальних операцій.

3. Просторовий запит

Постановка питання про просторові відносини

Приклади:

„Які населені пункти розташовані на висоті понад 200 м?”

„Які річки перетинають автомагістраль?”

4. Аналіз просторового накладення (overlay)

Поеднання різних шарів на спільній просторовій площі.

Приклад: геологічна карта + кадастрова карта = карта будівельних ризиків.

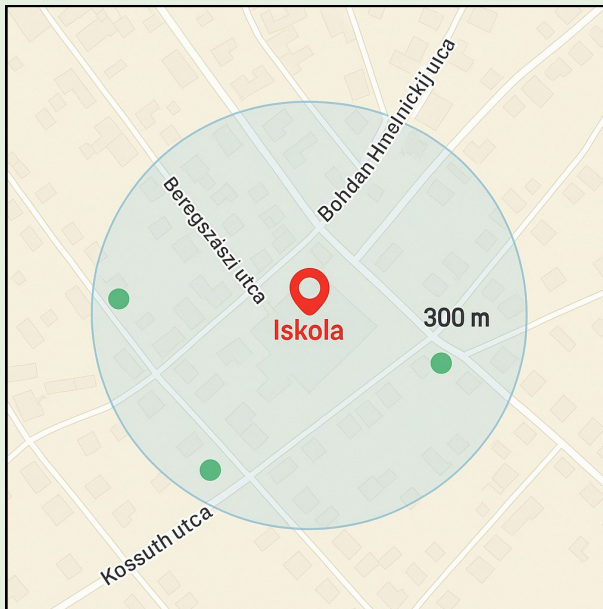
Приклади

Визначення зон ризику повеней вздовж річки Тиса. На основі цифрової моделі рельєфу та даних про русло річки було створено буферні зони на відстані 100, 200 та 500 метрів. Це було поєднано з межами населених пунктів, що дозволило визначити найбільш загрожені частини населених пунктів.

Оптимізація мережі велосипедних доріжок. За допомогою аналізу мережі було змодельовано мережу велосипедних доріжок. Аналіз враховував дані про трафік, статистику ДТП та рельєф місцевості. Результат: розширення мережі велосипедних доріжок на ділянках, де проживає найбільше потенційних користувачів.

Приклад для школи: Створення власної буферної зони в QGIS

Учні позначають місце розташування школи. Створюють буферну зону в 300 метрів. Підраховують, скільки автобусних зупинок знаходиться в межах зони. Це завдання допомагає зрозуміти «просторове мислення» та географічні взаємозв'язки даних.



Типові помилки при просторовому аналізі

- **Погана проекція** → відстані та площі будуть неправильними
- **Неповні або неточні дані** → помилкові висновки
- **Невідповідна відстань буфера** → занадто мала або занадто велика зона.

5.5. Відображення даних на карті

Карта є **кінцевим продуктом** роботи ГІС у багатьох випадках. Навіть якщо дані та розрахунки є точними, але карта є нечіткою, оманливою або естетично слабкою, повідомлення не досягає користувача. Хороша карта є одночасно **інформативною та візуально привабливою**.

Завдання картографічного проектування:

- створення візуальної **ієрархії** даних,
- правильний вибір **символів і кольорів**,
- правильне налаштування **масштабу і проекції**,
- відображення, **адаптоване до потреб цільової аудиторії**.

Основні принципи хорошої карти

Читабельність – всі важливі елементи на карті повинні бути чітко розпізнавані.

Точність – проекція, координати та позначки не повинні вводити в оману.

Естетика – кольори, шрифти, товщина ліній повинні гармоніювати між собою.

Ієрархія – найважливіша інформація повинна бути візуально винесена на перший план.

Елементи карти

Картографічна основа – основні дані.

Умовні позначки – тлумачення символів та кольорів

Позначення північного напрямку – компас або північна стрілка.

Масштабна лінія / масштабний номер – для інтерпретації відстаней

Назва – найменування теми карти.

Посилання на джерела – джерело даних, ім'я автора, дата.

Роль кольорів та символів

Кольори: передача значення та групування.

- Наприклад, зелені відтінки → рослинність,
- синій → водойми,
- червоний → небезпека або важливий об'єкт.

Символи: піктограми, типи ліній та заливки.

- Приклад: пунктирна лінія → запланована дорога,
- синій трикутник → питний колодязь

Створення візуальної ієрархії

Важливі об'єкти повинні бути виділені більш насиченим кольором і товстішою лінією.

Другорядні елементи — більш блідими тонами.

Фонові елементи (наприклад, рельєф) — світлими, не відволікаючими кольорами.

Типові помилки при створенні карт

Занадто багато кольорів → візуальний хаос.

Неконтрастні кольори літер → нечитабельні написи.

Відсутність легенди → незрозумілі символи.

Неправильно обрана проекція → спотворені пропорції.

5.6. Публікація та обмін результатами

Проект з геоінформатики вважається завершеним, коли його результати доходять до **користувачів**. Наприкінці процесу аналізу можна презентувати карти, дані та звіти:

- В друкованій формі,
- Цифровими файлами,
- На інтерактивних онлайн платформах.

Мета: поділитися роботою у зрозумілій, точній та адаптованій до цільової групи формі.

Способи публікації

1. Друковані карти

Переваги: стабільний, можна використовувати в офлайн-режимі, прийнятий як офіційний документ.

Недоліки: не інтерактивний, швидко застаріває.

Приклади:

друкована версія планів міста

шкільні настінні карти

2. Цифрові формати файлів

Поширені формати:

PDF — легко поширюється, не підлягає редагуванню.

JPEG/PNG — графічний файл, придатний для вбудовування на вебсторінки.

GeoTIFF – геореферентні растрові дані.

Shapefile, GeoPackage – обміну векторними даними.

Перевага: легко архівується, редагується (у певних форматах).

3. Веб-додатки GIS

Дозволяють переглядати інтерактивні карти в режимі онлайн.

Платформи:

ArcGIS Online

QGIS Web Client

Google My Maps

Переваги:

досягнення великої аудиторії користувачів
оновлення в режимі реального часу.

Недоліки:

Необхідне підключення до Інтернету,
Можливі ліцензійні платежі.

Переваги інтерактивних карт

- Користувач може **збільшувати/зменшувати масштаб** перегляду.
- Можна **вмикати та вимикати різні шари**.
- До окремих об'єктів можна додавати **додаткову інформацію** (фото, посилання, опис).
- Можливість колективного введення даних (crowdsourcing).

Приклади:

а) Карта системи громадського велопрокату в Будапешті

Будапештський транспортний центр відображає на інтерактивній веб-мапі розташування станцій MOL Bubi, кількість доступних велосипедів, а також дані про рух у реальному часі.

Джерело: <https://bkk.hu/hirek/2020/08/a-bkk-ujra-uzembe-helyezte-a-millennaris-parkfeny-utca-mol-bubi-gyujtoallomast.2911/>



б) Карта спільноти OpenStreetMap

Карту редагують та оновлюють волонтери з усього світу. Будь-хто може додати нову дорогу, будівлю, цікаве місце, тому карта завжди актуальна.

Типові помилки при публікації

Занадто великий розмір файлу → повільне завантаження.

Неповне зазначення джерела → проблема достовірності.

Неправильне налаштування кольорів → може спотворитися при друкуванні.

Непристосована для мобільних пристроїв онлайн-карта → обмежений доступ.

Питання самоконтролю до даного розділу

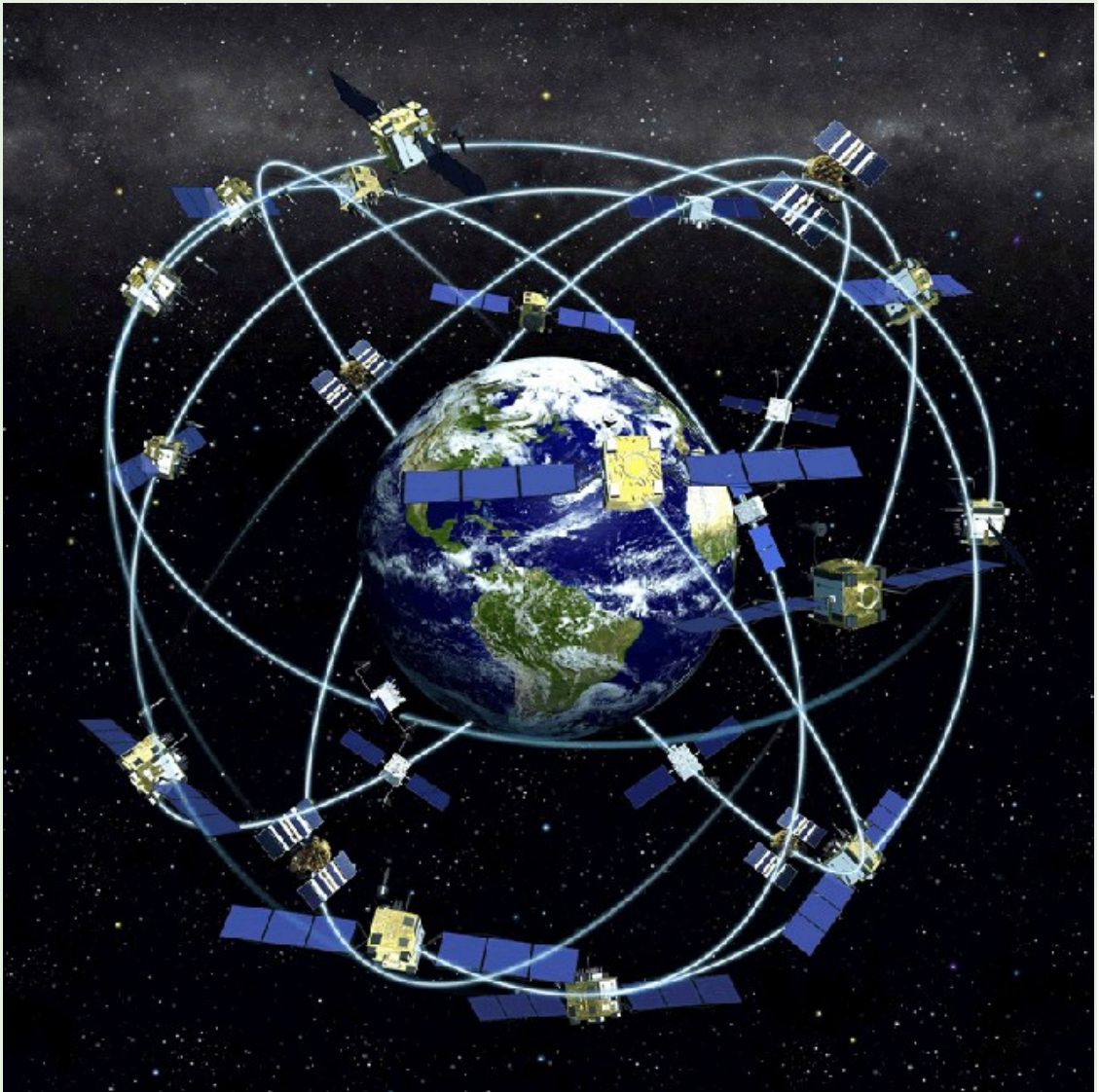
1. У чому полягає різниця між первинним і вторинним збором даних?
2. Перелічіть три методи, за допомогою яких можна збирати дані на місцевості!
3. Які переваги дає поєднання знімків, зроблених дроном, з вимірами GPS?
4. У чому полягає різниця між векторними та растровими даними?
5. Що означає, що картографічні дані є геореференційованими?
6. Що відбувається, якщо в ГІС змішувати дані, що мають різну проекцію?
7. Які типи помилок можуть бути в атрибутах і як їх виправити?
8. Чому важливо перевіряти геометричні помилки в полігонах?
9. Як можна заповнити відсутні дані, якщо немає можливості провести повторні вимірювання?
10. У чому різниця між конвертацією формату та зміною проекції?
11. У яких ситуаціях необхідна векторно-растрова конвертація?
12. Які проблеми можуть виникнути, якщо під час зміни проекції не налаштувати проекцію джерела?
13. Для чого використовується аналіз буферної зони в містобудуванні?
14. Які переваги має аналіз мережі в транспортному плануванні?
15. Що таке просторове накладання (overlay) і з яких джерел даних його можна побудувати?
16. Чому важливо створити візуальну ієрархію на карті?
17. Яку інформацію має містити легенда?
18. Як уникнути колірних перешкод на тематичних картах?
19. Які переваги та недоліки мають друковані карти порівняно з цифровими?
20. У чому різниця між GeoTIFF та shapefile?
21. Чому введення даних спільнотою може бути корисним у веб-проекті ГІС?

Список літератури

1. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
2. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
3. Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
4. <https://www.arcgis.com/>
5. <https://hexagon.com/products/erdas-imagine>

6. ТЕМА. ПРИНЦИП РОБОТИ GPS

Глобальне позиціонування є сьогодні однією з найважливіших технологій збору просторових даних. Будь то містобудування, охорона навколишнього середовища, фіксація туристичних маршрутів або навіть ліквідація наслідків катастроф, GPS (Global Positioning System) дозволяє визначати місцезнаходження з **точністю до метра або навіть сантиметра** в будь-якій точці Землі, 24 години на добу.



Супутники Navstar

*[https://bakancsban-ket-kereken.blog.hu/2022/07/18/
utravalo_23_kivancsi_vagy_ra_hogyan_mukodik_a_gps](https://bakancsban-ket-kereken.blog.hu/2022/07/18/utravalo_23_kivancsi_vagy_ra_hogyan_mukodik_a_gps)*

GPS є особливо важливим для геоінформатики, оскільки:

- дозволяє швидко та ефективно збирати польові дані,
- може поєднуватися з іншими джерелами даних (наприклад, супутниковими знімками, картографічними базами даних),
- безпосередньо інтегрується в геоінформаційні системи (QGIS, ArcGIS).

6.1. Огляд глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS)

Хоча GPS є однією з найвідоміших систем, насправді функціонує кілька GNSS (Global Navigation Satellite System), які беруть участь у визначенні місцезнаходження (позиціонуванні).

Назва системи	Країна/організація-оператор	Рік запуску	Кількість супутників (2025)	Примітка
GPS	США	1978	31	Військового походження, відкрита для цивільного використання
GLONASS	Росія	1982	24	Має високу точність переважно на територіях Росії та Азії
Galileo	Європейський Союз	2016	28	Високоточна, розроблена для цивільного використання
BeiDou	Китай	2000	35	Виняткове покриття в Азійсько-Тихоокеанському регіоні

Більшість сучасних смартфонів та GPS-приймачів здатні приймати сигнали кількох систем (multi-GNSS), що підвищує точність та надійність.

6.2. Принцип роботи GPS — трилатерація

Основою визначення координат за допомогою GPS є трилатерація, яка працює за принципом вимірювання відстані.

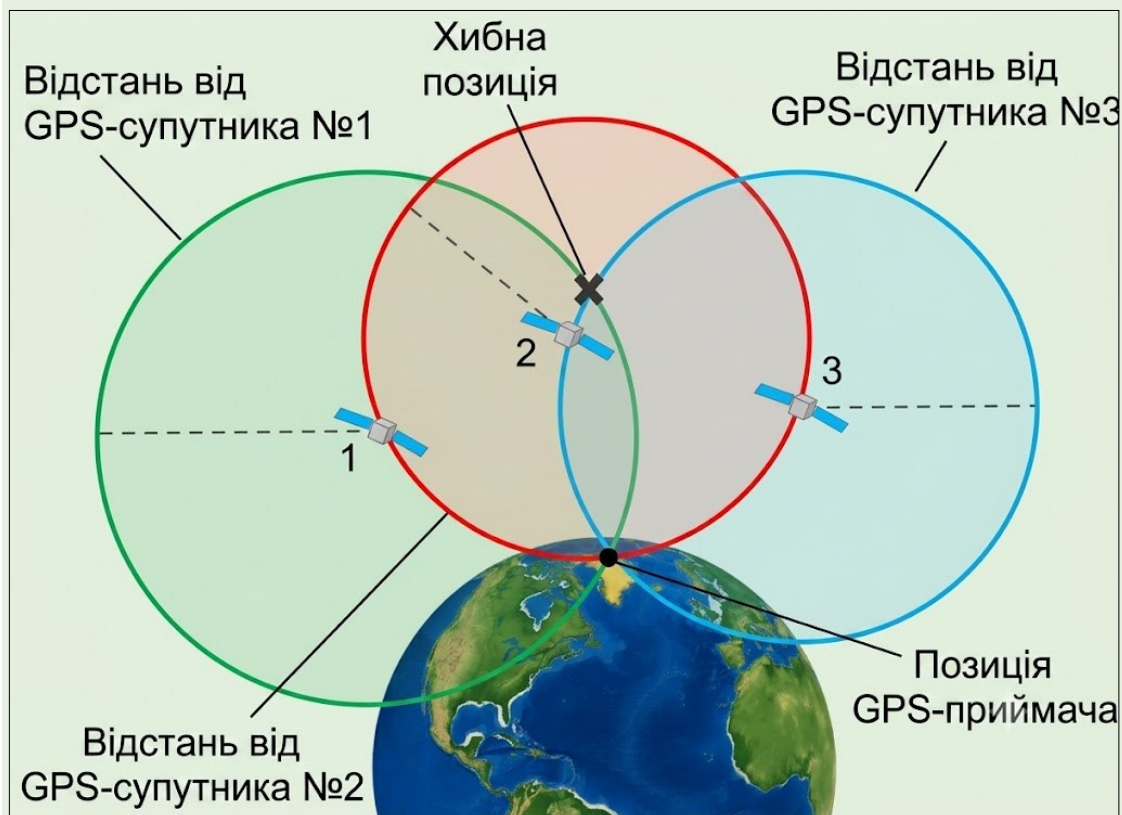
Основні етапи:

GPS-приймач приймає сигнал щонайменше від 4 супутників.

Кожен супутник постійно передає дані про своє місцезнаходження та точний час.

Приймач визначає, за який час надійшов сигнал. На основі швидкості поширення сигналу (швидкості світла) він обчислює відстань до супутника.

Точка перетину 4 або більше вимірювань відстані дає тривимірне положення приймача (широту, довготу, висоту) та час.



Супутникова трилатерація

https://konyv.mant.hu/muholdas_helymeghatarozas/

6.3. Джерела похибок та точність

На точність сигналів GPS впливає низка факторів:

Іоносфера та тропосфера: атмосфера може відхиляти сигнали.

Ефект мультипату: сигнал відбивається від будівель та скель, через що надходить із затримкою.

Геометрія супутників (DOP): розташування супутників на небі впливає на точність.

Синхронізація часу: відхилення годинника приймача також можуть впливати на розрахунки.

За середніх умов звичайний портативний GPS забезпечує точність 3–10 м, але за допомогою більш досконалих методів вона може становити навіть сантиметри.

Технології підвищення точності

1. **DGPS (Differential GPS):** базова станція з відомим місцезнаходженням сигналізує про відхилення вимірних даних, яке коригує мобільний приймач.
2. **RTK (Real-Time Kinematic):** точність до сантиметра за допомогою вимірювання фази в реальному часі.
3. **PPP (Precise Point Positioning):** підвищує точність за допомогою точних даних про орбіту супутника та час, отриманих через Інтернет або радіо.

6.4. Формати даних GPS та їх обробка

GPS-приймачі зберігають дані у стандартних форматах:

NMEA — необроблений потік даних для послідовної передачі

GPX — формат обміну даними GPS (GPS Exchange Format), маршрути, точки, треки.

KML — формат, який підтримується Google Earth та іншими картографічними програмами.

Етапи обробки:

Завантаження даних з пристрою.

Очищення даних (видалення помилкових точок).

Імпорт у програмне забезпечення GIS (наприклад, QGIS).

Візуалізація на карті та аналіз.

Використання GPS на уроці географії

Мета: Учні мають ознайомитися з принципом роботи та практичною користю системи визначення місцезнаходження.

Ідеї завдань: Картування шкільного саду або двору за допомогою мобільного GPS. Фіксація POI-точок (цікавих місць) власного місця проживання. Планування маршруту на карті для найшвидшого повернення додому

Контрольні запитання до розділу

1. У яких сферах можна застосовувати технологію GPS, виходячи з прикладів, наведених у тексті?
2. Перелічіть системи GNSS, згадані в тексті, та вкажіть поруч країну або організацію, яка їх експлуатує!
3. Що означає термін «мульти-GNSS» і які переваги він надає у визначенні місцезнаходження?
4. Коротко поясніть принцип трилатерації у визначенні місцезнаходження за допомогою GPS!
5. Назвіть принаймні три джерела похибок, які можуть впливати на точність GPS!
6. Які технології підвищення точності перелічує текст, і яка з них здатна досягти точності до сантиметра в режимі реального часу?
7. Які формати даних можуть використовувати GPS-приймачі, і який формат підходить, наприклад, для відображення в Google Earth?
8. Наведіть приклад практичного завдання з GPS, яке можна застосувати на уроці географії!

Література

1. Сухий П. О., Сабадаш В. І., Дарчук К. В. (2020): Супутникова геодезія: навч.-метод. посібник / - Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 372 с.
2. A GPS helymeghatározó rendszer. <http://lazarus.elte.hu/tajfutas/magyar/archiv/dg/3.htm>
3. Földrajzi helymeghatározás, a GPS. <https://www.astro.u-szeged.hu/szakdolgozati/vegiandras/felhasznalas/helymeghatározas.html>

7. ТЕМА. ДРОНИ В КАРТОГРАФІЇ

Протягом останнього десятиліття **безпілотні літальні апарати**, більш відомі під назвою «**дрони**», революціонізували геоінформатику та картографію. Якщо раніше аерофотозйомку можна було проводити виключно за допомогою дорогих літаків або супутникових систем, то сьогодні детальні та точні карти можна створювати навіть за допомогою пристроїв **вартістю кілька тисяч гривень**.

Чому роль дронів стала такою важливою?



Швидкість: Невелику територію (наприклад, центр населеного пункту) можна обстежити за кілька годин.

Економічність: це можна зробити за частку вартості обстеження з використанням літаків.

Гнучкість: їх можна задіяти в будь-який час, навіть у важкодоступних районах.

Висока роздільна здатність: можна створювати зображення з розміром пікселя менше сантиметра.

7.1. Основи технології дронів

Типи дронів для картографічного використання

Мультироторні дрони

Перевага: зависання на місці, точне позиціонування.

Недолік: менший час польоту (20–40 хвилин).

Приклад: DJI Phantom, Mavic.

Дрони з фіксованим крилом

Перевага: швидке обстеження великих територій.

Недолік: складніше керування, потрібна більша площа

Гібрид VTOL (Vertical Take-Off and Landing)

Поєднує переваги гвинтокрила та літака.

Основні компоненти

Каркас і силовий агрегат — забезпечення стійкості та несучої здатності.

Блок управління польотом — навігація та автопілот.

Датчики — GPS, IMU (інерційний вимірювальний блок), барометр.

Система камер — фотограмметричні або спеціальні датчики.

7.2. Методи збору даних за допомогою дронів

а) Фотограмметрія

Найпоширеніший метод, який використовує перекриття зображень для просторових вимірювань та моделювання.

Принцип: об'єднання декількох зображень, зроблених з різних позицій, у 3D-модель.

Результат: ортофото, цифрова модель рельєфу (DEM).

б) LiDAR (Light Detection and Ranging)

LiDAR (Light Detection and Ranging) - це технологія вимірювання відстані, яка за допомогою імпульсів лазерного світла вимірює відстань до об'єкта або поверхні.

Принцип дії:

Випромінене світло відбивається від поверхні цілі (наприклад, ґрунту, будівлі, рослинності).

Датчик вимірює, за який час сигнал повертається.

Знаючи швидкість світла, можна обчислити відстань.

З мільйонів таких вимірювань утворюється 3D-хмара точок, яка детально відображає поверхню.

Перевага: здатний збирати дані навіть під густою рослинністю.

Недолік: дорогий датчик.

в) Мультиспектральні та тепловізори

Застосування: сільське господарство, моніторинг навколишнього середовища.

Перевага: картування стану рослин та змін температури.

7.3. Обробка даних з дронівих знімків

- **Робочий процес**
- **Планування польоту** (визначення маршруту, висоти, накладення).
- **Збір зображень** (у форматі RAW або JPEG).
- **Складання зображень та орторектифікація** (Pix4D, Agisoft Metashape, OpenDroneMap).
- **3D-моделювання** (цифрова модель рельєфу, модель поверхні).
- **Інтеграція з ГІС** (QGIS, ArcGIS).

Створення ортофотопланів

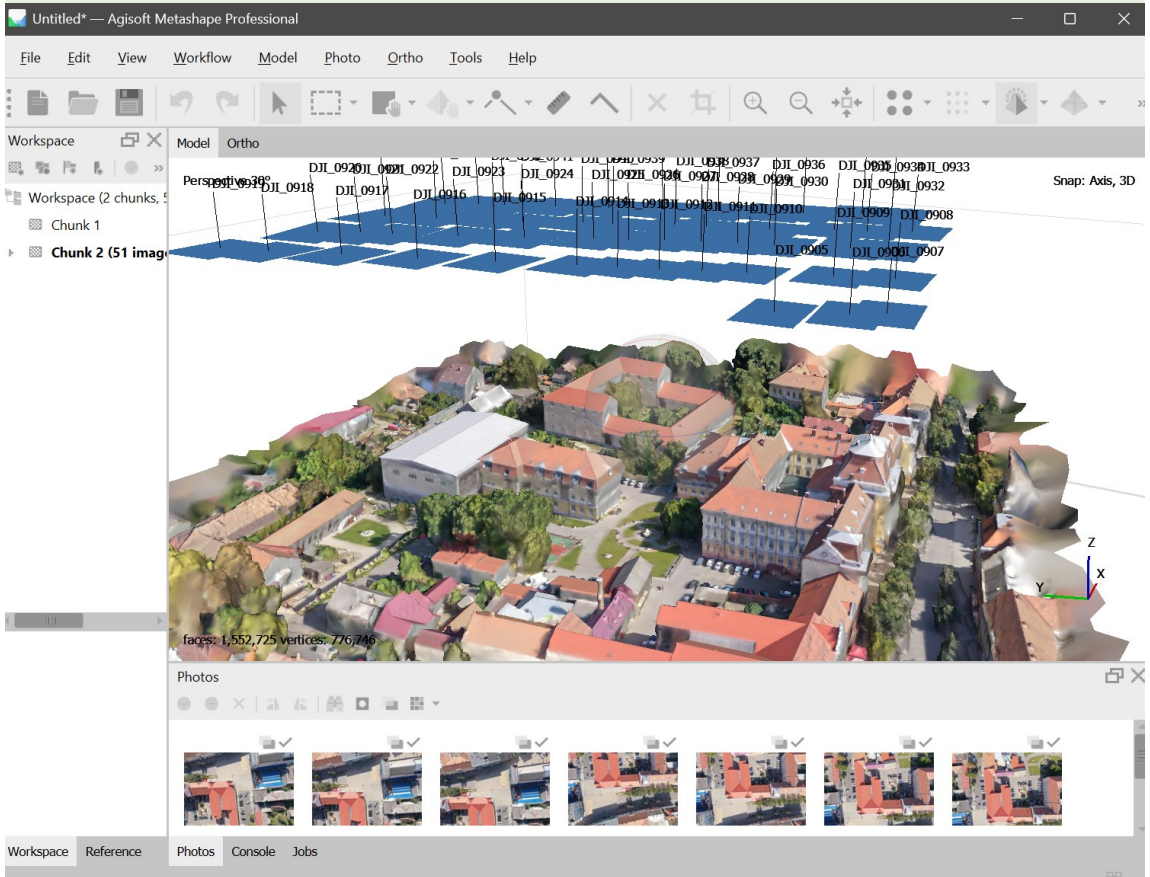
Ортофото — це аерофотознімок, який є геометрично точним, а отже, дозволяє проводити вимірювання у масштабі. Основні характеристики: Географічна корекція: спотворення, що виникають під час зйомки (нахил камери, рельєф місцевості, спотворення об'єктива), виправляються за допомогою цифрової обробки зображень. Геометрична точність: відстань між будь-якими двома точками на ортофотографії дорівнює відстані, виміряній на місцевості, тому вона придатна для картографічних вимірювань. Розміщення в системі координат: може використовуватися як шар, доступний безпосередньо в програмному забезпеченні ГІС.



Ортофотознімок центральної частини Берегова

Agisoft Metashape

Agisoft Metashape — це професійне програмне забезпечення для фотограмметрії, яке дозволяє створювати з цифрових фотографій 3D-хмари точок, цифрові моделі поверхні та рельєфу, а також ортофотознімки.



Процес створення ортофотопланів за допомогою програмного забезпечення Agisoft Metashape (Берегове)

Фактори точності та обмеження

Висота польоту: чим вище політ, тим менша деталізація.

Перекриття: перекриття вперед (front overlap) та вбік (side overlap) підвищує точність.

Погодні умови: вітер, туман, яскраве сонячне світло можуть погіршити якість

Точність GNSS: за допомогою дронів RTK можна досягти сантиметрової точності визначення місця розташування.

Контрольні запитання до розділу

1. Наведіть щонайменше три причини, чому дрони відіграють важливу роль у сучасній картографії!
2. Які основні типи дронів використовуються в картографії та які їхні переваги й недоліки?
3. Назвіть основні складові дронів та коротко опишіть їхню роль!
4. Коротко поясніть, як працює фотограмметрія та яких результатів можна за її допомогою досягти!
5. У чому полягає суть технології LiDAR та які переваги вона надає, наприклад, у лісистих місцевостях?
6. Які можливості збору даних пропонують мультиспектральні та теплові камери, і в яких сферах їх найчастіше використовують?
7. Перелічіть основні етапи обробки даних, отриманих за допомогою дронів, від планування польоту до інтеграції з ГІС!
8. Що таке ортофото, і які його основні характеристики роблять його придатним для картографічних вимірювань?

Література

1. Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія (2021): Навчальний посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. – 137 с. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/navch_pos_fotogrametri_bilous2021_proekt.pdf
2. Belényesi M., Kristóf D., Neidert D. (2008): Távérzékelés a környezetgazdálkodásban. Szent István Egyetem, A Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet jegyzete, Gödöllő.
3. Bácsatyai László – Márkus István (2001): Fotogrammetria és távérzékelés. Tankönyvpótló segédlet az erdőmérnök hallgatók részére. Kézirat. Sopron. 2001 http://nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/efelt/doc-fft/03_Oktatas/02_Jegyzetek/Bacsatyai-Markus_2001_Fotogrammetria_es_taverzekeles.pdf
4. Fotogrammetria. <https://lechnerkozpont.hu/oldal/fotogrammetria>

8. ТЕМА. ВСТУП ДО ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Дистанційне зондування (remote sensing) — це спосіб отримання інформації про поверхню Землі або атмосферу, при якому спостережний прилад і досліджуваний об'єкт фізично не перебувають у безпосередньому контакті.

Це означає, що збір даних відбувається не шляхом безпосереднього контакту, а з віддалених платформ — наприклад, супутників, літаків, дронів або повітряних куль.

Основні елементи:

- **Джерело даних:** випромінювання, що відбивається від поверхні або випромінюється нею.
- **Система зондування:** система, здатна фіксувати це випромінювання.
- **Обробка та інтерпретація:** перетворення необроблених даних на корисну інформацію.

Дистанційне зондування — це міждисциплінарна наукова галузь, що охоплює елементи **фізики** (оптика, електромагнітний спектр), **географії** (просторові закономірності та процеси), **інформатики** (обробка даних, аналіз зображень) та **інженерних наук** (розробка приладів зондування).

8.1. Історичний розвиток дистанційного зондування

Історію дистанційного зондування можна розділити на три основні періоди:

1. Період до появи супутників

Початки аерофотозйомки: Наприкінці 1800-х років вже робили знімки з повітряних куль, а згодом — з літаків. Приклад: перша відома аерофотографія Парижа була зроблена в 1858 році Гаспаром-Феліксом Турнашоном (Надаром). У першій половині 20 століття аерофотозйомка слугувала переважно військовим та картографічним цілям. Під час Другої світової війни та після неї авіаційна розвідка, фотограмметрія та топографічна зйомка зазнали значного розвитку.

2. Початок супутникової ери

1960-ті роки: з'являються перші метеорологічні супутники (наприклад, TIROS-1, 1960).

1972: NASA запускає програму Landsat (тоді ще під назвою ERTS-1), яка стала першим супутником, призначеним виключно для спостереження за Землею. Цей період приніс мультиспектральне зображення, яке дозволяє точно розрізняти різні характеристики поверхні (наприклад, рослинність, воду, ґрунт).

3. Ера цифрових технологій та високої роздільної здатності

З 1990-х років: поширення цифрових датчиків, інтеграція GPS та поява обміну даними через Інтернет.

З 2000-х років: комерційні супутники з високою роздільною здатністю (наприклад, WorldView, GeoEye) та безкоштовний, відкритий доступ до даних (наприклад, програма Sentinel). Сьогодні доступні потоки даних у реальному часі та супутникові знімки, що оновлюються навіть щодня.

Основні цілі дистанційного зондування

- **Моніторинг поверхні:** постійна інформація про стан Землі.
- **Виявлення змін:** вимірювання змін у землекористуванні, лісопокриві та площі льодового покриву.
- **Дослідження природних ресурсів:** оцінка сільськогосподарських угідь, водних ресурсів та корисних копалин.
- **Управління катастрофами:** швидка оцінка збитків від повеней, землетрусів, пожеж.
- **Дослідження та освіта:** наукове моделювання, польові практики, шкільна навчальна програма.

Типи дистанційного зондування

а) Пасивне дистанційне зондування

Датчик фіксує природне випромінювання (наприклад, сонячне світло), відбите від поверхні. Приклади: Landsat, Sentinel-2.

Перевага: багата спектральна інформація.

Недолік: сильно залежить від погоди та часу доби.

б) Активне дистанційне зондування

Датчик сам випромінює енергію та вимірює відбитий сигнал. Приклади: радар (SAR), LIDAR.

Перевага: незалежність від погоди та часу доби.

Недолік: більш складна обробка даних.

Одним із великих викликів географії є відстеження просторових та часових змін. Дистанційне зондування відіграє в цьому видатну роль, оскільки надає однорідні дані про великі території. Забезпечує можливість швидкого повторення зйомок. Здатне вимірювати в різних спектральних діапазонах, тому можна досліджувати навіть явища, невидимі неозброєним оком (наприклад, стан стресу рослинності).

8.2. Супутники спостереження за Землею

Супутники спостереження за Землею становлять основу дистанційного зондування. Ці системи обертаються навколо Землі на різній висоті та за допомогою спеціальних датчиків збирають дані про поверхню, атмосферу та океани. Дані, зібрані супутниками, можуть бути:

- **оптичними** (у видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні)
- **інфрачервоними**
- **радіолокаційні** (мікрохвильовий діапазон) та їхні комбінації.

Основні категорії супутникових систем:

- **Супутники на полярній орбіті** (low Earth orbit – LEO) – наприклад, Landsat, Sentinel, Terra. Висота: 500–900 км. Спостереження за окремою територією здійснюється через певні проміжки часу в один і той самий час доби.
- **Геостаціонарні супутники** – наприклад, Meteosat. Висота: приблизно 36 000 км. Постійно спостерігають за однією і тією ж територією, що ідеально підходить для метеорологічних спостережень.
- **Невеликі супутникові констеляції** – наприклад, системи спостереження за Землею PlanetScope, Starlink. Невелика маса, низька вартість, часте оновлення даних.

8.2.1. Програма Landsat – ветеран дистанційного зондування

Програма Landsat стартувала в 1972 році із запуском супутника ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite). З того часу змінилося кілька поколінь (Landsat 1–9) із постійно вдосконалюваною технологією сенсорів.



Основні характеристики. Орбіта: полярна, сонячно-синхронна. Просторова роздільна здатність: 15–120 м (залежно від спектрального діапазону). Часова роздільна здатність: приблизно 16 днів. Спектральний діапазон: видиме світло, ближнє та середнє інфрачервоне випромінювання, теплове інфрачервоне випромінювання.

Сфери застосування: моніторинг лісового покриву та вирубки лісів. Дослідження розширення міст. Моніторинг сільського господарства. Відстеження змін водних об'єктів

Доступ до даних. Дані Landsat з 2008 року доступні абсолютно безкоштовно на платформах USGS Earth Explorer та Google Earth Engine.

8.2.2. Програма Sentinel

Супутники Sentinel експлуатуються Європейським космічним агентством (ESA) у рамках програми Copernicus. Мета програми — надавати підтримку європейським та глобальним ініціативам у сферах охорони навколишнього середовища, сільського господарства, містобудування та запобігання катастрофам за допомогою безкоштовних та відкритих даних.

Основні типи супутників Sentinel

Sentinel-1: радіолокаційна зйомка (SAR), незалежна від погодних умов.

Sentinel-2: мультиспектральні оптичні знімки, роздільна здатність 10–60 м.

Sentinel-3: моніторинг океану та атмосфери.

Sentinel-5P: вимірювання забруднення повітря.

Sentinel-6: відстеження змін рівня моря.

Переваги:

- Часті прольоти (у випадку Sentinel-2 — кожні 5 днів у всьому світі, у Європі — навіть кожні 2–3 дні)
- Безкоштовний доступ
- Висока спектральна роздільна здатність (13 діапазонів у Sentinel-2)

Доступ до даних

Copernicus Open Access Hub.

Sentinel Hub Playground (перегляд у реальному часі).

EO Browser.

8.2.3. Інші важливі супутникові системи

Супутник	Оператор	Основне завдання	Роздільна здатність	Примітка
<i>Terra / Aqua MODIS</i>	NASA	Глобальний моніторинг навколишнього середовища	250–1000 m	Щоденне оновлення
<i>SPOT</i>	Франція	Моніторинг сільськогосподарських та міських територій	1,5–20 m	Комерційний, частково відкритий
<i>WorldView-3</i>	Maxar	Картографування міст з високою роздільною здатністю	0,31 m	Комерційний, платний
<i>PlanetScope</i>	Planet Labs	Часте (щоденне) оновлення	3–5 m	Невеликий супутниковий парк

8.3. Мультиспектральні та радіолокаційні знімки

Наземні об'єкти випромінюють або відбивають електромагнітну енергію не лише у діапазоні видимого світла. Рослини, водні поверхні, ґрунти та забудована територія видають різні сигнали на різних довжинах хвиль.

Мультиспектральні знімки фіксують поверхню Землі в декількох різних спектральних діапазонах, що дозволяє розпізнавати такі візерунки та явища, які не можна побачити неозброєним оком.

На відміну від цього, знімки, отримані за допомогою радіолокатора (SAR – Synthetic Aperture Radar), робляться в мікрохвильовому діапазоні та вимірюються за допомогою власного активного випромінювання, тому дані збираються цілодобово, навіть крізь хмари.

8.3.1. Мультиспектральні знімки

Мультиспектральний датчик зазвичай працює в 4–13 спектральних діапазонах.

Приклад (Sentinel-2):

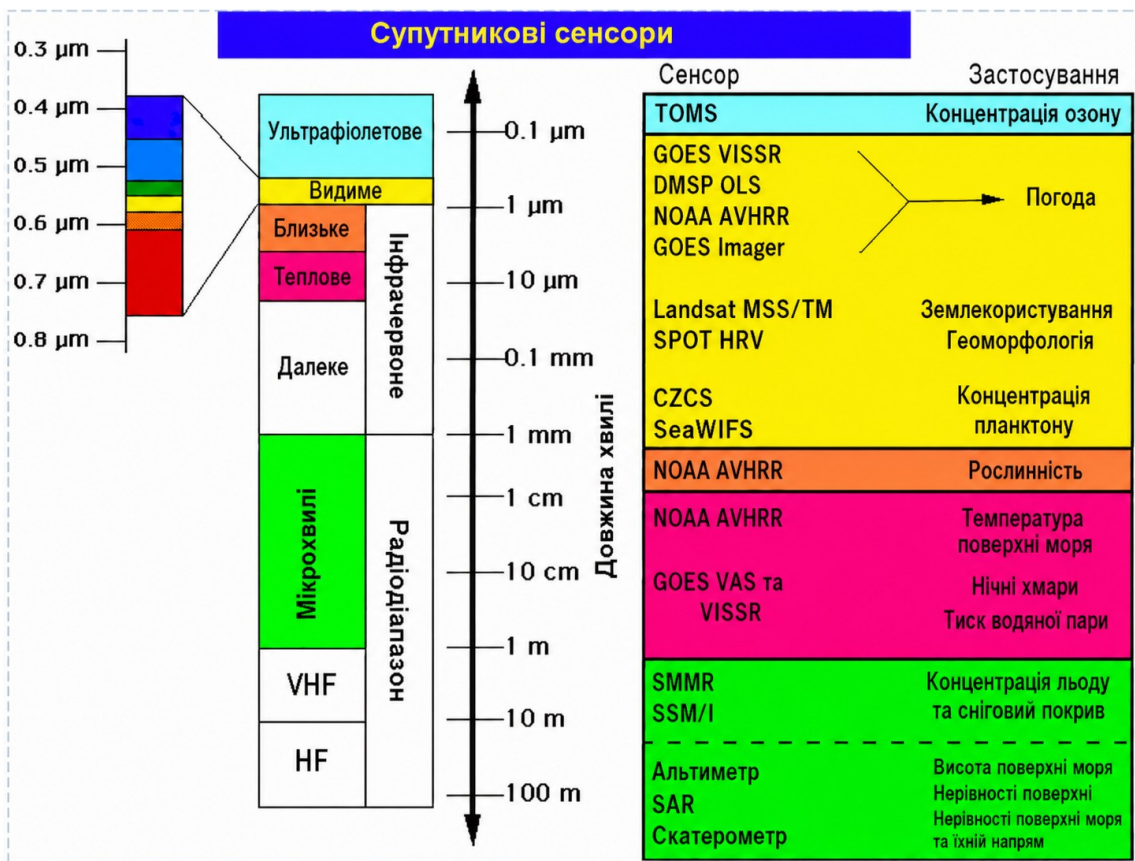
Синій (490 нм) — якість води, вміст осаду

Зелений (560 нм) — стан здоров'я рослинності

Червоний (665 нм) — рослинний покрив

Ближнє інфрачервоне – NIR (842 нм) – біомаса рослинності

Середнє інфрачервоне – SWIR (1610 нм, 2190 нм) – вміст вологи, ідентифікація територій після пожеж



Спектр електромагнітних хвиль та деякі датчики із зазначенням сфери застосування

http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t34a.htm

За допомогою комбінації різних діапазонів ми створюємо так звані композитні зображення у штучних кольорах, на яких, наприклад, здорова рослинність виглядає яскраво-червоною.

Приклади використання

- Моніторинг вирубки лісів (комбінація NIR + червоний діапазон)
- Виявлення забруднення води та цвітіння водоростей
- Вимірювання стресового стану сільськогосподарських культур
- Виявлення міських теплових островів

Джерела даних

- Sentinel-2 (13 діапазонів, 10–60 м)
- Landsat 8–9 (11 діапазонів, 15–100 м)
- SPOT (4–6 діапазонів, 1,5–20 м)

8.3.2. Радіолокаційні знімки

Радіолокаційний датчик випромінює мікрохвильовий сигнал, а потім вимірює відбиті хвилі. Ступінь відбиття залежить від матеріалу об'єкта, шорсткості поверхні та вологості.

Переваги полягають у тому, що він не залежить від часу доби (активне вимірювання) і працює навіть крізь хмари та туман.

Приклади використання

- Вимірювання площі затоплених територій
- Оцінка висоти лісових масивів
- Моніторинг обмерзання на морях
- Виявлення зсувів за допомогою інтерферометричного методу SAR (InSAR)

Джерела даних

- Sentinel-1 (радар у діапазоні C, роздільна здатність 10 м)
- RADARSAT-2 (канадський, комерційний)
- TerraSAR-X (німецький, високої роздільної здатності)

8.4. Можливості застосування в дистанційному зондуванні

Основна мета дистанційного зондування полягає не лише у створенні зображень поверхні Землі, а й у отриманні інформації, яка сприяє прийняттю рішень, проведенню досліджень та навчанню.

Сфера застосування постійно розширюється у міру розвитку технологій. Якщо раніше дистанційне зондування використовувалося переважно у військових та картографічних цілях, то сьогодні воно є основним інструментом у сфері охорони навколишнього середовища, сільського господарства, водного господарства, містобудування та кліматичних досліджень.

Моніторинг лісового покриву та рослинності

- Відстеження вирубки та лісорозведення (наприклад, Амазонка, Індонезія)
- Аналіз наслідків лісових пожеж (оцінка площі спалених ділянок)
- Оцінка біомаси та закритості крони

Методи

- Розрахунок індексу рослинності NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
- Комбінація NIR та червоного діапазону для виділення зеленої маси
- Порівняння часових рядів супутникових знімків для виявлення змін

Наприклад, у Європі дані Sentinel-2 програми Copernicus використовуються для складання щорічних карт лісів, які точно вказують на ділянки вирубки лісів.

Водойми та управління водними ресурсами

- Моніторинг рівня води в озерах та річках
- Визначення площі затоплення під час повені
- Відстеження змін берегової лінії
- Контроль місткості водосховищ

Методи

- Розрахунок NDWI (нормалізованого індексу різниці затінення)
- Аналіз радіолокаційних (SAR) знімків під час повені
- Оцінка якості води на основі спектральних кривих відбиття (наприклад, вміст хлорофілу)

Наприклад, під час повені на Дунаї у 2020 році за допомогою радіолокаційних даних Sentinel-1 створювали карти повені, що оновлювалися щогодини, які допомагали у проведенні протиаварійних робіт.

Сільське господарство та продовольча безпека

- Моніторинг стану росту сільськогосподарських культур
- Виявлення посухи та визначення потреби у зрошенні
- Прогнозування врожаю

Методи

- Часові ряди NDVI та EVI (Enhanced Vegetation Index)
- Використання тепловізійних каналів для виявлення дефіциту води у рослин
- Класифікація на основі машинного навчання (наприклад, ідентифікація полів пшениці, кукурудзи, соняшнику)

Наприклад, в Україні система агромоніторингу, що базується на даних Sentinel-2, надає прогнози щодо очікуваного обсягу врожаю зернових, що має ключове значення для планів експорту.

Містобудування та дослідження населених пунктів

- Вимірювання площі міських зелених зон
- Моніторинг нових будівельних об'єктів
- Дослідження ефекту теплового острова

Методи

- Аналіз даних Landsat TIRS (Thermal Infrared Sensor)
- Класифікація забудованих територій на основі спектральних та текстурних характеристик
- Порівняння часових рядів для вимірювання ступеня розширення міст

Наприклад, у Будапешті на основі даних Landsat за 2010–2020 роки було виявлено, що тепловий острів у центрі міста влітку на 4–6 °C тепліший, ніж у передмістях.

Охорона навколишнього середовища та управління катастрофами

- Моніторинг забруднення повітря та пилових хмар
- Виявлення нафтових забруднень у морях
- Оцінка збитків від зсувів та землетрусів

Методи

- Дані про забруднення повітря з супутника Sentinel-5P
- Радіолокаційна інтерферометрія для виявлення рухів ґрунту
- Порівняння мультиспектральних знімків до та після катастрофи

Наприклад, під час лісових пожеж у Греції в 2021 році за допомогою даних Sentinel-2 було швидко складено карту випалених територій, що дозволило розпочати відновлювальні роботи більш цілеспрямовано.

8.5. Індекс рослинності NDVI

Стан рослинності є одним із найважливіших екологічних індикаторів Землі. Фотосинтез рослин, утворення біомаси та водний баланс безпосередньо впливають на клімат, сільськогосподарське виробництво та біорізноманіття.

Моніторинг стану рослинності в просторі та часі має ключове значення:

- **Сільське господарство:** спостереження за циклом росту культур, виявлення посухи.
- **Охорона навколишнього середовища:** виявлення вирубки лісів або пошкод-

жень лісового покриву.

- **Зміна клімату:** дослідження довгострокових тенденцій у рослинності.

Дистанційне зондування дозволяє регулярно та об'єктивно вимірювати стан рослинного покриву на великих територіях. Одним із найпоширеніших таких показників є NDVI.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) — це простий, але надзвичайно ефективний індекс рослинності, що базується на спектральних властивостях рослин.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

де: **NIR** = відбивна здатність у ближньому інфрачервоному діапазоні (0,7–1,1 мкм)

Red = відбивна здатність у червоному діапазоні (0,6–0,7 мкм)

Здорові зелені рослини сильно поглинають видиме червоне світло (через фотосинтез) і дуже сильно відбивають ближнє інфрачервоне світло (через свою клітинну структуру). Хворі або засохлі рослини поглинають менше червоного світла і відбивають менше NIR. NDVI для голого ґрунту та поверхні води є низьким або від'ємним.

Діапазон значень NDVI та їх інтерпретація

Теоретичний діапазон значень NDVI: від -1,0 до +1,0.

Показник NDVI	Значення	Приклад
-1,0 – 0,0	Масиви води	Озера, річки, моря
0,0 – 0,2	Безрослинна територія	Пустеля, сніг, скеляста місцевість
0,2 – 0,4	Рідка рослинність	Савана, сухі пасовища
0,4 – 0,6	Рослинність середньої густоти	Орні землі, фруктові сади
0,6 – 0,9	Густа, здорова рослинність	Тропічний дощовий ліс, вологі луки

Джерела даних та етапи обробки

Джерела даних

- **Landsat** (напр. Landsat 8 OLI – Red: Band 4, NIR: Band 5)
- **Sentinel-2 MSI** (Red: Band 4, NIR: Band 8)
- **MODIS** (велика площа, низька роздільна здатність, щоденне оновлення)

Етапи обробки

- Завантаження даних (Copernicus Open Access Hub, USGS EarthExplorer)
- Атмосферна корекція (вплив хмар, фільтрація аерозолів)
- Розрахунок NDVI за допомогою комбінації діапазонів (напр. QGIS Raster Calculator)
- Застосування кольорової карти (візуальне виділення значень)
- Створення часового ряду (відстеження змін у різні моменти часу)

Значення NDVI можуть бути спотворені в хмарних або туманних районах. У разі рідкісної рослинності на значення впливає відбивна здатність ґрунту. Через різні спектральні діапазони інших супутників значення не завжди можна безпосередньо порівнювати. Стан рослинності, звісно, змінюється залежно від пори року.

Основні поняття:

Спектральний діапазон — діапазон електромагнітного випромінювання, що сприймається супутником (наприклад, видиме світло, інфрачервоне випромінювання).

Просторова роздільна здатність — розмір площі, яку охоплює один піксель на зображенні (наприклад, 10 м, 30 м).

Часова роздільна здатність — як часто супутник робить знімки однієї й тієї ж території.

Радіометрична роздільна здатність — чутливість датчика до відмінностей в інтенсивності світла.

Інтерпретація знімків дистанційного зондування — це не лише технічна навичка, а й засіб розвитку просторового мислення, екологічної обізнаності та вміння вирішувати проблеми. Якщо вчитель творчо та поступово вводить учнів у цей світ, дистанційне зондування стане не просто «переглядом цікавих зображень», а справжнім методом дослідження, що також стимулює самостійну роботу учнів.

Контрольні питання до розділу

1. Що ми розуміємо під дистанційним зондуванням і чим воно відрізняється від безпосереднього збору даних?
2. З яких основних елементів складається процес дистанційного зондування (джерело даних, датчик, обробка)?
3. Які наукові галузі пов'язані з дистанційним зондуванням і чому його вважають міждисциплінарним?
4. Як почалася аерофотозйомка і яку роль вона відігравала наприкінці 19 століття?

5. Які нововведення принесла Друга світова війна у сфері дистанційного зондування?
6. Чому запуск програми Landsat у 1972 році вважається знаковою подією?
7. Якими характеристиками можна описати епоху цифрових технологій та високої роздільної здатності у дистанційному зондуванні?
8. Які найважливіші цілі дистанційного зондування у дослідженні земної поверхні та навколишнього середовища?
9. Як дистанційне зондування допомагає у ліквідації наслідків катастроф, наприклад, під час повеней або пожеж?
10. Яку роль відіграє дистанційне зондування у наукових дослідженнях та освіті?
11. У чому полягає різниця між пасивним та активним дистанційним зондуванням?
12. Наведіть приклади пасивних та активних систем дистанційного зондування!
13. Які переваги та недоліки мають пасивні та активні методи?
14. Чому дистанційне зондування є незамінним для географії у дослідженні просторових та часових змін?
15. Якими методами можна ефективно інтегрувати дистанційне зондування у викладання географії на рівні середньої школи та університету?

Література

1. Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія (2021): Навчальний посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. – 137 с. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/navch_pos_fotogrametri_bilous2021_proekt.pdf
2. Belényesi M., Kristóf D., Neidert D. (2008): Távérzékelés a környezetgazdálkodásban. Szent István Egyetem, A Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet jegyzete, Gödöllő.
3. Bácsatyai László – Márkus István (2001): Fotogrammetria és távérzékelés. Tankönyvpótló segédlet az erdőmérnök hallgatók részére. Kézirat. Sopron. 2001 http://nyrne.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/efelt/doc-fft/03_Oktatas/02_Jegyzetek/Bacsatyai-Markus_2001_Fotogrammetria_es_taverzekeles.pdf
4. Fotogrammetria. <https://lechnerkozpont.hu/oldal/fotogrammetria>
5. Copernicus program magyar nyelvű portálja: <https://copernicus.eu>
6. Державне космічне агентство України: <https://www.nkau.gov.ua>
7. Sentinel Hub українською: <https://www.sentinel-hub.com>
8. USGS Earth Explorer: <https://earthexplorer.usgs.gov>
9. Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com>

9. ТЕМА

ГЕОДЕЗІЯ ТА ПОЛЬОВІ РОБОТИ

Якою б досконалою не була супутникова або дронна дистанційна зйомка, польові вимірювання є **незамінними** для точної роботи з геоінформаційними даними.



Збір даних на місцевості забезпечує:

- **Достовірність** картографічних даних (контрольне вимірювання – ground truth).
- **Збір даних**, які неможливо визначити за допомогою дистанційного зондування (наприклад, вологість ґрунту, видовий склад, стан місцевої інфраструктури).
- **Негайне виправлення помилок** та уточнення в процесі картографування.

У галузі геоінформатики та географії геодезичні **вимірювання та польові роботи** є однією з найважливіших компетенцій практичного фахівця.

9.1. Роль геодезії в геоінформатиці.

Геодезія — це наукова дисципліна, що займається визначенням форми, розмірів та точок поверхні Землі. **Зв'язок із ГІС:** основою ГІС-систем у всіх випадках є дані, **зафіксовані в точній системі координат**.

Види геодезичних вимірювань

- **Базові вимірювання:** створення високоточної мережі на національному або регіональному рівні.
- **Детальні вимірювання:** обстеження конкретних об'єктів (будівель, доріг, природних форм).
- **Вимірювання висот:** нівелювання, створення рельєфної моделі.

Використовувані прилади

- **Теодоліт** — для вимірювання кутів.
- **Нівелір** — для вимірювання перепадів висот.
- **Total station (електронна вимірювальна станція)** — поєднання вимірювання кутів і відстаней, цифровий збір даних.
- **Приймач GNSS** — для реєстрації даних GPS/GLONASS/Galileo.

9.2 Методи польових вимірювань

Традиційні методи

- Вимірювання відстані за допомогою рулетки або вимірювального ланцюга.
- Вимірювання напрямків та кутів за допомогою теодоліта.

Сучасні методи

- **Електронне вимірювання відстані (EDM)** – лазерне вимірювання.
- **Вимірювання на основі GNSS** – точність до сантиметра за допомогою технології RTK.
- **Мобільна ГІС** – збір даних за допомогою смартфона з GPS.

A terepmunka folyamata

Процес польових робіт

- Вибір території, визначення мети.
- Отримання наявних картографічних даних.

Складання плану вимірювання

- Визначення місця розташування вимірювальних точок.
- Визначення використовуваних приладів та методів.

Збір даних у польових умовах.

- Фіксація координат.
- Опис об'єктів, фотодокументація.

Перевірка даних на місці.

- Негайне виправлення помилкових вимірювань.

Обробка даних та завантаження їх у ГІС.

У географічній освіті польові вимірювання дають учням можливість: навчитися **користуватися приладами**; практикувати **читання карт та орієнтування**; **збирати реальні дані**, а потім обробляти їх на комп'ютері.

Контрольні питання до розділу

1. Чому збір даних на місцевості є незамінним у роботі з геоінформаційними системами, навіть за наявності найсучасніших супутникових або дронів технологій дистанційного зондування?
2. Які дані можна визначити лише за допомогою вимірювань на місцевості, і чому їх неможливо отримати за допомогою дистанційного зондування?
3. Яке завдання виконує геодезія і як вона пов'язана з системами ГІС?
4. Перелічіть основні типи геодезичних вимірювань та їхні цілі!
5. Які інструменти застосовують під час геодезичних вимірювань і для чого вони служать?
6. Опишіть основні етапи польової роботи від підготовки до завантаження даних у ГІС!

Література

1. Білокриницький С.М. (2011): Геодезія. Навч. посібник / С.М. Білокриницький. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 576 с.
2. Романчук С. В., Кирилук В. П., Шемякін М. В. Р 69 Геодезія. Навчальний посібник. — К.: Центр учбової літератури, 2008. — 296 с.
3. Busics György (2010): Műholdas helymeghatározás 1. A GNSS-ről általában. Nyugat-magyarországi Egyetem; 2010. 18 p.
4. Busics György (2010): Műholdas helymeghatározás 2. GNSS alaprendszerek. Nyugat-magyarországi Egyetem; 2010. 19 p.
5. Kutassy Emese (2021): Geodéziai alapismeretek I. Nemzeti Közzolgálati Egyetem. Víz tudományi Kar. Ludovika Egyetemi Kiadó. Budapest, 2021. 142 p.

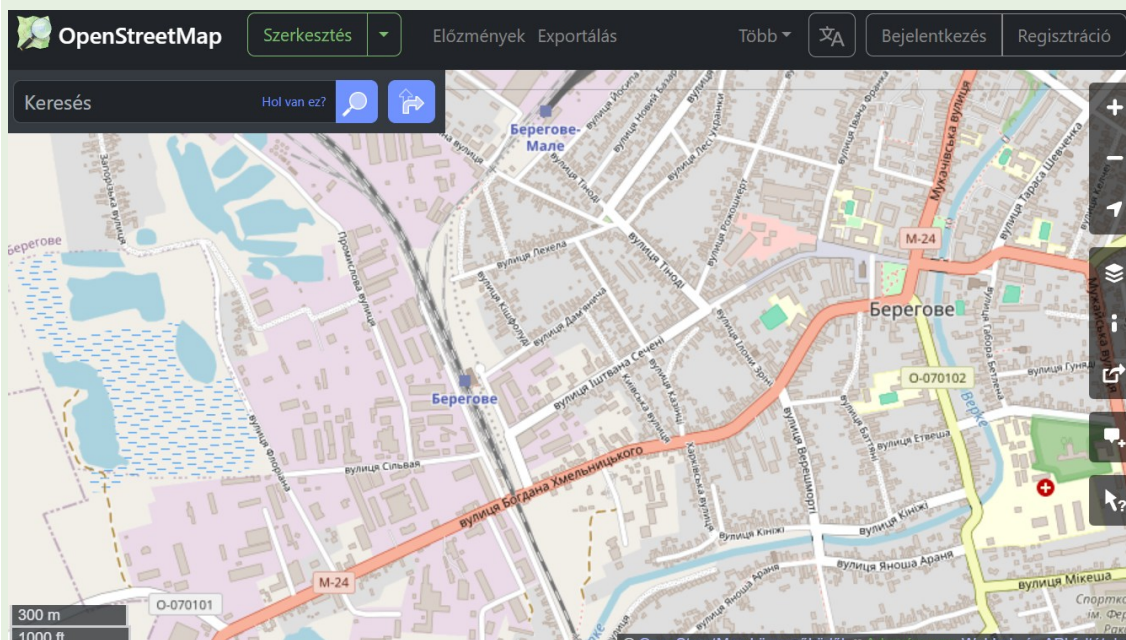
10. ТЕМА

ЗБІР ДАНИХ ОНЛАЙН – OPENSTREETMAP

У цифрову епоху карти вже не є лише статичними друкованими документами, а є **інтерактивними базами даних, що постійно оновлюються**.

Збір даних в Інтернеті — одна з найдинамічніших галузей геоінформатики, яка дозволяє користувачам з усього світу долучатися до розширення картографічного контенту.

Однією з найвідоміших таких платформ є **OpenStreetMap (OSM)**, яку також називають «Вікіпедією карт».



Інтерфейс OpenStreetMap

OpenStreetMap — це проект з **відкритим кодом, що базується на спільноті**, який у 2004 році запустив Стів Коуст у Великій Британії. **Його мета** — створення вільно доступних та вільно використовуваних картографічних даних щодо всього світу.

Характеристики:

Будь-хто може редагувати та оновлювати дані.

Дані доступні за відкритою ліцензією (Open Database License – ODbL).

Картографічні дані можна завантажувати та інтегрувати в ГІС-системи.

OpenStreetMap складається з таких даних:

Власні GPS-вимірювання (наприклад, завантажені зі смартфона або GPS-приймача).

Аерофотознімки та супутникові знімки (Bing Maps, Maxar, Esri).

Місцеві знання (назви вулиць, години роботи, дані про установи).

Процес запису даних

Вхід на інтерфейс OpenStreetMap.

Вибір редактора (наприклад, iD Editor у браузері, настільна програма JOSM).

Додавання об'єктів:

Точка (POI – point of interest, наприклад, колодязь, магазин, дерево).

Лінія (дорога, річка, велосипедна доріжка).

Площа (парк, озеро, район міста).

Додавання атрибутів (назва, тип, інші характеристики). Збереження та публікація.

Дані OSM можна безпосередньо завантажувати в численні програми ГІС, наприклад:

- **QGIS** – завантаження вбудованого шару OSM.
- **ArcGIS** – за допомогою плагінів OSM.
- **Мобільні ГІС-додатки** – безпосередній запит даних OSM.

Дані можна експортувати у форматах **GPX, KML, SHP або GeoJSON**.

Переваги OSM:

Повністю безкоштовний.

Постійно оновлюється.

Швидке виправлення помилок завдяки контролю спільноти.

Недоліки OSM :

У деяких районах може бути неповним.

Різна якість у різних регіонах.

Можливість вандалських змін (хоча це трапляється рідко і виправляється).

У середній освіті та у закладах вищої освіти OSM чудово підходить для виконання проектних завдань з географії. Учні можуть картографувати околиці школи (дороги, автобусні зупинки, зелені зони). Спільна онлайн-робота, де кожен робить свій внесок у великий картографічний проект.

Контрольні питання до розділу

1. Що таке OpenStreetMap, коли та з чиєї ініціативи вона була започаткована?
2. Перелічіть три основні джерела даних, які використовуються в OSM для створення карт!
3. Коротко опишіть процес запису даних в OSM від входу в систему до збереження!
4. Які типи об'єктів можна реєструвати в OSM, і наведіть приклад для кожного з них!
5. Назвіть принаймні три переваги та два недоліки OSM!
6. Як можна використовувати OSM у викладанні географії? Наведіть принаймні два конкретні приклади уроків або проектів!

Література

1. Перші кроки в OpenStreetMap.org. <https://learnosm.org/uk/beginner/start-osm/>
2. OpenStreetMap Україна. Вільна мапа — створювати яку може кожен. <https://openstreetmap.org.ua/>
3. OSM Tippek. OpenStreetMap szerkesztés kezdőknek és haladóknak. <https://www.osmtippek.hu/kezdok-kezikonyve/adatok-gyujtese/>

11.ТЕМА

ДЖЕРЕЛА ДАНИХ ТА ЯКІСТЬ ДАНИХ

Сила геоінформаційних систем (ГІС) полягає в даних. Яким би досконалим не було програмне забезпечення та апаратне забезпечення, з яким ми працюємо, якщо дані є неточними, неповними або оманливими, наші рішення також будуть помилковими.

Відкриті портали даних

Протягом останнього десятиліття з'явилося дедалі більше відкритих порталів даних, які дають змогу дослідникам, проектувальникам та студентам користуватися легальними, надійними та часто оновлюваними даними.

- **Copernicus Open Access Hub** – Безкоштовне завантаження та використання супутникових знімків (Sentinel-1, Sentinel-2 тощо) <https://scihub.copernicus.eu>
- **NASA Earthdata** – Часові ряди глобальних екологічних даних <https://earthdata.nasa.gov>
- **Геопортал Міндовкілля** – Дані про охорону навколишнього середовища <https://geo.gov.ua>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- **Natural Earth**. Безкоштовні векторні та растрові картографічні дані в масштабах 1:10 м, 1:50 м та 1:110 м. <https://www.naturalearthdata.com/about/>

Важливість метаданих

Метадані – це «дані про дані», які надають інформацію про джерело, час створення, метод, проекцію та точність.

Чому це важливо?

Інтерпретація даних — ми знаємо, як вони були створені та для чого придатні.

Порівнянність — таким чином можна уніфікувати дані з різних джерел.

Перевірка джерел — можна оцінити надійність.

Типи помилок у даних

Помилки, що походять із джерела

Застарілі карти

Помилкове введення даних

Технічні помилки

Відхилення точності GPS

Помилки округлення в програмному забезпеченні

Логічні помилки

Помилкові атрибутивні дані

Зсунуті шари

Точність і надійність

Точність. Правильність даних у просторі, часі та за тематикою. Наприклад, вимірювання за допомогою GPS може мати точність ± 3 метри.

Надійність. Наскільки можна довіряти даним, виходячи з їхнього джерела. Офіційні урядові дані зазвичай є надійнішими, ніж ті, що завантажив невідомий користувач.

Контрольні питання до розділу

1. Що таке метадані та які їхні основні елементи?
2. У чому полягає різниця між точністю та надійністю?
3. Наведіть приклади помилок, пов'язаних із джерелом, та технічних помилок!
4. Чому важливо відфільтровувати помилкові дані?

Джерела

1. **Social Explorer** — портал для візуалізації даних та інтерактивних аналізів, що дозволяє створювати карти, діаграми, звіти та завантажувати матеріали для досягнення ваших цілей; можливість ознайомитися з сотнями тисяч вбудованих показників у сферах демографії, економіки, охорони здоров'я, політики, екології, злочинності та інших галузях; можливість додавати власні дані.
2. **Natural Earth** – загальнодоступна база даних карт у масштабах 1:10 млн, 1:50 млн та 1:110 млн; тісно інтегровані векторні та растрові дані; тематичні набори даних доступні на трьох рівнях деталізації; для кожного масштабу окремо перелічені за культурними, фізичними та растровими категоріями.
3. **DIVA-GIS** – безкоштовні просторові дані на рівні країн для будь-якої країни світу: адміністративні кордони, дороги, залізниці, висота, покриття поверхні, щільність населення; а також: глобальні кліматичні дані, дані про поширення видів, дані про колекції рослинних видів, майже глобальні дані про рельєф з

роздільною здатністю 90 метрів, а також супутникові знімки з високою роздільною здатністю (LandSat), які доступні у форматі MrSid і можуть бути візуалізовані в DIVA-GIS (у проекціях UTM).

4. **Earth Explorer (USGS)** – онлайн-інструмент для пошуку, дослідження та замовлення, розроблений Геологічною службою США (USGS); підтримує пошук супутникових, авіаційних та інших наборів даних дистанційного зондування за допомогою інтерактивних та текстових запитів.
5. **EarthWorks** — портал, що підтримується Стенфордським університетом; пошук та завантаження глобальних даних ГІС та карт.
6. **World Wildlife Fund** — загальнодоступні наукові набори даних з охорони природи (екорегіони, водозбірні басейни, русла річок тощо).
7. **GeoNetwork** – база даних з відкритим кодом, розроблена ФАО; призначена для безкоштовного завантаження різноманітних наборів даних ГІС.
8. **Euratlas** – європейські карти та дані ГІС у векторному форматі.
9. **OpenStreetMap (OSM)** – проект з відкритим кодом; спільнота добровольців-картографів створює та підтримує дані щодо багатьох характеристик світу.
10. **MapCruzin** – портал агрегації ГІС, який пропонує набори даних для різних географічних територій. Деякі набори мають нижчу якість, інші ж – дуже високу.



ІІІ. МОДУЛЬ. ГЕОІНФОРМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ

12. УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ У ГІС. ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ

13. ПРОЕКТУВАННЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ У ГІС

14. АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ У ГІС

15. ЦИФРОВІ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ (DEM)

16. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ ТА ПРЕЗЕНТАЦІЯ

12. ТЕМА

УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ У ГІС. ПРОСТОРО- ВИЙ АНАЛІЗ

12.1. Управління базами даних у ГІС

Одним із основних елементів геоінформаційних систем є управління базами даних, оскільки просторові об'єкти мають не лише геометричну форму (точка, лінія, поверхня), а й описові дані (атрибути).

Для їхнього зберігання найпоширенішими є **реляційні бази даних**.

Визначення

Реляційна база даних — це структура даних, що містить дані, упорядковані у таблиці. Кожна таблиця складається з рядків (записів) та стовпців (полів). Між таблицями можна створювати зв'язки (реляції) на основі ключових полів.

Роль у ГІС

- Просторові дані (наприклад, полігон: межі населеного пункту) пов'язані з описовими атрибутами (наприклад, населення, площа, адміністративний поділ).
- Користувач, натиснувши на об'єкт на карті, отримує доступ до повної описової інформації.
- База даних допомагає у **фільтруванні, сортуванні, аналізі**.

Приклади: База даних населених пунктів (KSH), Дані про землекористування (Corine Land Cover), Дані про транспортні мережі (OpenStreetMap).

Робота з таблицею атрибутів

Таблиця атрибутів — одна з найважливіших робочих площин ГІС.

Структура

- Рядок: один просторовий об'єкт (наприклад, полігон населеного пункту)
- Стовпець: одна характеристика (атрибут) — наприклад, назва, населення, площа_км2, код округу
- Первинний ключ: унікальний ідентифікатор (ID)

Основні операції в QGIS

- Додавання та видалення стовпців
- Типи полів: текст, ціле число, дійсне число, дата
- Введення даних вручну або шляхом імпорту (наприклад, із CSV)
- Обчислення полів (наприклад, щільність населення = населення / площа_км²)

Jaras_uj – Összes elem: 6, Leszűrt: 6, Kiválasztott: 0

	ID	NAME_UA	NAME_RUS	NAME_LAT	KOATUU	CODET
1	2790,000000000...	Берегівська	Береговский	Beregszászi jaras	2110200000	81230100
2	3022,000000000...	Хустська	Хустский	Husztí jaras	2110800000	81230100
3	2904,000000000...	Рахівська	Праховский	Rahói jaras	2123610100	81230100
4	3062,000000000...	Мукачівська	Мукачевский	Munkacsi jaras	2110400000	81230100
5	2972,000000000...	Ужгородська	Ужгородский	Ungvári jaras	2110100000	81230100
6	3054,000000000...	Тячівська	Тячевский	Tecsoi jaras	2124410100	81230100

Minden elem megjelenítése

Таблиця атрибутів у QGIS

Типові помилки

- Відсутні дані (значення NULL)
- Неправильний формат (текст замість числа)
- Невідповідність ключових полів при з'єднанні даних

Прості запити

У ГІС запити слугують для фільтрування та відбору картографічних даних.

Типи запитів

- **На основі атрибутів:** наприклад, «населення» > 50000
- **Просторовий запит:** наприклад, «Вибери населені пункти, розташовані в радіусі 10 км від столиці»

Запит у QGIS – приклад 1

Layer → Select by Expression

Приклад виразу: "POPULATION" > 100000 AND "AREA" < 50

Результати:

Виділеними залишаються лише ті об'єкти, які відповідають умові.

Запит у QGIS – приклад 2

Мета: Знайти в окрузі ті населені пункти, де проживає **понад 10 000 осіб**.

Кроки у QGIS

- Завантажуємо shapefile, що містить межі населених пунктів.
- Відкриваємо таблицю атрибутів.
- Запит: «NEPESSEG» > 10000
- Експортуємо результат як новий шар («Save Selected Features As...»).
- Візуалізація на карті: виділення більших населених пунктів кольором.

Запит — це швидкий та ефективний спосіб отримати релевантні дані з усієї бази даних.

12.2. Просторові аналізи

Просторові аналізи становлять одну з найважливіших груп функцій ГІС. За їх допомогою з наявних просторових даних можна отримати нову інформацію, що сприяє прийняттю рішень. Під час аналізу відбувається не лише відображення на карті, а й обробка та логічне поєднання даних, що лежать в основі.

Однією з найчастіше застосовуваних груп методів є дослідження **просторових відносин**: який зв'язок існує між двома об'єктами в просторі? Типовими інструментами для цього є **буферні зони та просторові логічні операції** (перетин, об'єднання, різниця).

12.2.1 Створення буферної зони

Буферна зона — це територія, створена навколо певного об'єкта (точки, лінії або полігону) на визначену відстань.

Приклади: Визначення 500-метрової зони навколо школи. 100-метрова захисна смуга від берега річки. Дослідження оточення транспортних вузлів.

Типи буферних зон

- **Одинарна буферна зона**: зона, що утворюється на визначеній відстані.
- **Багаторазова буферна зона**: кілька концентричних зон (наприклад, 500 м, 1000 м, 1500 м).
- **Бічна буферна зона (для ліній)**: створюється лише з одного боку лінії.

Буферні зони придатні для визначення охоронних територій, проведення

оцінок впливу та оцінки екологічних ризиків.

12.2.2. Операції перетину, об'єднання, різниці

Відображає ті ділянки двох шарів, які знаходяться в обох.

Приклад: Перетином населених пунктів та природоохоронних територій отримуємо ті частини населених пунктів, які знаходяться в охоронній зоні.

Об'єднання (Union)

Об'єднання територій двох шарів із збереженням інформації обох шарів.

Приклад: Об'єднання зелених зон із двох різних джерел даних.

Різниця (Difference)

Визначає ті ділянки першого шару, які не входять до другого шару.

Приклад: Вилучення промислових зон із населених пунктів.

Ці логічні операції є основою просторової обробки даних і використовуються в усіх серйозних ГІС-аналізах. Приклади застосування:

- **Охорона навколишнього середовища:** визначення зон небезпеки навколо джерел забруднення.
- **Містобудування:** вибір місця для нового дитячого майданчика на основі буферної зони житлового району.
- **Безпека дорожнього руху:** аналіз оточення місць концентрації ДТП.
- **Охорона здоров'я:** визначення зон обслуговування лікарень.

12.2.3. Аналіз мережі та планування маршрутів

Аналіз мережі — це операція ГІС, яка інтерпретує мережу ліній на карті як граф, де:

- **Вершини (nodes):** перехрестя, станції, розгалуження.
- **Ребра (edges):** дороги, залізничні лінії, канали.

Елементом графа присвоюються характеристики:

Довжина (м, км).

Час у дорозі (хвилини, години).

Витрати (паливо, плата).

Пропускна здатність (кількість транспортних засобів).

Аналіз мережі працює з алгоритмами, які здатні обчислити найкоротший або найшвидший маршрут.

Типи планування маршрутів

- **Найкоротший маршрут:** найменша відстань між двома точками.
- **Найшвидший маршрут:** з урахуванням найменшого часу в дорозі

(обмеження швидкості, інтенсивність руху).

- **Найменш витратний маршрут:** з урахуванням тарифів, витрат на паливо та дорожніх зборів.
- **Маршрут з кількома пунктами:** обслуговування кількох зупинок в оптимальній послідовності (оптимізація маршруту, наприклад, доставка вантажів).

12.2.4. Вибір оптимального місця

Вибір оптимального місця (location analysis) — це просторовий аналіз, який на основі визначених умов визначає, де варто розмістити новий об'єкт.

Критерії

- **Доступність:** цільова група повинна мати швидкий доступ.
- **Інфраструктура:** близькість транспортних вузлів.
- **Вплив на навколишнє середовище:** шумове навантаження, захист зелених зон.
- **Законодавчі обмеження:** виключення природоохоронних територій.

Методи

- **Поєднання буферних зон та аналізу мережі:** аналіз доступності + відстані.
- **Зважена оцінка:** поєднання декількох критеріїв із вагами.
- **Багатокритеріальний аналіз прийняття рішень (MCDA):** методологія підтримки прийняття рішень для складних проєктів.

Приклад: розрахунок найкоротшого маршруту

Завдання: Знайдіть найкоротший маршрут від однієї зі шкіл міста до спортивного центру.

Джерела даних:

Дорожня мережа (лінійний шар).

Розташування шкіл (точковий шар).

Розташування спортивних об'єктів (точковий шар).

Кроки в QGIS:

- Перевірка топології дорожньої мережі (відсутність пропущених зв'язків).
- Створення мережі за допомогою плагіна «Network Analyst» або «Road Graph».
- Визначення пункту призначення та відправлення.
- Запуск алгоритму (Dijkstra).

Результат: маршрут, відображений на карті, + дані про відстань та час у до-розі.

Примітка: Для використання даних про дорожній рух у реальному часі можна скористатися онлайн-API (наприклад, OpenRouteService, Google Directions API).

Контрольні питання до розділу

1. У чому полягає суть реляційної бази даних і як побудована таблиця?
2. Чому таблиця атрибутів має ключове значення в ГІС і з яких елементів вона складається?
3. Що таке первинний ключ і яка його роль у базі даних?
4. Як виконати простий запит на основі атрибутів у QGIS? Наведіть приклад!
5. Які помилки часто трапляються при роботі з таблицями атрибутів і як їх можна виявити?
6. Поясніть поняття буферної зони та наведіть два практичні приклади!
7. Як можна використовувати роботу з базою даних ГІС на уроках у середній школі? Наведіть два приклади завдань для учнів!
8. У чому полягає різниця між операціями перетину (Intersect), об'єднання (Union) та віднімання (Difference)? Наведіть практичний приклад!
9. Які критерії слід враховувати під час вибору оптимального місця в ГІС?

Література

1. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
2. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
3. Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
4. **OpenStreetMap** – Дані мережі для вільного використання : <https://www.openstreetmap.org>
5. **QGIS Documentation – Network Analysis Tools**: https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/network_analysis.html
6. **OpenRouteService** – Планування маршрутів на основі відкритих даних: <https://openrouteservice.org>
7. **Google Maps Platform – Directions API**: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions>

8. **Copernicus Land Monitoring Service** – Джерела даних з містобудування: <https://land.copernicus.eu>
9. **ArcGIS Network Analyst** – ESRI hálózatelemzési modul: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-network-analyst/overview>

13. ТЕМА

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДНИЦЬКІ МЕТОДИ В ГІС

13.1. Проектування в ГІС

Через складність геоінформаційних проектів процес проектування має фундаментальне значення. Успіх ГІС-проекту значною мірою визначається попереднім визначенням цілей, забезпеченням відповідних ресурсів та реалістичним встановленням часових рамок.

- **Приклади ГІС-проектів:** оновлення карти міського транспорту, моніторинг змін лісового покриву, картографування зон ризику повеней.
- **З освітньої точки зору:** планування проектів розвиває у студентів навички вирішення проблем, вміння працювати в команді та цифрові навички.

Проектний цикл у ГІС

Етапи проектного циклу

- **Ініціатива** – виявлення проблеми або потреби.
- **Планування** – визначення цілей, методів та ресурсів.
- **Реалізація** – збір, обробка та аналіз даних, а також створення карт.
- **Контроль та оцінка** – відстеження прогресу проекту.
- **Завершення** – передача, документування та архівування результатів.

Етапи планування

а) Визначення цілей

- **Конкретність:** Наприклад, «Створимо тематичну карту зелених зон населеного пункту».
- **Вимірюваність:** Готова карта повинна мати щонайменше 95% покриття даними.
- **Реалістично:** Дані та засоби є в наявності.

б) Вибір методології

- **Збір просторових даних:** польові роботи, супутникові знімки, відкриті портали даних.
- **Обробка даних:** QGIS, ArcGIS, GRASS GIS.
- **Методи аналізу:** буферна зона, аналіз мереж, порівняння часових рядів.

с) Аналіз ризиків

- Відсутність даних або наявність помилкових даних.
- Технічні несправності.
- Часові зсуви.

Ресурси та управління часом

Типи ресурсів

- **Людські ресурси:** студенти, викладачі, експерти.
- **Технічні ресурси:** комп'ютери, GPS, дрони, ліцензії на програмне забезпечення.
- **Фінансові ресурси:** грантові кошти, інституційна підтримка.

Планування часу

- Використання **діаграми Ганта** для планування завдань.
- Важливо включити **проміжні етапи**: наприклад, завершення збору даних, створення першого картографічного прототипу.

13.2. Методи дослідження в ГІС

Геоінформатика (ГІС) за останні десятиліття стала однією з найбільш динамічно розвиваючихся наукових галузей, що знаходиться на стику географії, картографії, інформатики, статистики та технічних наук. Дослідження на основі ГІС придатні не тільки для опису існуючих просторових явищ, а й для моделювання та прогнозування процесів.

Знання методів дослідження є ключовим для кожного студента, який бажає використовувати ГІС у наукових, інженерних або соціальних цілях.

ГІС у наукових дослідженнях

Дослідження з використанням ГІС можуть бути:

- **Описовими** — наприклад, оцінка якості ґрунту в певному регіоні.
- **Аналітичним** – наприклад, дослідження заторів у транспортній мережі.
- **Прогностичним** – наприклад, створення моделей ризику повеней.

Мета досліджень може бути **академічною** (публікації, дисертації), **прикладною** (проекти, розробки) або **освітньою** (дослідження, проведені за участю студентів).

Етапи дослідницького процесу в ГІС:

1. **Формулювання дослідницького питання.** Приклад: «Як змінилася площа зелених насаджень у місті за останні 20 років?»
2. **Огляд літератури.** Вивчення існуючих досліджень, методів, джерел даних.
3. **Збір та обробка даних.** Власні вимірювання, відкриті портали даних, супутникові знімки, карти.
4. **Аналіз.** Використання інструментів ГІС (наприклад, QGIS, ArcGIS), статистичні методи.
5. **Презентація результатів.** Тематичні карти, графіки, інфографіка, інтерактивні інтерфейси.
6. **Висновки та рекомендації.** Відповідь на дослідницьке питання та подальші напрямки досліджень.

Чим особливі дослідження на основі ГІС?

- **Мультидисциплінарний підхід:** вимагає одночасно географічних, інформаційних та аналітичних навичок.
- **Робота з просторово-часовим виміром:** дозволяє одночасно досліджувати просторові та часові зміни.
- **Наочна презентація:** результати легко інтерпретувати за допомогою інтерактивних карт.

13.3 Опрацювання наукових публікацій у ГІС

Надійність досліджень на основі ГІС значною мірою залежить від того, на яку літературу спирається дослідник. Наукові публікації допомагають:

- Зрозуміти методи та результати попередніх досліджень.
- Визначити актуальні тенденції в наукових дослідженнях.
- Уникнути методологічних помилок.
- Обґрунтувати актуальність власного дослідження.

Це можуть бути:

- **Статті в журналах** (наприклад, International Journal of Geographical Information Science).
- **Доповіді на конференціях** (наприклад, AGILE Conference on GIS).
- **Розділи книг** (тематичні огляди).

- **Дисертації та дипломні роботи** (наприклад, з університетських репозитаріїв).

Методи пошуку публікацій

а) Наукові пошукові системи

- **Google Scholar** (<https://scholar.google.com>)

Перевага: швидкість, велика кількість джерел, відображення кількості посилань.

Недолік: серед результатів пошуку можуть бути матеріали, що не містять

- **Scopus** (<https://www.scopus.com>)

Перевага: високоякісні, рецензовані матеріали, дані про цитування.

Недолік: доступний лише за передплатою.

- **Web of Science** (<https://www.webofscience.com>)

Перевага: мультидисциплінарна база даних, аналіз мереж цитування.

Недолік: також доступний лише за передплатою.

- **BASE** (<https://www.base-search.net>)

Пошукова система з відкритим доступом, що містить багато університетських репозитаріїв.

Основою геоінформаційних досліджень є пошук надійної та релевантної літератури, даних та методологічних джерел. Пошук джерел означає не лише знаходження публікацій, а й відповідні посилання на просторові дані, карти, бази даних та програмне забезпечення. У добре побудованому дослідженні перевірюваність джерел та законне використання даних є основною вимогою.

Контрольні питання до розділу

1. Чому планування проектів має вирішальне значення в проектах з геоінформатики (ГІС)?
2. Перелічіть основні етапи циклу реалізації ГІС-проекту!
3. Наведіть приклад конкретної, вимірюваної та реалістичної мети, сформульованої під час планування проекту!
4. Якими методами можна збирати просторові дані під час реалізації ГІС-проекту?

5. Які типи ресурсів розрізняють у ГІС-проектах? Назвіть принаймні три!
6. Чому діаграма Ганта корисна при плануванні часу проекту?
7. Для яких типів досліджень можна застосовувати ГІС (описові, аналітичні, прогнозні)? Наведіть по одному прикладу для кожного!
8. Які основні етапи процесу ГІС-дослідження від формулювання дослідницького питання до висновків?
9. Чим особливі дослідження на основі ГІС з точки зору мультидисциплінарного підходу та просторово-часового виміру?
10. Назвіть принаймні три наукові джерела або пошукові системи, які можна використовувати для опрацювання публікацій з ГІС, та вкажіть по одній їхній перевазі!

Література

1. Костріков С. В., Серіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
3. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
4. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
5. Google Scholar – <https://scholar.google.com>
6. Scopus – <https://www.scopus.com>
7. Web of Science – <https://www.webofscience.com>
8. BASE – <https://www.base-search.net>
9. ESRI Publications – <https://www.esri.com/en-us/about/newsroom/>
10. OpenAIRE – <https://www.openaire.eu>
11. ResearchGate – <https://www.researchgate.net>

12. Copernicus Open Access Hub – <https://scihub.copernicus.eu>

14. ТЕМА

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ У GIS

14.1. Відстеження змін у GIS

Аналіз часових рядів у геоінформаційних системах (GIS) — це метод, який дає змогу досліджувати зміни характеристик певної території в часі. Цей метод є ключовим у сферах охорони навколишнього середовища, містобудування, сільського господарства, лісового господарства та суспільної географії, оскільки допомагає:

- виявляти тенденції,
- розпізнавати закономірності змін,
- прогнозувати майбутні процеси.

Основні принципи аналізу часових рядів

- **Часовий вимір:** у GIS дані містять не лише просторову, а й часову інформацію.
- **Часова мітка (timestamp):** кожен набір даних або знімок прив'язаний до певного моменту часу.
- **Порівняльний аналіз:** шляхом накладання (overlay) даних із різних часових періодів можна виявити зміни.

Типові сфери застосування

- **Моніторинг змін довкілля** – вирубка лісів, зміна площ водних поверхонь, підвищення рівня моря.
- **Дослідження розвитку міст** – поява нових житлових кварталів та промислових зон.
- **Моніторинг сільського господарства** – відстеження площ і стану сільськогосподарських угідь.
- **Відновлення після катастроф** – оцінка ситуації після повеней, землетрусів або лісових пожеж.

Методи та інструменти

- **Часові ряди супутникових знімків** (наприклад, Sentinel-2, Landsat).
- **Аерофотознімки** (порівняння архівних і сучасних даних).
- **Польові GPS-дані** (повторні обстеження тих самих територій).

- **Плагін QGIS Time Manager** – для створення часової візуалізації.

Приклад – Відстеження змін лісового покриття

- Завантаження: архівні та актуальні знімки із Sentinel Hub або Copernicus Open Access Hub.
- Обробка: розрахунок NDVI для обох часових періодів.
- Порівняння: створення карти різниці NDVI, яка показує зменшення або збільшення рослинності.

14.2. Порівняння часових рядів супутникових знімків

Порівняння часових рядів супутникових знімків є одним із базових методів геоінформаційного аналізу, що дає змогу досліджувати зміни земної поверхні у просторі та часі.

Цей підхід має велике значення для:

- **Моніторингу довкілля** – вирубка лісів, зміна площ озер, танення льодовиків.
- **Відстеження розвитку міст** – нове будівництво, поява промислових зон.
- **Аналізу катастроф** – оцінка наслідків повеней, землетрусів або пожеж.
- **Сільськогосподарських досліджень** – вивчення циклів вегетації та оцінка врожайності.

Основні принципи порівняння

Суть порівняння супутникових знімків полягає у:

- **виборі однієї й тієї ж території** – зображення повинні охоплювати однакові координати;
- **використанні однакової проєкції та роздільної здатності** – для забезпечення просторової сумісності;
- **застосуванні однакових або подібних сенсорів** – для мінімізації спектральних відмінностей;
- **упорядкуванні за часовими мітками** – щоб зміни можна було простежити у хронологічному порядку.

Джерела даних

Відкриті джерела супутникових знімків:

Landsat (роздільна здатність 30 м, з 1972 року до сьогодні, USGS EarthExplorer);

Sentinel-2 (роздільна здатність 10–20 м, з 2015 року, Copernicus Open Access Hub);

MODIS (щоденно оновлювані глобальні знімки).

Платні джерела високої роздільної здатності:

PlanetScope (3–5 m)

WorldView-3 (<1 m)

Етапи порівняння часових рядів супутникових знімків

1. Збір даних

Вибір досліджуваної території та часового періоду.

Перевірка хмарності (рекомендовано не більше 10–20%).

2. Попередня обробка

Геометрична корекція (виправлення проєкції та спотворень).

Радіометрична корекція (корекція освітлення та похибок сенсора).

Маскування хмар (наприклад, Sentinel-2 Cloud Mask).

3. Аналіз

Створення RGB-комполітів (наприклад, псевдокольоровий комполіт 8-4-3 у Sentinel-2 для виділення рослинності).

Розрахунок NDVI або інших індексів для обох часових періодів.

Створення карти змін (Change Detection).

4. Візуалізація результатів

Кольорове відображення карти змін (червоний – зменшення, зелений – збільшення).

Створення часової анімації за допомогою QGIS Time Controller або EO Browser.

14.3. Приклад: Дослідження зростання міста за допомогою супутникових знімків

Дослідження зростання міст є одним із найпоширеніших практичних напрямів **використання геоінформаційних систем і дистанційного зондування**, оскільки населені пункти постійно змінюються під впливом економічного розвитку, зростання населення, індустріалізації та інфраструктурних інвестицій.

За допомогою аналізу часових рядів супутникових знімків можна:

- точно визначити нові забудовані території;
- виміряти масштаби зростання;
- планувати майбутній розвиток.

Досліджувана територія

Як приклад обрано місто **Берегове**, оскільки:

- тут розташований головний корпус закладу вищої освіти та основне місце проведення занять, що є найбільш зручним для польового збору даних;

- у різних частинах міста протягом останніх років було зведено нові будівлі.

Джерело даних

Для дослідження використовуються супутникові знімки **Sentinel-2**:

часові періоди: червень 2016 року та червень 2024 року (безхмарні літні знімки);

джерело: Copernicus Open Access Hub;

просторова роздільна здатність: 10 метрів (видимі та ближні інфра-червоні канали).

Методика дослідження: покроковий опис

1. Завантаження даних

На порталі Copernicus налаштовуються параметри пошуку (територія, часовий період, хмарність <10%).

Завантажуються знімки у форматі L2A (дані поверхневої відбивної здатності).

2. Попередня обробка

Уніфікація проєкції: для обох часових періодів використовується WGS 84 / UTM 34N.

Обрізка даних: залишаються лише межі міста Берегове.

Маскування хмар: використовується вбудований шар SCL (Scene Classification Layer) Sentinel-2.

3. Виділення забудованих територій

Використовується індекс **NDBI (Normalized Difference Built-up Index)**:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

Для Sentinel-2 використовуються канали : SWIR = Band 11, NIR = Band 8.

Високі значення NDBI відповідають забудованим територіям.

4. Створення карти змін

$$2024\ NDBI - 2016\ NDBI = \text{величина змін.}$$

Кольорова шкала:

червоний – нові забудовані території;

зелений – зменшення забудови (рідкісні випадки, наприклад знесення будівель);

сірий – незмінні території.

5. Оцінка результатів

Червоні зони переважно зосереджені на східній та південній околицях міста.

У східній частині міста спостерігається поява об'єктів, пов'язаних із туризмом (розширення оздоровчого комплексу «Рассірта», поява нових рекреаційних комплексів та будівель поблизу термальних басейнів).

Контрольні питання до розділу

1. Що розуміють під аналізом часових рядів у GIS і чому цей метод є важливим?
2. Назвіть три типові сфери застосування, у яких аналіз часових рядів є необхідним!
3. Як часова мітка (timestamp) допомагає в аналізі геоінформаційних даних?
4. Які джерела даних можна використовувати для аналізу часових рядів? Назвіть щонайменше два відкриті та одне платне джерело!
5. Які основні принципи порівняння часових рядів супутникових знімків?
6. Опишіть основні етапи аналізу часових рядів супутникових знімків — від збору даних до візуалізації результатів!
7. Який індекс можна використовувати для виявлення змін лісового покриття та як його застосовують?
8. Як можна виявити зростання міста за допомогою індексу NDBI?
9. Які супутникові знімки Sentinel-2 та з яких часових періодів були використані у прикладі з містом Берегове і чому було обрано саме їх?
10. Які результати показав аналіз часових рядів, проведений для міста Берегове, особливо щодо східних районів міста?

Література

1. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
3. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.

4. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
5. **Copernicus Open Access Hub:** <https://scihub.copernicus.eu>
6. **USGS EarthExplorer:** <https://earthexplorer.usgs.gov>
7. **EO Browser** – <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>
8. **Google Earth Engine** – <https://earthengine.google.com>
9. **QGIS Time Manager** – ingyenes bővítmény idősoros elemzéshez.

15. ТЕМА

ЦИФРОВІ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ (DEM)

15.1. Поняття та значення DEM

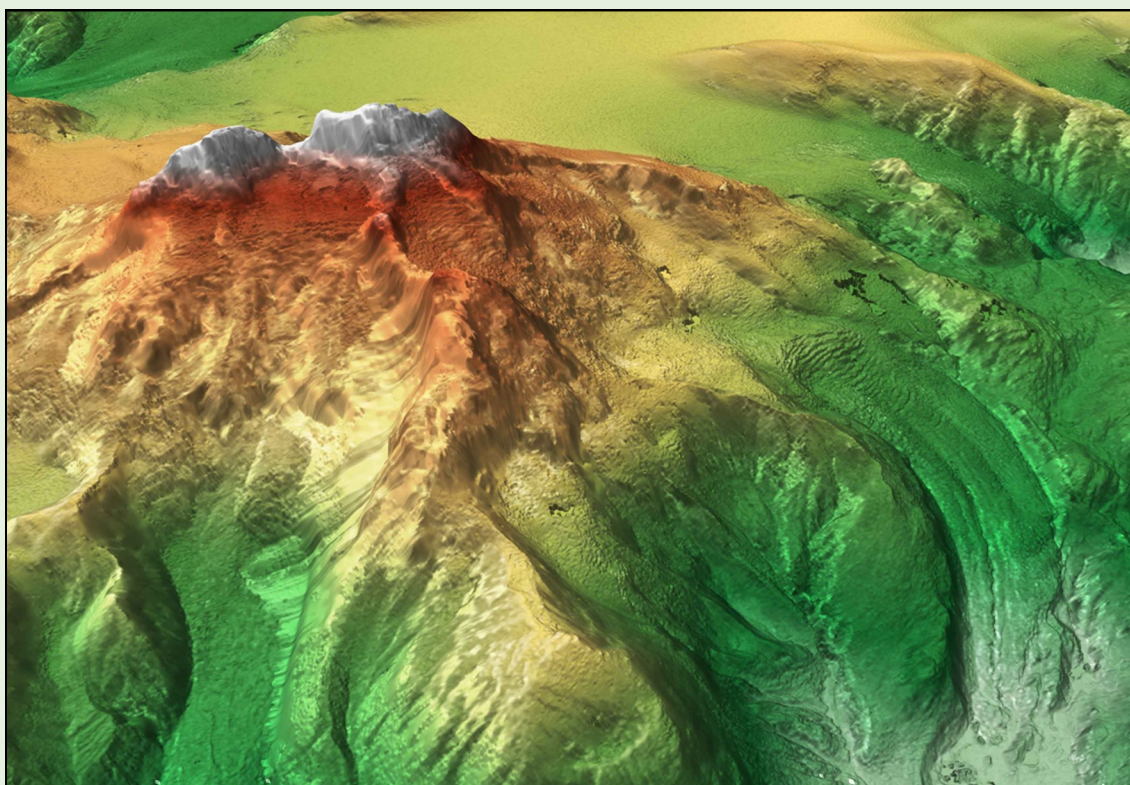
Цифрова модель рельєфу (DEM — Digital Elevation Model) — це цифровий набір даних, що відображає висотні характеристики земної поверхні та придатний для комп'ютерної обробки. Кожній її точці відповідають три основні значення:

X: географічна або проєкційна координата (східний напрямок),

Y: географічна або проєкційна координата (північний напрямок),

Z: значення висоти (над рівнем моря або відносно іншої системи відліку).

Метою DEM є фіксація **форм рельєфу у вигляді цифрової просторової моделі**, що дає змогу здійснювати комп'ютерну обробку, аналіз та візуалізацію даних.



Цифрова модель рельєфу (DEM - *digital elevation model*)

Відмінності між DEM, DSM та DTM

- **DEM** – узагальнювальний термін для всіх цифрових моделей висот .
- **DTM (Digital Terrain Model)** – відображає топографію поверхні ґрунту без будь-яких об'єктів, що заважають (будівель, рослинності).
- **DSM (Digital Surface Model)** – містить також поверхневі об'єкти (наприклад, дерева, дахи будівель)

Приклад: у міській місцевості DSM включає дахи будинків, тоді як DTM показує висоту вулиць і поверхні ґрунту.

Чому це важливо у географії та геоінформатиці?

- **Фізична географія:** аналіз геоморфологічних форм (наприклад, долин, гірських хребтів).
- **Екологічні науки:** моделювання ерозії ґрунтів та водозбірних басейнів.
- **Інженерні застосування:** планування маршрутів та розвиток інфраструктури.
- **Цивільний захист:** визначення зон ризику повеней та зсувів.

15.2. Джерела даних DEM та способи їх створення

а) Дані дистанційного зондування

- **Супутниковий радар (SAR)** — наприклад, SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) із глобальною роздільною здатністю 30 м.
- **Оптичні супутники** — наприклад, ASTER GDEM, Sentinel-2 із використанням фотограмметричних методів.
- **Авіаційний LiDAR** — лазерне сканування з точністю до 0,5 м.

б) Фотограмметрія

За допомогою обробки **стереопар аерофотознімків** та зображень із дронів можна створити модель висот. Це особливо придатне для детального дослідження невеликих територій.

с) Геодезичні вимірювання

- **GPS RTK** — кінематичні GPS-вимірювання в реальному часі з сантиметровою точністю.
- **Total station** — геодезичний прилад із лазерним далекоміром.
- **Цифрове нівелювання** — для визначення висотної системи відліку.

d) Оцифрування паперових карт

Сканування старих карт із горизонталями, їх геоприв'язка, а потім створення DEM методом інтерполяції.

15. 3. Типи даних DEM: растрові та TIN

a) Растрова DEM

Рельєф представлений у вигляді **сітки пікселів**, де кожен піксель має одне значення висоти..

- Переваги:** проста та швидка обробка, легке поєднання із супутниковими знімками.

- Недоліки:** великий обсяг даних при високій роздільній здатності; деталізація залежить від роздільної здатності. **Приклади:**

SRTM DEM — глобальне покриття, розмір пікселя 30 м.

EU-DEM — роздільна здатність 25 м для території Європи.

b) TIN (Triangulated Irregular Network)

Мережа трикутників, що з'єднують **нерівномірно розташовані точки**. У вершинах трикутників містяться значення висот.

- Переваги:** ефективне зберігання даних, детальне відображення територій зі значними перепадами висот.

- Недоліки:** складніша обробка, потребує спеціалізованого програмного забезпечення.

c) Перетворення

TIN → Raster: шляхом інтерполяції, коли кожному пікселю присвоюється значення висоти.

Raster → TIN: створення трикутної мережі на основі центральних точок пікселів.

15.4. Можливості аналізу DEM

a) Затінений рельєф (Hillshade)

Затінене зображення, створене з урахуванням напрямку та висоти падіння світла. Покращує візуальне сприйняття форм рельєфу.

b) Генерація горизонталей

Горизонталі можуть бути автоматично розраховані з DEM. Інтервал горизонталей (наприклад, 5 м, 10 м) залежить від розчленованості рельєфу.

с) Крутизна схилу та експозиція

Крутизна схилу: кут нахилу поверхні. .

Експозиція: напрямок схилу (Пн, Пд, Сх, Зх).

Має важливе значення в аграрних дослідженнях (наприклад, оцінка тривалості сонячного освітлення), екології та містобудуванні.

д) Гідрологічний аналіз

Моделювання шляхів стоку води. Визначення меж водозбірних басейнів.

15.5. Створення карт крутизни схилів та експозиції у QGIS

Етапи :

- Відкрийте QGIS та завантажте DEM (наприклад, SRTM або EU-DEM).
- У меню Raster → Terrain Analysis → Slope створіть карту крутизни схилів.
- У меню Raster → Terrain Analysis → Aspect створіть карту експозиції схилів.
- Налаштуйте кольорову шкалу (наприклад, червоний = круті схили, зелений = пологі схили).
- Поєднайте результати з іншими шарами (наприклад, картою рослинності).

Наприклад: студенти можуть дослідити, як крутизна та експозиція схилів впливають на розміщення виноградників у виноробному регіоні.

Практичні завдання

- **Google Earth Pro** — просте 3D-відображення рельєфу.
- **QGIS 3D View** — інтерактивна модель рельєфу з можливістю обертання.
- **Відкриті джерела DEM** — наприклад, Copernicus Programme EU-DEM, NASA SRTM, United States Geological Survey EarthExplorer.

Наприклад: студенти можуть створити інтерактивний туристичний маршрут, де рівень складності визначається на основі даних рельєфу.

Контрольні питання до розділу

- 1.Що означає поняття DEM і які три основні значення містить кожна його точка?
- 2.У чому полягає різниця між DEM, DTM та DSM? Наведіть приклади!
- 3.Назвіть щонайменше три сфери, у яких DEM відіграє особливо важливу роль!
- 4.З яких основних джерел даних може бути створена DEM? Наведіть конкретні приклади!
- 5.Як можна створити DEM за допомогою фотограмметричних методів?
- 6.Охарактеризуйте відмінності між растровою (Raster) та TIN-моделлю DEM з

точки зору переваг і недоліків!

- 7.Що означає «Hillshade» (затінений рельєф) і чому він є корисним для інтерпретації рельєфу?
- 8.Як можна розрахувати значення крутизни та експозиції схилів і чому вони є важливими в аграрних та екологічних дослідженнях?
- 9.Які гідрологічні аналізи можна виконувати за допомогою DEM?
- 10.Які етапи необхідні для створення карт крутизни та експозиції схилів у QGIS?

Література

1. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
3. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
4. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
5. NASA Earthdata DEM resources: <https://earthdata.nasa.gov/>
6. USGS Earth Explorer: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
7. Copernicus EU-DEM: <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>
8. QGIS Official Documentation: <https://docs.qgis.org/>

16. ТЕМА

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ ТА ПРЕЗЕНТАЦІЯ

Візуалізація даних є одним із найважливіших завершальних етапів геоінформаційної роботи: після аналізу та обробки сирих даних результати необхідно представити у такій формі, щоб вони були зрозумілими, **естетичними та переконливими** для цільової аудиторії. Презентаційні карти, діаграми та інфографіка є не лише ілюстраціями, а й інформаційними інструментами, які підтримують процес **прийняття рішень, навчання та комунікації**.

16.1. Створення презентаційних карт

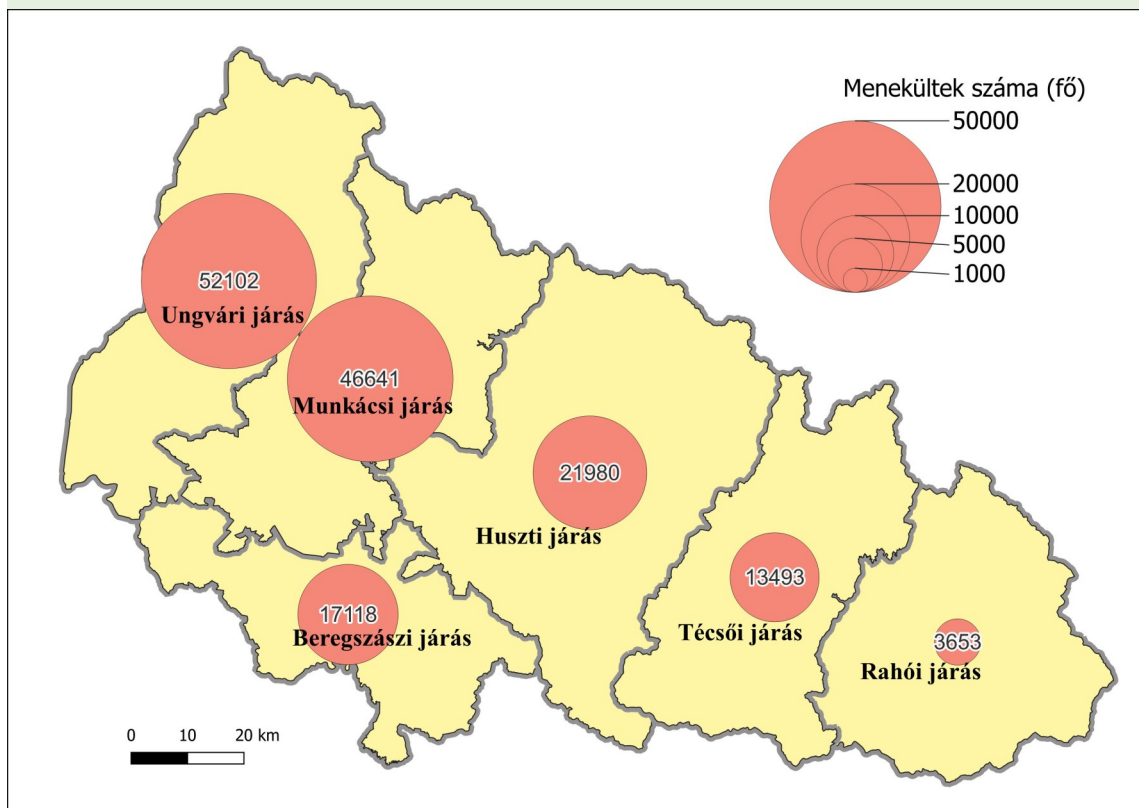
Презентаційна карта — це тематична карта, основною метою якої є **наочне, зрозуміле та естетичне** подання інформації. Презентаційна карта не є детальним аналітичним робочим інструментом, а слугує засобом візуальної комунікації, який швидко й доступно передає аудиторії найважливішу інформацію.

Характерні риси:

- **Комунікаційний інструмент:** акцентує увагу не на деталях дослідницького аналізу, а на кінцевих результатах і найважливішій інформації.
- **Спрощений зміст:** містить лише основні дані, без зайвих деталей.
- **Графічне виділення:** використовує кольори, умовні позначення, піктограми та затінення для швидкого сприйняття.
- **Орієнтація на цільову аудиторію:** призначена для широкої публіки, осіб, які приймають рішення, або слухачів.

Приклади :

- Карта загрози повеней, на якій найнебезпечніші зони виділені червоним кольором для презентації особам, що приймають рішення.
- Карта для презентації міського розвитку, яка виділяє нові транспортні маршрути.
- Карта, що відображає чисельність населення.
- Навчальна карта, яка наочно демонструє густоту населення певної країни.



Презентаційна карта. Кількість зареєстрованих шукачів притулку, які прибули та перебували на території Закарпаття внаслідок російської агресії, у розрізі районів станом на 30 листопада 2022 року.

Принципи створення презентаційної карти

1. **Визначення мети карти.** Що саме потрібно показати? (наприклад, зони ризику повеней, маршрути міграції, густоту населення).
2. **Вибір джерел даних.** На карті повинні бути лише релевантні шари.
3. **Стиль карти.** Кольори, легенда, шрифти — усе має відповідати цільовій аудиторії.
4. **Композиція.** Назва, джерело даних, стрілка півночі, масштаб, автор.

Типові помилки

- Перевантажена карта.
- Недостатній кольоровий контраст.
- Відсутність легенди.

- Використання застарілих даних.

16.2. Інтеграція графіків та інфографіки

Діаграми та інфографіка дають змогу швидко зрозуміти **кількісні дані**, доповнюючи інформацію, представлену на карті.

- **Стовпчикова діаграма:** порівняння (наприклад, розподіл населення).
- **Кругова діаграма:** відображення пропорцій (наприклад, типи землекористування).
- **Лінійний графік:** часові зміни (наприклад, температура або зростання площі).
- **Тематична інфографіка:** поєднання графічних і текстових елементів.

Інтеграція з картами

- **Розміщення:** на вільній частині карти або в окремій панелі.
- **Узгодженість:** кольори та позначення повинні відповідати легенді карти.
- **Інтерактивність:** для **онлайн-карт** — клікабельні графіки та анімована інфографіка.

16.3. Створення макета друку у QGIS ben

1. Підготовка проєкту

Відкриття **QGIS** та завантаження необхідних шарів:

базова карта (наприклад, OpenStreetMap або WMS-сервіс);
власні дані (наприклад, shapefile або geopackage).

Символізація даних:

Налаштування кольорів і легенди відповідно до мети кінцевої візуалізації.

2. Створення нового Layout

Меню: **Проект → Новий макет друку**.

Назвіть макет (наприклад, «Карта густоти населення»).

Після цього відкриється порожнє вікно Layout.

3. Додавання карти

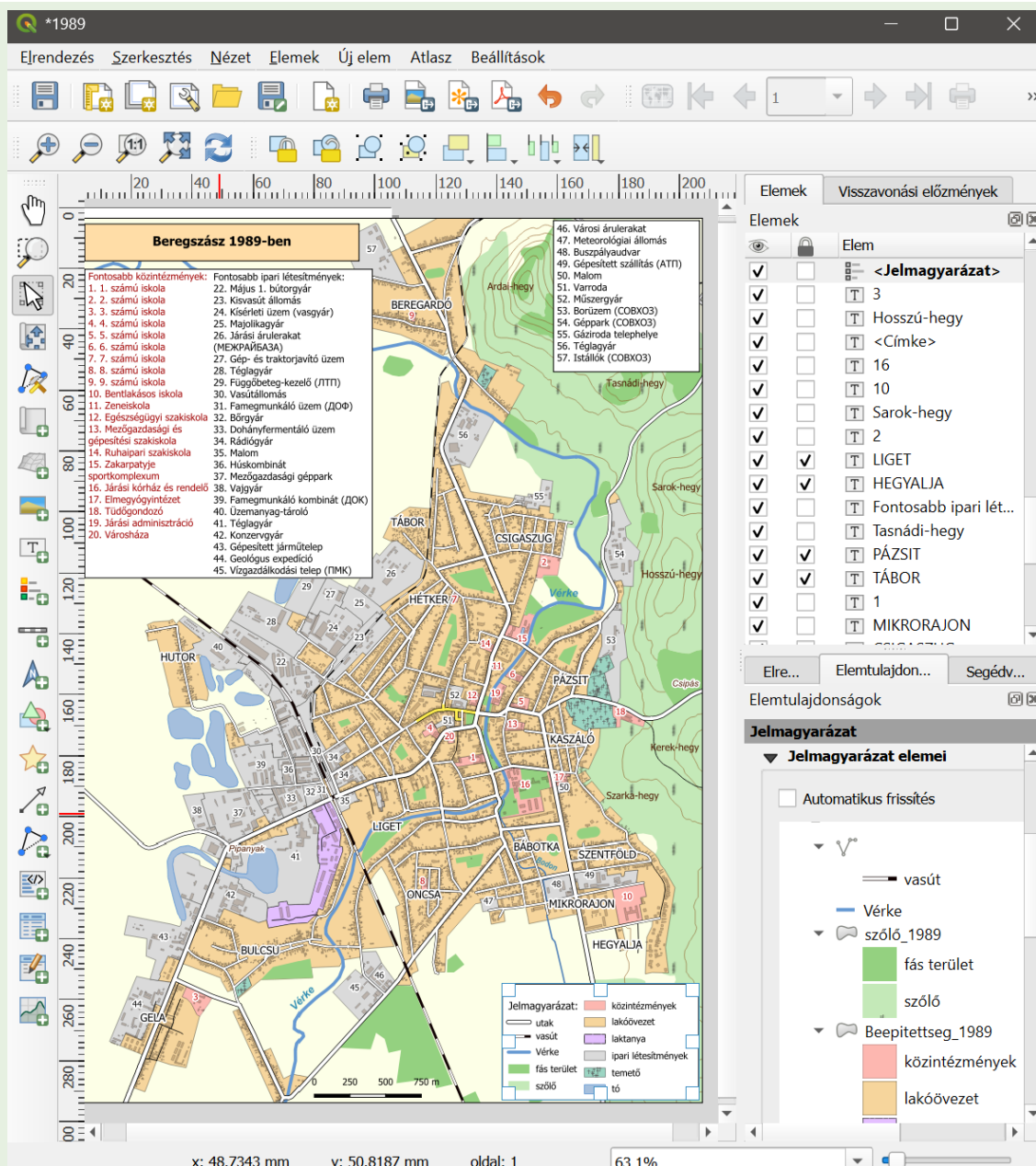
Виберіть кнопку **«Add Map»**.

Намалюйте рамку на полотні Layout.

Карта автоматично відображатиме поточний вигляд карти у QGIS.

Положення та розмір можна налаштувати на правій панелі.

III. МОДУЛЬ ГЕОІНФОРМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ



Макет друку в QGIS

4. Додавання основних елементів

Назва: Кнопка «Add Label» → введіть назву карти.

Можна змінювати шрифт, розмір і колір.

Умовні позначення (легенда):

„Кнопка «Add Legend» → автоматично зчитує назви шарів.

Непотрібні шари можна видалити у панелі Legend.

Масштаб: «Add Scale Bar» → вибір стилю масштабної лінійки.

Стрілка північного напрямку: «Add Picture» → вибір із вбудованої бібліотеки North Arrow у QGIS.

Макет друку в QGIS

5. Вставка діаграми або інфографіки

Підготовка атрибутивних даних (наприклад, населення, площа)..

У режимі Layout: **Add Chart** → **Bar/Pie Chart**.

Налаштування джерела даних:

вибір шару;

вибір атрибутивного стовпця.

Налаштування кольорів і підписів у панелі Chart Properties.

6. Експорт результату

Export as Image (PNG, TIFF) → для використання в онлайн-середовищі.

Export as PDF → для друку у високій якості.

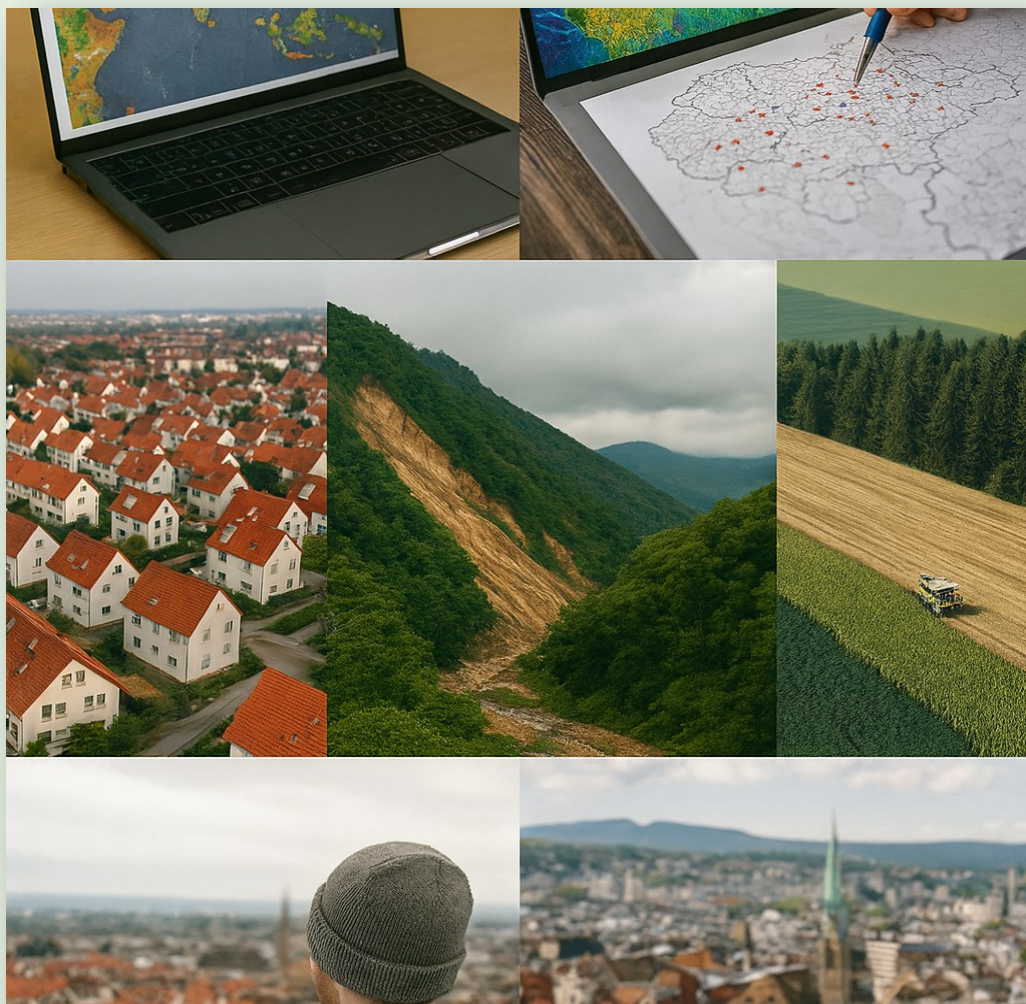
Export as SVG → для редагування у векторних графічних редакторах (наприклад, в Inkscape).

Контрольні питання до розділу

1. Яка мета візуалізації даних у процесі геоінформаційної роботи?
2. Які основні характеристики має презентаційна карта? Назвіть щонайменше три!
3. Наведіть два приклади, для яких цілей можна створювати презентаційні карти!
4. Які основні елементи необхідно розмістити на презентаційній карті під час створення layout у QGIS?
5. Як можна вставити діаграму або інфографіку до макета друку в QGIS?
6. У яких форматах можна експортувати готову карту та для чого призначений кожен із них?

Література

1. QGIS dokumentáció (Layout Designer): <https://docs.qgis.org/3.40/hu/docs/index.html>
2. QGIS North Arrow ikonok: <https://github.com/qgis/QGIS/tree/master/images/svg/arrows>
3. Free Vector Icons for Maps: <https://mapicons.mapsmarker.com>
4. Cartography design basics: <https://www.axismaps.com/guide>



IV. МОДУЛЬ ОСНОВНІ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ GIS

17. ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ

18. ЗАСТОСУВАННЯ В ЕКОЛОГІЇ

19. ДЕМОГРАФІЧНИЙ ТА СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ

20. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

21. ПРИРОДНІ НЕБЕЗПЕКИ ТА УПРАВЛІННЯ КАТАСТРОФАМИ

**22. ЗАСТОСУВАННЯ У СІЛЬСЬКОМУ ТА ЛІСОВОМУ ГОСПО-
ДАРСТВІ**

23. ЗАСТОСУВАННЯ В ТУРИЗМІ

17. ТЕМА

ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ

Тематичне картографування — це галузь картографії, яка спрямована не на загальне топографічне відображення земної поверхні, а на представлення просторового розподілу певного явища, даних або статистичної інформації. Наприклад: карта густоти населення, температурних аномалій, змін лісового покриття.

Для вчителя географії тематична карта є ключовим інструментом:

- **Наочність:** учні легше розуміють просторові закономірності.
- **Аналіз:** існує можливість порівнювати дані та шукати кореляції.
- **Проектна робота:** учні можуть створювати тематичні карти на основі власних даних.

Правила візуалізації даних

Під час створення тематичних карт необхідно дотримуватися візуальних і картографічних правил:

- **Точність** — просторове розташування даних повинно бути безпомилковим.
- **Єдність** — однакові категорії повинні мати однакові символи та кольори.
- **Читабельність** — слід уникати перевантаження позначеннями.
- **Ієрархія** — важливі елементи повинні бути більш виразними.
- **Масштаб** — масштаб карти має відповідати характеру даних.

Кольорові шкали та легенди

Вибір кольорів є не лише естетичним, а й когнітивним питанням.

- **Для кількісних даних:** безперервна кольорова шкала (наприклад, від світло-блакитного до темно-синього).
- **Для якісних даних:** різні контрастні кольори.
- **Дивергентна шкала:** для виділення позитивних і негативних значень (наприклад, температурні аномалії).
- **Легенда повинна бути чіткою,** легко зрозумілою та розташованою безпосередньо на карті або поруч із нею.

Онлайн-ресурс для кольорових шкал:

ColorBrewer – <https://colorbrewer2.org>

Інтеграція діаграм у карту

Тематичні карти можуть доповнюватися діаграмами (стовпчиковими, круговими, стрічковими) для детальнішого подання інформації.

Наприклад: кругова діаграма для кожного населеного пункту із розподілом населення за віковими групами.

Основні правила:

- діаграми не повинні перекривати важливі елементи карти;
- їхній розмір має відповідати величині явища;
- стиль повинен бути однаковим на всій карті.

Контрольні питання до розділу

1. Яка основна мета тематичного картографування порівняно з топографічними картами?
2. Наведіть три приклади тематичних карт!
3. Які освітні переваги мають тематичні карти у викладанні географії?
4. Яких основних правил необхідно дотримуватися під час створення тематичних карт? Назвіть щонайменше три!
5. Як розрізняються кольорові шкали, що використовуються для кількісних і якісних даних?
6. Які аспекти необхідно враховувати під час вставлення діаграм у тематичну карту?

1. Література

1. Карабінюк М., Лета В. (2024): Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Тематична картографія» для здобувачів денної та заочної форм навчання спеціальності 106 географія. ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет» Мукачівський Державний Університет. Ужгород, 2024. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62548/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%28%D1%86%D1%96%D0%BB%D0%B0%29.pdf>
2. Молнар Д. Стефан, Оросі Дора, Бірток Ванесса (2024): Збірник наукових термінів з предмету «Картографія з основами топографії». Методичний посібник для засвоєння основних термінів з дисципліни «Картографія з основами топографії». Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, Берегове, 2024. – 99 с. – у формі електронного видання.
3. Klinghammer I., Papp-Váry Á. (1992): Tematikus kartográfia. 5. változatlan ki-

adás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.

4. Sümeghy Zoltán, Unger János, Gál Tamás (2009). Térképészet. JATE Press. Szeged, 2009.
5. ColorBrewer – Színskála kiválasztás segéd: <https://colorbrewer2.org>
6. QGIS Documentation – Thematic Mapping: <https://docs.qgis.org>
7. ArcGIS Online – Thematic Mapping Tools: <https://www.arcgis.com>
8. WorldPop – Népszéki adatok világszinten: <https://www.worldpop.org>
9. Google My Maps – Online térképkészítés: <https://www.google.com/mymaps>

18. ТЕМА

ЗАСТОСУВАННЯ В ЕКОЛОГІЇ

18.1. Дослідження ґрунтів

Типи ґрунтових даних та способи їх збору

Дані ґрунтових досліджень можна поділити на три основні групи:

1. Фізичні параметри

- гранулометричний склад (співвідношення піску, мулу та глини)
- структура ґрунту
- водопроникність

Методи вимірювання: лабораторний аналіз, просіювання, тест на водопроникність.

2. Хімічні параметри

- значення рН
- вміст поживних речовин (N, P, K)
- вміст органічної речовини

Методи вимірювання: хімічні реагенти, спектрофотометр.

3. Біологічні параметри

- активність мікроорганізмів
- різноманіття ґрунтової біоти

Методи вимірювання: мікробіологічне культивування, вимірювання ферментативної активності.

Геоінформаційний збір даних

Для польових точок вимірювання фіксуються GPS-координати, після чого до них в атрибутивній таблиці прив'язуються результати лабораторних аналізів. Просторовий розподіл точок відбору проб є ключовим для проведення просторової інтерполяції.

Геоінформаційні джерела даних

- **CORINE Land Cover** (європейська база даних покриття земної поверхні)
- **EU Soil Data Centre (ESDAC)** – карти ґрунтів, карти ризику ерозії
- **OpenLandMap** (глобальні відкриті дані про ґрунти)
- **Національні ґрунтові карти** (наприклад, Угорщина: TAKARNET, Україна: GIS-база даних UkrNDI)

Просторова обробка ґрунтових даних у GIS

Основні етапи процесу:

- **Імпорт даних:** завантаження точкових результатів вимірювань (CSV + координати).
- **Очищення даних:** фільтрація помилкових або відсутніх значень.
- **Інтерполяція** (наприклад, IDW або Kriging): створення безперервних поверхонь на основі точкових даних.
- **Категоризація:** створення класів значень (наприклад, шкала pH).
- **Картографічна візуалізація:** застосування кольорових шкал і легенд.
- **Аналіз:** виявлення критичних зон (наприклад, низький вміст поживних речовин).

18.2. Якість води та гідрографічна мережа

Вода є одним із найважливіших природних ресурсів, що становить основу сільського господарства, промисловості та забезпечення населення. Погіршення якості води може мати серйозні наслідки:

- проблеми громадського здоров'я;
- загибель живих організмів;
- економічні втрати (наприклад, зниження туристичної привабливості).

Геоінформаційні методи дають змогу оцінювати дані про якість води не лише як окремі точкові вимірювання, а як **просторово та часово змінні процеси**, пов'язані зі структурою гідрографічної мережі.

Параметри якості води

Найчастіше вимірювані параметри:

Фізичні характеристики:

- температура;
- каламутність;
- колір.

Хімічні характеристики:

- pH,
- розчинений кисень (DO);
- концентрація нітратів, амонію та фосфатів;

- електропровідність (ЕС).

Біологічні характеристики:

- кількість мікроорганізмів (наприклад, коліформних бактерій);
- рівень цвітіння водоростей.

Джерела даних гідрографічної мережі

- **Угорщина:** бази даних VIZIG, Гідрографічний атлас, Національна служба прогнозування рівня води.
- **Україна:** база даних Ukrhidromet, GIS басейну Дніпра.
- **Міжнародні джерела:** HydroSHEDS (глобальні дані гідромережі), Global Runoff Data Centre.

Картографування гідрографічної мережі є ключовим у дослідженнях якості води, оскільки напрямок і швидкість течії безпосередньо впливають на поширення забруднювальних речовин.

Інтеграція даних про якість води у GIS

Етапи:

- **Збір даних:** польові вимірювання з GPS-координатами.
- **Інтеграція у карту:** поєднання точок вимірювання з шаром гідрографічної мережі.
- **Інтерполяція:** моделювання поверхневого розподілу концентрації забруднювачів (наприклад, IDW, Kriging).
- **Аналіз часових рядів:** дослідження сезонних або довгострокових змін.
- **Аналіз джерел:** визначення потенційних джерел забруднення.

18.3. Моделювання забруднення повітря

Якість повітря безпосередньо впливає на здоров'я людини, стан екосистем і економіку. За даними World Health Organization, щороку мільйони передчасних смертей пов'язані із забрудненням повітря. Дослідження та моделювання забруднення повітря є особливо важливими у містах, де транспорт, промисловість і опалення спричиняють значні викиди забруднювачів.

GIS-моделювання забруднення повітря дає змогу:

- картографувати просторове розташування джерел забруднення;

- прогнозувати моделі поширення забруднення;
- оцінювати ефективність заходів втручання.

3.2 Основні забруднювачі повітря та їхні джерела

Гази :

- Вуглекислий газ (CO_2) — спалювання викопного палива.
- Чадний газ (CO) — транспорт і промислові процеси.
- Діоксид сірки (SO_2) — електростанції, опалення.
- Оксиди азоту (NO_x) — транспорт і промисловість.
- Озон (O_3) — продукт фотохімічних реакцій.

Тверді частинки: – PM_{10} та $\text{PM}_{2.5}$ — пил, сажа, аерозолі.

Джерела :

- транспорт (міський рух);
- промисловість (заводи, електростанції);
- побутове опалення;
- сільськогосподарські спалювання.

Джерела даних про забруднення повітря у GIS

Угорщина :

- Національна мережа моніторингу забруднення повітря (OLM).
- База даних Levegő Munkacsoport.

Україна :

- Станції моніторингу якості повітря Ukrhidromet.
- Kyiv EcoMonitoring.

Міжнародні джерела:

- Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS).
- WHO Global Air Quality Database.

Методи моделювання забруднення повітря у GIS

1. Моделювання на основі точкових джерел:

- Нанесення на карту даних, отриманих із вимірювань.
- Наприклад, дані міських станцій моніторингу $\text{PM}_{2.5}$.

2. Інтерполяція :

- Оцінювання значень між точками спостереження (IDW, Kriging).

- Дає змогу досліджувати просторову безперервність забруднення.

3. Моделі поширення :

- Атмосферні дисперсійні моделі (наприклад, CALPUFF, AERMOD).
- Враховують напрямок вітру, температуру та рельєф.

18. 4. Приклад: моделювання повеней за допомогою DEM

Повінь є однією з найсерйозніших природних катастроф, яка щороку зачіпає мільйони людей у світі. Унаслідок змін клімату частота та інтенсивність екстремальних опадів зростає, що підвищує ризик повеней.

Геоінформаційні інструменти, особливо **цифрові моделі рельєфу (DEM)**, відіграють ключову роль у моделюванні повеней, оскільки забезпечують точне уявлення про висотні характеристики поверхні та дають змогу моделювати поширення води.

Роль DEM у моделюванні повеней

DEM (Digital Elevation Model) — це растровий набір даних, у якому кожній комірці відповідає значення висоти. У моделюванні повеней використання DEM дає змогу:

- визначати межі заплав;
- встановлювати напрямок поширення води;
- аналізувати крутизну та експозицію схилів;
- визначати оптимальні місця для захисних споруд.

Важливий аспект: роздільна здатність DEM суттєво впливає на точність моделювання. Для міських територій рекомендовано розмір комірки 1–5 м, для великих територій — 10–30 м.

Джерела даних для моделювання повеней

В Угорщині::

- цифрові версії топографічних карт EOTR;
- база даних DEM порталу Geoport.hu.

В Україні :

- дані рельєфу Ukrgeokartografija;
- відкриті LiDAR-бази даних (наприклад, для окремих регіонів Західної України).

Міжнародні джерела::

- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

- Copernicus EU-DEM.

Етапи моделювання повені у QGIS

1. Імпорт DEM-даних:

- У форматі GeoTIFF або ASCII Grid.
- Налаштування проєкції (наприклад, ETRS89 / EOVI в Угорщині).

2. Гідрологічна попередня обробка:

- **Fill sinks** (заповнення западин) для забезпечення моделювання стоку води.
- Додавання шару русла річки.

3. Визначення рівня повені:

Задання умовного рівня води (наприклад, на 2 м вище поточного рівня річки).

4. Розрахунок площі затоплення::

- Raster Calculator: (DEM < рівень повені) → 1, в іншому випадку 0.
- Результат: бінарна карта поширення повені.

5. Візуалізація :

- Затоплені території позначаються синім кольором.
- Вищі ділянки — зеленими або коричневими відтінками.

Контрольні питання до розділу

1. Які три основні групи параметрів розрізняють під час дослідження ґрунтів і якими методами їх можна вимірювати?
2. Чому важливо фіксувати GPS-координати під час відбору ґрунтових проб?
3. Назвіть три фізичні, хімічні та біологічні параметри якості води!
4. Чому важливо враховувати гідрографічну мережу під час досліджень якості води?
5. Через які етапи можуть бути інтегровані дані про якість води у GIS?
6. Які основні забруднювачі повітря та їхні типові джерела викидів?
7. Як GIS може застосовуватися для просторового аналізу та прогнозування забруднення повітря?
8. Яку роль відіграє DEM у моделюванні повеней?
9. Коротко опишіть, як можна створити карту поширення повені у QGIS з використанням DEM-даних!

Література

1. Карабінюк М., Лета В. (2024): Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Тематична картографія» для здобувачів денної та заочної форм навчання спеціальності 106 географія. ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет» Мукачівський Державний Університет. Ужгород, 2024. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62548/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%28%D1%86%D1%96%D0%BB%D0%B0%29.pdf>
2. Молнар Д. Стефан, Оросі Дора, Бірток Ванесса (2024): Збірник наукових термінів з предмету «Картографія з основами топографії». Методичний посібник для засвоєння основних термінів з дисципліни «Картографія з основами топографії». Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, Берегове, 2024. – 99 с. – у формі електронного видання.
3. Ямелинець Т.С. (2008): Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 196 с.
4. <https://www.vizugy.hu>
5. <https://copernicus.eu>
6. <https://earthexplorer.usgs.gov>
7. <https://www.ovf.hu>
8. <https://map.mbfisz.gov.hu>
9. <http://uhmi.org.ua>
10. <https://hydrosheds.org>
11. <https://www.met.hu>
12. <https://atmosphere.copernicus.eu>
13. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health>

19. ТЕМА

ДЕМОГРАФІЧНИЙ ТА СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ

19.1. Просторове дослідження демографії та суспільної географії

Демографія вивчає склад населення, його зміни та рух. Суспільна географія (соціогеографія) досліджує, як суспільні явища розподіляються у просторі та як вони взаємодіють із природним середовищем.

Просторовий аналіз у цих науках є надзвичайно важливим, оскільки:

- показує не лише числові показники, а й виявляє **географічні закономірності**;
- дає змогу досліджувати причинно-наслідкові зв'язки (наприклад, взаємозв'язок між високим рівнем безробіття та міграцією);
- підтримує **планування та прийняття рішень** на місцевому, регіональному й національному рівнях.

Роль геоінформатики у суспільних дослідженнях

Основою сучасних демографічних і суспільно-географічних досліджень часто є **геоінформаційні системи (GIS)**. Ці системи здатні:

- **інтегровано** обробляти великі обсяги даних;
- забезпечувати **картографічне відображення**, що є наочним і зрозумілим;
- виконувати часові дослідження (наприклад, порівняння даних переписів населення 2001, 2011 і 2021 років);
- здійснювати **моделювання та прогнозування** (наприклад, прогнозування міграційних тенденцій).

Використання GIS дає змогу дослідникам і студентам не лише відображати явища, а й **виявляти нові закономірності**, які складно помітити за допомогою традиційного табличного аналізу.

Соціальні та демографічні процеси розподіляються у просторі нерівномірно. Наприклад:

- у межах однієї країни густота населення окремих регіонів може в кілька разів перевищувати інші;
- напрямки міграції часто орієнтовані на економічні центри;
- рівні народжуваності та смертності відрізняються між міськими та сільськими територіями.
- Завдяки просторовому аналізу такі відмінності можна легко інтерпретувати не

лише чисельно, а й візуально, що особливо корисно для освітніх цілей.

Приклади практичного застосування просторових демографічних досліджень

- **Планування медичного забезпечення** — оптимальне розміщення лікарень та амбулаторій на основі вікової структури населення та доступності.
- **Розвиток освітньої інфраструктури** — планування шкіл у населених пунктах із високою часткою дитячого населення.
- **Цивільний захист** — картографування населення, яке перебуває у зоні ризику під час повеней, землетрусів або лісових пожеж.
- **Економічний розвиток** — просторовий аналіз ринку праці для вибору місця розташування індустріальних парків або логістичних центрів.

19.2. Картографування розподілу населення та густоти населення

Розподіл населення — просторове розміщення населення на певній території у різних масштабах (світ, країна, регіон, населений пункт).

Густота населення — кількість населення на одиницю площі, зазвичай у осіб/км².

Джерела даних

Офіційні статистичні дані:

- Угорщина: Központi Statisztikai Hivatal (дані перепису населення, статистика по населених пунктах);
- Україна: Державна служба статистики України.
- Міжнародні: **UNdata**, **WorldPop**, **Eurostat**.

Відкриті просторові дані:

- OpenStreetMap для меж населених територій. .
- Copernicus Urban Atlas для міських зон .

Методи дослідження розподілу населення

- **Картограма** — адміністративні одиниці (наприклад, області, райони) зафарбовуються відповідно до густоти населення.
- **Точкові карти** — кожна точка позначає певну кількість жителів.
- **Теплові карти (heatmap)** — візуальне виділення густозаселених територій.
- **Растрові моделі розподілу** — густота населення розподілена по растрових комірках (наприклад, 1 км²).

Приклад: створення карти густоти населення

- **Отримання даних:** межі населених пунктів (shapefile) + чисельність населення (CSV).
- **Зв'язування атрибутів:** приєднання CSV до просторових даних (Join by attribute).
- **Розрахунок густоти населення:** створення нового поля – $\text{густина_населення} = \text{населення} / \text{площа_км}^2$.
- **Візуалізація:** Graduated symbology — налаштування кольорової шкали.
- **Експорт карти:** у форматі PDF або PNG.

19.3. Картографування міграційних процесів

Основні поняття

- **Міграція** — постійне або тимчасове переміщення людей з однієї географічної одиниці до іншої.
- **Еміграція** — виїзд із певної країни або території.
- **Імміграція** — прибуття населення з іншої країни або території.
- **Внутрішня міграція** — переміщення в межах одного населеного пункту або між населеними пунктами всередині країни.
- **Міграційне сальдо** — кількість іммігрантів мінус кількість емігрантів.
- **Економічна міграція** — пошук роботи та вищого рівня життя.
- **Політична міграція** — втеча від війни або переслідувань.
- **Екологічна міграція** — наслідок природних катастроф і змін клімату.
- **Тимчасова міграція** — сезонна робота або навчання.
- **Вимушена міграція** — депортації, потоки біженців.

Джерела даних для картографування міграції

- UNHCR (menekültügyi statisztikák)
- International Organization for Migration (IOM)
- World Bank Migration Data Portal
- Угорщина: Központi Statisztikai Hivatal — статистика міграції.
- Україна: Державна служба статистики України (дані про внутрішньо переміщених осіб — IDP).
- OpenStreetMap (міграційна інфраструктура, місця таборів).
- Humanitarian Data Exchange — дані про міграцію в кризових регіонах.

Відображення міграції у GIS

- **Карти потоків** (flow maps) — стрілками позначають напрямок і масштаб переміщення.
- **Кругові діаграми на карті** — показують частки походження мігрантів у територіях призначення.
- **Теплові карти** (heatmap) — відображення інтенсивності міграційних осередків.
- **Часові карти** — динаміка міграції за роками або місяцями.

Приклад: аналіз міжнародної імміграції у QGIS

- Підготовка даних: кількість іммігрантів та емігрантів по країнах у форматі CSV.
- Завантаження карти світу у форматі shapefile.
- Об'єднання атрибутів (Join by attribute).
- Символізація:
 - приплив населення → зелені відтінки;
 - відтік населення → червоні відтінки;
 - потоки → стрілкові об'єкти, розмір яких пропорційний величині потоку.
- **Експорт карти в інтерактивному HTML-форматі** (плагін qgis2web).

Критерії аналізу

- Основні напрямки міграційних маршрутів (наприклад, Схід–Захід, Південь–Північ).
- Географічні бар'єри (гори, моря, прикордонні огорожі).
- Політичні та економічні умови країн-приймачів.
- Зв'язок між змінами кризових зон та хвилями міграції.

19.4. Приклад — обробка даних перепису населення

Перепис населення є одним із найважливіших джерел статистичних даних, що надає повну інформацію про демографічні, економічні та соціальні характеристики країни або регіону. Обробка та картографічне відображення цих даних мають ключове значення у викладанні географії, оскільки:

- базуються на конкретних і реальних даних;
- дають змогу учням розвивати навички аналізу даних та критики джерел;
- поєднують геоінформатику із суспільною географією.

Джерела даних

В Угорщині:

- **KSH Népszámlálási adatbázis** — дані перепису населення на рівні населених пунктів, тематичний пошук.
- **TelIR** — Територіальна статистична система — дані на рівні муніципалітетів і регіонів. .

В Україні:

- **Державна служба статистики України** — дані перепису населення. (<http://www.ukrstat.gov.ua/>).

Міжнародні джерела::

- **UNdata** – глобальні порівняльні дані (<https://data.un.org/>).
- **WorldPop** – високодеталізовані карти населення. (<https://www.worldpop.org/>).

Етапи виконання завдання:

Завантаження даних

- Оберіть область або регіон.
- Завантажте дані на рівні населених пунктів щодо чисельності населення, віку та статі.

Підготовка даних

- У форматі CSV/Excel упорядкуйте стовпці: населений пункт, загальна чисельність населення, кількість чоловіків, кількість жінок, вікові групи.

Імпорт у GIS

- Завантажте shapefile із межами населених пунктів..
- Об'єднання атрибутів (Join by attribute).

Візуалізація

- Створення тематичних карт: наприклад, густота населення, співвідношення статей, частка людей похилого віку.

Аналіз

- Що пояснює відмінності у густоті населення?
- Де найвищий рівень старіння населення?
- Як міграція впливає на статистичні дані?

Презентація

- Представлення результатів у вигляді постера або цифрового формату (StoryMap).

Контрольні питання до розділу

1. У чому полягає різниця між предметом дослідження демографії та суспільної географії?
2. Які переваги надає геоінформаційний аналіз під час обробки демографічних даних?
3. Назвіть щонайменше три джерела даних, які можна використовувати для отримання інформації про густоту населення в Угорщині, Україні та на міжнародному рівні!
4. Якими методами можна відображати розподіл населення на карті?
5. Якими картографічними методами можна відобразити міграцію у GIS?
6. Чому перепис населення є особливо важливим джерелом даних для суспільно-географічних досліджень?
7. Як у GIS можна поєднати дані перепису населення з межами населених пунктів та відобразити їх на тематичній карті?

Література

1. Державна служба статистики України – <https://www.ukrstat.gov.ua>
2. Központi Statisztikai Hivatal – <https://www.ksh.hu>
3. United Nations Population Division – <https://population.un.org>
4. Nyílt térképi adatok: OpenStreetMap – <https://www.openstreetmap.org>
5. <https://ec.europa.eu/eurostat>
6. Globális populációs rács: <https://www.worldpop.org>
7. UNHCR statisztikák: <https://www.unhcr.org/refugee-statistics/>
8. IOM Migration Data Portal: <https://www.migrationdataportal.org/>
9. HDX Humanitarian Data Exchange: <https://data.humdata.org/>
10. Eurostat demográfiai statisztikák: <https://ec.europa.eu/eurostat>
11. UNdata Population by Age and Sex: <https://data.un.org>
12. QGIS kezdő útmutató: https://docs.qgis.org/latest/hu/docs/user_manual/
13. QGIS dokumentáció – diagramok: https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/working_with_vector/charts.html
14. Eurostat Population Database: <https://ec.europa.eu/eurosta>

20. ТЕМА

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

20.1. Структура населеного пункту

Структура населеного пункту — це просторове розміщення забудованих і природних елементів поселення, яке визначає транспортні, економічні, соціальні та екологічні умови.

Її значення проявляється на кількох рівнях:

- у **містобудуванні**: допомагає визначати напрями розвитку інфраструктури;
- у **регіональному плануванні**: відіграє важливу роль у вивченні ієрархії населених пунктів та їхніх взаємозв'язків;
- в **охороні довкілля**: визначає співвідношення зелених зон, водних поверхонь та промислових територій.

GIS-методи дослідження структури населених пунктів

- **Аналіз картографічних шарів**: будівлі, дорожня мережа, зелені зони, водні об'єкти.
- **Аналіз щільності (Kernel density)**: картографування щільності населення або інфраструктури.
- **Просторовий мережевий аналіз**: дослідження зв'язків між дорогами та транспортними вузлами.
- **Зонування**: виділення житлових, промислових, комерційних і зелених зон.

Інфраструктура є **життєвою основою** міст і регіонів. До неї належать усі об'єкти, системи та послуги, що забезпечують функціонування населених пунктів: транспортні мережі, системи водопостачання та каналізації, енергозабезпечення, комунікаційні мережі, а також доступність освітніх і медичних установ.. У сучасному містобудуванні інфраструктура — це не лише сукупність фізичних об'єктів, а **інтегрована просторова система планування**, розвиток якої є ключовим для сталого зростання населених пунктів.

Уявімо, що населення невеликого міста за десять років подвоїлося. З появою нових житлових районів існуюча дорожня мережа стає перевантаженою, школи переповнюються, а потужності системи водопостачання виявляються не-

достатніми. У такій ситуації містобудівники повинні за допомогою **GIS-моделювання** прогнозувати необхідні напрями розвитку.

20.2. Розвиток інфраструктури

Розвиток інфраструктури можна поділити на кілька основних груп:

2.1 Транспортна інфраструктура

- Розширення та реконструкція дорожньої мережі.
- Розвиток залізничних ліній та систем громадського транспорту.
- Створення велосипедних доріжок і пішохідних зон.

2.2 Комунальна інфраструктура

- Розширення мереж водопостачання та каналізації.
- Виробництво та розподіл енергії (електроенергія, газ).
- Інфраструктура управління відходами.

2.3 Цифрова інфраструктура

- Широкосмуговий інтернет та оптоволоконні мережі.
- Рішення «розумного міста» (сенсори, системи збору даних).

2.4 Доступність громадських послуг

- Освітні заклади.
- Система охорони здоров'я.
- Соціальні установи.

Роль GIS в інфраструктурному плануванні

Геоінформаційні системи (GIS) дають змогу:

- **картографувати** просторовий розподіл існуючої інфраструктури;
- **виявляти проблемні ділянки** (наприклад, транспортні затори або території без покриття);
- **створювати транспортні, мережеві та потужнісні моделі;**
- **виконувати просторові прогнози** майбутніх потреб.

Наприклад, під час проєктування нової велосипедної доріжки GIS може моделювати можливі маршрути з урахуванням рельєфу, існуючої транспортної мережі, потреб населення та вимог безпеки.

Джерела даних для інфраструктурного планування

- **OpenStreetMap (OSM)** — безкоштовна спільнотна картографічна база даних,

що містить інформацію про дорожню мережу, будівлі та комунікації.

- **Національні та місцеві кадастрові карти** — точна інформація про нерухомість і землекористування.
- **Транспортні дані** — сенсори обліку руху, дані мобільних телефонів.
- **Дані дистанційного зондування** — супутникові та дронів знімки для дослідження нової забудови та зелених зон.
- **Демографічні та статистичні дані** — Központi Statisztikai Hivatal, Державна служба статистики України.

Методи моделювання

1. Мережевий аналіз

Використовується для оптимізації транспортної мережі. Наприклад:

Планування маршрутів (найкоротший або найшвидший шлях);

Аналіз доступності (наприклад, пішохідна відстань до автобусних зупинок).

2. Сценарне моделювання

Порівняння різних сценаріїв розвитку (наприклад, який варіант розширення дороги найкраще зменшує транспортне навантаження).

3. Аналіз витрат і вигод із використанням просторових даних

Дослідження економічного впливу проєктів за допомогою картографічної візуалізації.

20.3. Аналіз зелених зон

Міські зелені території — зокрема парки, алеї, громадські сади та міські ліси — відіграють ключову роль у підтриманні якості життя населення. Зелені насадження:

- **надають екологічні послуги:** очищують повітря, зменшують ефект міського теплового острова, забезпечують середовище існування для видів;
- **створюють рекреаційні можливості** для населення;
- **виконують водогосподарські функції**, сприяючи відведенню та інфільтрації дощових вод;
- **мають естетичне значення**, покращуючи комфорт міського середовища.

Метою аналізу зелених зон є оцінка існуючих зелених територій, **визначення їхнього стану та доступності**, а також виявлення **можливостей для подальшого розвитку**.

Типи зелених зон

З погляду містобудування та охорони довкілля зелені території можна поділити на кілька категорій:

- **Громадські парки та сади** — відкриті для населення рекреаційні території.
- **Алеї та зелені пішохідні зони** — зелені елементи транспортної мережі, що виконують естетичну функцію та сприяють зменшенню забруднення повітря.
- **Міські ліси** — великі природні території, близькі до природного стану.
- **Спортивні майданчики та дитячі ігрові зони** — зелені території спеціального призначення.
- **Приватні сади та внутрішні двори** — території з обмеженим доступом, які, однак, мають екологічну цінність.

GIS-методи аналізу зелених зон

Геоінформатика (GIS) дає змогу точно досліджувати **просторовий розподіл, площу та стан зелених територій**.

Основні методи::

- **Обробка даних дистанційного зондування:** визначення зелених зон за супутниковими та аерофотознімками (наприклад, Sentinel-2, Landsat).
- **Розрахунок NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)** для оцінки стану рослинності.
- **Аналіз доступності:** за допомогою буферних зон можна визначити, яка частина населення має доступ до парку в межах 5–10 хвилин пішки.
- **Аналіз часових рядів:** відстеження змін зелених територій протягом кількох років.

Джерела даних

- **OpenStreetMap (OSM)** — відкриті картографічні дані з цифровими межами парків і зелених зон.
- **Copernicus Programme Sentinel Hub** — безкоштовні мультиспектральні супутникові знімки.
- **Geoportal.hu** — картографічні та ортофотодані Угорщини.
- **Глобальні бази даних дистанційного зондування** — United States Geological Survey Earth Explorer, NASA Earthdata.
- **Місцеві муніципальні бази даних** — реєстри міських парків, плани озеленення.

Приклад — аналіз можливостей розвитку парків у QGIS

Мета: оцінка зелених зон середнього міста та визначення можливостей їх розширення.

Етапи :

- **Збір даних:** межі парків і зелених зон з OSM; ортофотознімки.
- **Просторовий аналіз:** створення буферних зон навколо кожного парку (300 м, 500 м).
- **Визначення проблемних територій:** вибір житлових районів, які не потрапляють у жодну буферну зону.
- **Візуалізація:** створення тематичної карти забезпеченості зеленими зонами.
- **Пропозиція:** визначення місця для нового парку з метою покращення доступу населення.

Містобудування — це не лише інженерне та адміністративне завдання, а й складний соціальний, економічний та екологічний процес. У шкільній географічній освіті особливо важливо, щоб учні вивчали основи розвитку населених пунктів на прикладі місцевих проєктів.

Опрацювання місцевих містобудівних проєктів:

- **наближає навчальний матеріал** до учнів, оскільки стосується їхнього власного середовища проживання;
- **розвиває критичне мислення**, адже учні навчаються аналізувати та оцінювати плани розвитку;
- **формує цифрові компетентності**, особливо у використанні геоінформаційних систем (GIS).

Контрольні питання до розділу

1. Що означає поняття структури населеного пункту і чому воно є важливим у містобудуванні?
2. Якими GIS-методами можна досліджувати структуру населених пунктів? Назвіть щонайменше три!
3. Як GIS може допомогти у прогнозуванні інфраструктурних проблем швидкозростаючого малого міста?
4. Назвіть чотири основні напрями розвитку інфраструктури, згадані в тексті!
5. Яку роль відіграє GIS в інфраструктурному плануванні? Наведіть конкретний

приклад!

6. Які джерела даних доступні для інфраструктурного планування? Назвіть щонайменше два!
7. Чому міські зелені зони є ключовими для якості життя населення?
8. На які основні категорії можна поділити міські зелені території?
9. Які GIS-методи можуть застосовуватися для дослідження зелених зон (наприклад, NDVI, буферні зони)?
10. Як у QGIS можна визначити недостатньо забезпечені зеленими зонами території середнього міста та які пропозиції щодо розвитку можна запропонувати?

Література та джерела

1. Зубик А. І. (2021): ГІС в урбаністиці та просторовому плануванні. Навчально-методичний посібник. Географічний факультет. Кафедра географії. Львівський національний університет ім. Івана Франка. Львів, 2021. Павленко Л.А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. / Л. А. Павленко. -Х. Вид. ХНЕУ, 2013.-260 с.
2. Detrekői Á, Szabó Gy (2002): Bevezetés a térinformatikába. Tankönyvkiadó, Budapest.
3. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру: <https://land.gov.ua>
4. OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org>
5. European Environment Agency – Green Infrastructure: <https://www.eea.europa.eu>
6. Публічна кадастрова карта <https://kadastrova-karta.com/>
7. Державна служба статистики України – статистичні дані
8. QGIS Documentation – <https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/index.html>

21. ТЕМА

ПРИРОДНІ НЕБЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТ ВІД КАТА-СТРОФ

21.1. Карти ризику

Карта ризику — це **візуалізація на основі геоінформаційних систем**, яка відображає потенційні джерела небезпеки та ймовірність їх виникнення для певної географічної території.

Просторовий розподіл природних небезпек — повеней, землетрусів, лісових пожеж, зсувів, штормів — зазвичай не є випадковим, а визначається геологічними, геоморфологічними, кліматичними та антропогенними чинниками.

Основна мета:

- візуальне представлення рівня небезпеки для населення, інфраструктури та природного середовища;
- підтримка прийняття рішень і планування заходів цивільного захисту.

Карти ризику використовуються **не лише для відображення минулих подій**, а й для **прогнозування та підготовки** до можливих небезпек.

2. Структура карт ризику

Більшість карт ризику є **багатошаровими GIS-проектами**, де кожен шар пов'язаний із певним типом небезпеки або довідковою інформацією.

Основні типи шарів:

- **Шар джерел небезпеки** — наприклад, запливи, епіцентри землетрусів, місця виникнення пожеж.
- **Шар експозиції** — розташування населення, будівель та інфраструктури, що перебувають під загрозою.
- **Шар вразливості** — соціальні, економічні та екологічні фактори (наприклад, індекс бідності, стан захисних споруд).
- **Базова карта** — рельєфна, топографічна карта або ортофотознімок.

Формати :

- **Векторні дані** (точки, лінії, полігони) — наприклад, місця розташування дамб або межі зон небезпеки.
- **Растрові дані** — наприклад, цифрова модель рельєфу або індекс пожежної небезпеки.

Процес створення карт ризику у GIS

Збір даних

- Архіви минулих подій (наприклад, максимальні рівні повеней, каталоги землетрусів).
- Метеорологічні, гідрологічні та геологічні дані.
- Відкриті портали даних: наприклад, Copernicus Emergency Management Service, Geoportal.hu.

Попередня обробка даних

- Уніфікація проєкцій..
- Фільтрація помилкових або неповних даних.
- Категоризація шарів (наприклад, кольорове позначення рівнів небезпеки).

Аналіз

- Дослідження просторових перекриттів (наприклад, житлових територій і заплав).
- Імовірнісне моделювання (наприклад, ймовірність повені раз на 100 років).

Візуалізація

- Створення кольорових шкал (наприклад, зелений — низький ризик, червоний — високий ризик).
- Додавання легенди, пояснювальних текстів та метаданих.

Публікація

- У друкованій формі (наприклад, як частина місцевого плану цивільного захисту).
- На онлайн-платформах WebGIS (наприклад, ArcGIS Online, QGIS Cloud).

Сфери застосування

- **Містобудування:** визначення нових зон забудови на безпечних територіях.
- **Розвиток інфраструктури:** планування розміщення доріг, залізничних ліній і дамб.
- **Цивільний захист:** визначення евакуаційних маршрутів і місць укриття.
- **Освіта:** використання на уроках географії та природознавства для наочного пояснення.

Приклад проєкту — карта ризику повені у QGIS

Мета: створення карти ризику повені для населеного пункту, розташовано-

го вздовж річки.

Етапи:

1. Завантаження цифрової моделі рельєфу (DEM) та гідрографічних даних річки.
2. За допомогою гідрологічного модуля моделюється підвищення рівня води на 2, 5 і 10 метрів.
3. Затоплені території перетворюються у полігональний шар.
4. Шляхом перетину із шаром житлових територій визначаються будинки, що перебувають під загрозою.
5. Кольорове позначення: три категорії (низький, середній, високий ризик).

Угорські ресурси::

Geoportal.hu – <https://www.geoportal.hu>

Országos Vízügyi Főigazgatóság árvízi információk – <https://www.ovf.hu>

Українські ресурси::

Державна служба України з надзвичайних ситуацій – <https://dsns.gov.ua>

Відкрита карта ризиків (Open Risk Map) – <https://map.dsns.gov.ua>

Англомовні ресурси::

Copernicus Emergency Management Service – <https://emergency.copernicus.eu>

UNDRR Risk Data Hub – <https://risk.data.un.org>

21.2. Моделювання повеней, землетрусів та лісових пожеж

Моделювання природних небезпек дає можливість **прогнозувати** території, що перебувають під загрозою катастроф, і таким чином вживати превентивних заходів.

Завдяки інтеграції геоінформаційних систем (GIS) та різних джерел даних можна **моделювати** просторове поширення та часову динаміку різних типів небезпек.

Цілі :

- визначення небезпечних територій;
- захист населення та інфраструктури;
- обґрунтування планів цивільного захисту.

Моделювання повеней у GIS

Джерела даних

- **Цифрова модель рельєфу (DEM)** для аналізу висотних характеристик території.

- **Гідрологічні дані:** витрати річки, коливання рівня води, максимальні рівні повеней.
- **Метеорологічні прогнози:** інтенсивність опадів, процеси танення снігу.

Методика

- Імпорт DEM у GIS.
- Використання гідрологічних інструментів (наприклад, функцій Fill, Flow Direction, Flow Accumulation).
- Моделювання рівнів повені (наприклад, +2 м, +5 м, +10 м відносно середнього рівня води у річці).
- Створення полігонів затоплення та аналіз їхнього перекриття із житловими територіями.

Кейс

На річці Тиса у 2001 році рекордний рівень повені перевищив 10 метрів. За допомогою QGIS та DEM-даних можна реконструювати масштаби затоплення та змодельовати подібні майбутні події.

Моделювання землетрусів у GIS

Джерела даних

- **Сейсмічні каталоги** (наприклад, United States Geological Survey, European-Mediterranean Seismological Centre).
- **Цифрові дані про геологічні розломи.**
- **Карти структури ґрунтів** для оцінки поширення сейсмічних хвиль.

Методика

- Картографування епіцентрів землетрусів та їхньої магнітуди.
- Створення буферних зон відповідно до зменшення інтенсивності землетрусу.
- Інтеграція даних про забудову та густоту населення для оцінки ризику.

Кейс

Під час моделювання землетрусу в Непалі 2015 року були інтегровані супутникові знімки NASA та дані United States Geological Survey для прогнозування зон ризику повторних поштовхів.

Моделювання лісових пожеж у GIS

Джерела даних

- **Супутникові знімки** (Sentinel-2, Landsat 8) із даними про рослинність і температуру.

- **Метеорологічні дані:** температура, вологість повітря, напрямок вітру.
- **Карти землекористування:** ліси, сільськогосподарські угіддя, населені пункти.

Методика

- Розрахунок NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) для оцінки стану рослинності.
- Інтеграція температурних і вітрових даних у модель поширення пожежі.
- Визначення населених пунктів, що перебувають під загрозою, за допомогою буферних зон.

Кейс

В Іспанії під час літньої спеки 2022 року Copernicus Emergency Management Service надавав карти лісових пожеж у режимі реального часу, які місцева влада використовувала для планування евакуації.

Контрольні питання до розділу

1. Що називають картою ризику і яка її основна мета?
2. З яких шарів складається карта ризику (назвіть щонайменше три типи)?
3. Які джерела даних можна використовувати для створення карт ризику?
4. З яких основних етапів складається процес створення карт ризику у GIS?
5. Як на карті можуть бути відображені різні рівні ризику?
6. Як цифрова модель рельєфу (DEM) використовується у моделюванні повеней?

Література та джерела

1. Світличний О.О., Плотницький С.В. (2007): Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: ВТД
2. Debrői-Szabó: Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007.
3. Elek István: Térinformatikai gyakorlatok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.
4. Klinghammer István: Térképészeti és geoinformatika I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010.
5. Országos Vízügyi Főigazgatóság – <https://www.ovf.hu>
6. Державна служба України з надзвичайних ситуацій – <https://dsns.gov.ua>
7. Copernicus Emergency Management Service – <https://emergency.copernicus.eu>
8. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) – <https://www.undrr.org>
9. НАН України – Географічний інститут: <https://igs-nas.org.ua>

22. ТЕМА

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКІ ЗАСТОСУВАННЯ

22.1. Точне землеробство

Точне землеробство (Precision Agriculture) — це **керований даними метод ведення сільського господарства**, у якому управління полями та сільськогосподарськими культурами базується на максимально точній просторовій і часовій інформації..

Цілі:

- максимізація врожайності;
- оптимізація витрат та використання ресурсів (добрив, засобів захисту рослин);
- зменшення навантаження на довкілля.

Роль GIS

- **Створення карт зонування** на основі різної продуктивності в межах одного поля.
- **Визначення місць відбору ґрунтових проб** за допомогою GPS.
- **Моніторинг стану рослинності** за супутниковими або дронними знімками.

Приклади та інструменти

- **QGIS + дані Sentinel-2**: розрахунок вегетаційних індексів.
- **John Deere Operations Center** — інтеграція даних із сільськогосподарської техніки.
- **AgroSense** — угорськомовна онлайн-платформа для ведення господарства.

22. 2. Моніторинг змін лісового покриву

Стан лісових територій має ключове значення для біорізноманіття, захисту клімату та водного балансу. Геоінформатика дає змогу:

- виявляти **вирубки лісу** та незаконну лісозаготівлю;
- оцінювати **збитки після** лісових пожеж;
- досліджувати ефективність **лісовідновлення**.

Джерела даних

- **Copernicus Land Monitoring Service (CLC, HRL Forest)** — європейські дані про лісовий покрив.

- **Global Forest Change** — щорічні глобальні зміни лісів.
- **Sentinel-2 та Landsat** — мультиспектральні супутникові знімки.

Методи

- **Класифікація зображень** (supervised classification) на категорії «ліс / не ліс».
- **Аналіз часових рядів** для визначення масштабу та місця змін.

22.3. Використання NDVI для оцінки врожайності

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) вимірює фотосинтетичну активність рослинності на основі різниці відбиття червоного (RED) та ближнього інфрачервоного (NIR) спектральних діапазонів:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

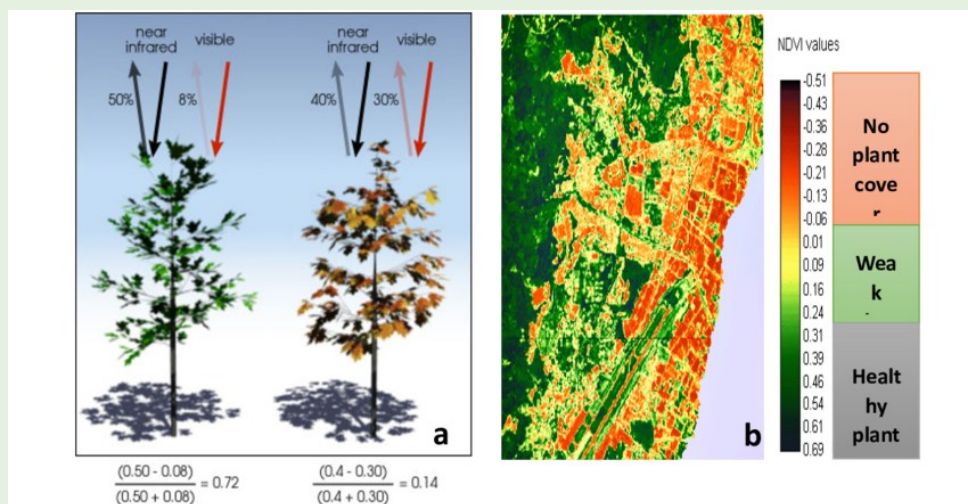
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Діапазон значень::

0,6 – 0,9: здорова, густа рослинність.

0,2 – 0,5: рослинність середнього стану.

0 – 0,2: слабкий рослинний покрив або оголений ґрунт.



Значення NDVI та стан рослинності

Джепело : https://www.researchgate.net/figure/Normalized-difference-vegetation-index-NDVI-reflects-the-photosynthetic-activity-a_fig1_375867555

Оцінка врожайності

Крок 1: Отримання супутникових або дронівих знімків (рекомендовано Sentinel-2, роздільна здатність 10 м).

Крок 2: Розрахунок NDVI у QGIS.

Крок 3: Виділення зон (висока / середня / низька продуктивність).

Крок 4: Прогнозування врожайності на основі стану рослинності.

Переваги

- Економічно ефективні,
- неінвазивні,
- повторювані в часі вимірювання.

Контрольні питання до розділу

1. Що означає точне землеробство і які три його основні цілі?
2. Як GIS допомагає у впровадженні точного землеробства?
3. Назвіть щонайменше два інструменти або платформи, що використовуються у точному землеробстві!
4. Чому важливо постійно досліджувати стан лісового покриву?
5. Які джерела даних можна використовувати для моніторингу змін лісових територій? Назвіть щонайменше три!
6. Які методи застосовуються для картографічного аналізу змін лісового покриву?
7. Яка формула NDVI та які діапазони значень характеризують стан рослинності?
8. На відбитті яких типів електромагнітних хвиль ґрунтується індекс NDVI?
9. Як можна пов'язати значення NDVI з оцінкою врожайності?
10. З яких етапів складається оцінка врожайності на основі NDVI?

Література та джерела

1. Світличний О.О., Плотницький С.В. (2007): Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 295 с. Debrői-Szabó: Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007.
2. Ямелинець Т.С. (2008): Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 196 с.
3. Elek István: Térinformatikai gyakorlatok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.
4. Klinghammer István: Térképészet és geoinformatika I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010.
5. EO Browser: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
6. Global Forest Watch: <https://www.globalforestwatch.org/>
7. AgroSense: <https://www.agrosense.hu/>

23. ТЕМА

ЗАСТОСУВАННЯ В ТУРИЗМІ

23.1. РОЛЬ GIS У ТУРИЗМІ

Туризм завжди був тісно пов'язаний із географічною інформацією. Туристи обирають маршрути, шукають визначні місця, бронюють місця проживання та орієнтуються на місцевості. Якщо раніше вони покладалися на друковані карти, путівники та усні вказівки, то сьогодні більшість інформації забезпечують цифрові геоінформаційні системи (GIS) — часто в режимі реального часу.

Геоінформаційні системи дають змогу:

- **цифрово фіксувати місця розташування** (точкові дані);
- **планувати та оптимізувати маршрути**;
- **відображати інтерактивний контент** (фотографії, описи, відгуки);
- **інтегрувати інформацію в реальному часі** (години роботи, дорожню ситуацію, погоду).

У туризмі GIS використовують не лише туристи, а й туристичні фахівці, органи місцевого самоврядування та розробники, наприклад:

- **для розробки туристичних стратегій** (аналіз потоків відвідувачів);
- **для планування інфраструктури** (паркінги, інформаційні пункти);
- **для презентації природних і культурних цінностей**.

Переваги цифрових карт у туризмі

Точність і актуальність — карти можуть постійно оновлюватися, тому користувачі отримують найсвіжіші дані.

Інтерактивність — туристи можуть персоналізувати пошук, створювати власні маршрути, читати відгуки.

Доступність — використання на мобільних пристроях та онлайн, з інтернетом або офлайн (наприклад, із завантаженими фрагментами карти).

Інтегрованість — у карти можуть бути вбудовані додаткові дані, наприклад, рекомендації програм, можливості бронювання житла чи календарі подій.

Аналіз просторового розподілу відвідувачів, визначення цільових груп та виявлення популярних місць допомагають формувати маркетингові стратегії. Наприклад, туристичний офіс міста може аналізувати потоки туристів і на основі цього рекламувати менш відомі пам'ятки.

Умови позначення
Jelmagyarázat

- церква, templom
- синагога, zsinagóga
- школа, iskola
- лікарня, kórház
- автозастава, parkoló
- таксі, taxi
- ринок, piac
- заправка, benzinkút
- залізничний вокзал, vasútállomás

ЦЕНТР м.БЕРЕГОВА
BEREGSZÁSZ-KÖZPONTJA

Карта выполнена в рамках проекта Европейского Союза
"Україна розвивається" культурної спадщини "Україна"
Нормативна та ін. Бергівська НІСРОВА/1702/3.1.0057.

Hungary
Slovakia
Romania
Ukraine

Українсько-Європейський Рух Європи Програма транскордонного співробітництва ЄС 2014-2020

Европейский Союз

ТÉRKÉPJELZÉSEK

- Római katolikus templom
- Szent István király-mellszobor
- Az egykori Bethlen-Rákóczi-kastély
- Az egykori Magyar Királyi Posta
- Az egykori Beregegyesi Pénzügyi és Vámbírvitai
- Eszé Tamás-mellszobor
- Petőfi Sándor-szobor
- Az egykori Beregegyesi Kaszinó
- Kőhid
- II. Rákóczi Ferenc-lovaszobor
- Az egykori vármegyeháza
- Az egykori Oroszlán vendégfogadó
- Hősök tere, obeliszk az első-második világháborúban elesett katonák emlékére
- Fedák Sári-szobor
- Kárpátaljai Megyei Állami Levélár Berezegesi Részeleg
- Az egykori Berég Vármegyei Magyar Királyi Torvényszék
- Református Templom
- Az egykori Hungária Szállója
- Az egykori Grand Royal Hotel
- Az egykori nagy zsinagóga
- Városi piac
- Az egykori zsidó rituális fürdő
- Az egykori Donát Szálló
- Kubovich-palota
- Méhész-palota
- Kis zsinagóga
- Az egykori Magyar Királyi Elemi Fiúiskola
- Városháza
- Az egykori Magyar Királyi Állami Főgimnázium
- Kórház, Linner Bertalan-mellszobor
- Az egykori állami polgári iskola
- Györgykatolikus templom
- Váry-villa

146

Одним із найважливіших елементів туризму є точна ідентифікація та картографічне відображення туристичних об'єктів. **Туристичними об'єктами** можуть бути:

- **природні** (наприклад, водоспад, печера, гірська вершина);
- **культурні** (музей, церква, замок);
- **розважальні** (парк атракціонів, зоопарк);
- **гастрономічні** (місцевий ринок, відомий ресторан).

Геоінформаційні системи дають змогу цифрово фіксувати ці об'єкти, класифікувати їх та прив'язувати до них **атрибутивні дані** (назва, опис, години роботи, доступність, вартість вхідного квитка).

Методи збору даних

1. Польовий збір даних

GPS-зйомка: ручний GPS, смартфон, дрон.

Формати даних: GPX, KML, CSV.

Точність: для туристичних цілей прийнятною є точність $\pm 5\text{--}10$ метрів.

2. Онлайн-джерела даних

OpenStreetMap — волонтерське редагування карт із можливістю завантаження даних.

Google Maps API — програмний доступ до даних (за умови дозволеного використання).

3. Національні туристичні бази даних (наприклад, портал даних Угорського туристичного агентства).

Приклад — картографування туристичних об'єктів у центрі Берегове

Мета: цифровізація 10 основних туристичних об'єктів та їхнє відображення у QGIS.

Етапи :

1. Завантаження картографічного шару центру міста з OpenStreetMap.
2. Фіксація точок туристичних об'єктів за допомогою GPS (або збір координат онлайн).
3. Імпорт даних у QGIS (у форматі CSV або GPX).
4. Заповнення атрибутивної таблиці (назва, опис, години роботи).
5. Створення тематичної системи символів.

6. Експорт карти у PDF для друку та онлайн-публікації.

Онлайн-картографічне відображення

Створені точкові дані легко публікуються у системах WebGIS, наприклад:

- QGIS Cloud,
- ArcGIS Online,
- uMap.

Переваги онлайн-карт:

- * доступність з будь-якого пристрою;
- * можливість оновлення;
- * інтеграція мультимедійного контенту.

23.3. Планування туристичних маршрутів

Метою планування туристичних маршрутів є забезпечення того, щоб відвідувачі могли максимально ефективно відвідати обрані туристичні об'єкти з оптимізацією часу та витрат. Переваги GIS-орієнтованого планування маршрутів:

- можливість налаштування (наприклад, пішохідні, велосипедні чи автомобільні маршрути);
- врахування транспортної інфраструктури;
- оптимізація послідовності відвідування.

Планування маршрутів є особливо важливим для **тематичного туризму** (винні маршрути, культурні шляхи, екотуризм).

Методи планування маршрутів у GIS

Мережевий аналіз

Основою GIS-маршрутизації є **мережевий аналіз** (network analysis).

Етапи :

- Підготовка шару дорожньої мережі (наприклад, із даних OpenStreetMap).
- Визначення вузлів і ребер мережі.
- Призначення вагових коефіцієнтів (довжина маршруту, час подорожі, ухил).
- Запуск алгоритму (Dijkstra, A*).

Інструменти з відкритим кодом

- QGIS + плагін Road Graph — простий інструмент для локальних даних.
- pgRouting — рішення для великих мереж на базі PostgreSQL/PostGIS.

- **OpenRouteService** — онлайн API для маршрутизації на основі OSM.

3.2.3 Комерційні рішення

- ArcGIS Network Analyst
- Google Maps Directions API

23.4. Приклад: інтерактивна карта міста у GIS

Інтерактивні міські карти дають змогу користувачам не лише переглядати карту, а й **взаємодіяти** з нею:

- збільшувати та зменшувати масштаб;
- натискати на об'єкти й отримувати інформацію;
- фільтрувати дані (наприклад, лише музеї або ресторани).

У туризмі це надзвичайно важливо, адже відвідувачі дедалі частіше шукають інформацію через **мобільні пристрої** та потребують актуальних і персоналізованих маршрутів.

Процес створення інтерактивної карти міста

1. Збір даних

GPS-координати туристичних об'єктів (пам'ятки, скульптури, парки).

Категоризація (культура, гастрономія, дозвілля).

Фотографії, описи, години роботи.

2. Підготовка даних

Створення атрибутивних таблиць у QGIS.

Додавання стовпця категорій для фільтрації (наприклад, Тип = музей, ресторан тощо).

Налаштування символів і кольорів для кожної категорії.

3. Публікація у WebGIS

QGIS Cloud — безкоштовна та швидка публікація.

uMap — просте редагування та пряма інтеграція з OSM.

Google My Maps — інтуїтивний сервіс із меншими можливостями налаштування.

4. Тестування та оптимізація

Перевірка відображення на мобільних пристроях.

Оновлення даних (додавання сезонних або тимчасових подій).

Збір відгуків користувачів.

Створення інтерактивної карти Берегова у QGIS Cloud

Мета: створення онлайн-карти культурних пам'яток Берегового з можливістю фільтрації за категоріями.

Етапи :

1. **Імпорт даних** — експорт із OpenStreetMap + власні GPS-точки.
2. **Налаштування шарів** — окремі шари для пам'яток, парків і ресторанів.
3. **Редагування атрибутивної таблиці** — опис, URL зображення, контакти.
4. **Символи** — різні іконки для кожної категорії (наприклад, музей = коричнева іконка будівлі).
5. **Публікація у QGIS Cloud** — генерація посилання.
6. **Поширення** — створення QR-коду для туристичних буклетів.

Технології для вчителів

- **Google My Maps** — ідеально підходить для коротких 1–2-годинних проєктів.
- **QGIS** — для створення детальних та гнучко налаштованих карт.
- **uMap** — гнучке онлайн-редагування карт на основі OSM.
- **Mapillary** — збір та завантаження фотографій рівня вулиць.
- **Canva** — створення буклетів і плакатів на основі карт.

Контрольні питання до розділу

1. Які основні функції надають GIS-системи туристам (назвіть щонайменше три)?
2. Як туристичні фахівці та органи місцевого самоврядування використовують GIS для розвитку туризму?
3. Назвіть три етапи розвитку використання туристичних карт!
4. Які типи туристичних об'єктів розрізняють у туризмі та як вони можуть бути зафіксовані у GIS?
5. Якими методами збору даних можна створювати туристичні точкові дані? (Наведіть щонайменше два!)
6. У чому різниця між польовим збором даних та використанням онлайн-джерел даних?
7. Яка роль мережевого аналізу (network analysis) у плануванні туристичних маршрутів?
8. Які фактори можна враховувати під час зважування маршрутів у GIS?

9. Назвіть одне рішення з відкритим кодом і одне комерційне рішення для планування маршрутів!
10. Які переваги мають інтерактивні міські карти для туристів порівняно з традиційними статичними картами?

Література

1. Debrői-Szabó: Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007.
2. Elek István: Térinformatikai gyakorlatok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.
3. Klinghammer István: Térképészet és geoinformatika I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010.
4. QGIS Cloud: <https://qgiscloud.com>
5. uMap: <https://umap.openstreetmap.fr>
6. OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org>
7. Mapillary: <https://www.mapillary.com>



V. МОДУЛЬ. СУЧАСНИЙ СТАН ТА МАЙБУТНЄ GIS

24. WEBGIS

25. GIS В ОСВІТІ

26. ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ЕТИКА ТА ЗАХИСТ ДАНИХ

27. МАЙБУТНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ GIS

24. ТЕМА WEBGIS

24.1. ВСТУП ДО ПОНЯТТЯ WEBGIS

А **WebGIS** (Web-based Geographic Information System) — це геоінформаційна система, яка забезпечує доступ, керування, аналіз та візуалізацію просторових даних через Інтернет. .

На відміну від традиційних GIS-систем, що працюють за допомогою локально встановленого програмного забезпечення (наприклад, QGIS, ArcGIS Desktop), системи WebGIS доступні через браузер і не потребують спеціального встановлення.

Три основні компоненти WebGIS:

- **Клієнт (користувацький інтерфейс)** — браузер або мобільний застосунок, через який користувач переглядає та керує картою.
- **Сервер** — зберігає просторові дані та виконує обчислювальні завдання.
- **База даних** — містить просторові (геометричні) та описові (атрибутивні) дані.

Традиційний GIS vs. WebGIS

Властивість	Традиційна ГІС	ВебГІС
<i>Встановлення</i>	Програмне забезпечення, встановлене локально	Доступно з браузера
<i>Зберігання даних</i>	На локальному комп'ютері	На сервері / у хмарі
<i>Обмін даними</i>	Надсилання файлів	Посилання або вбудовування
<i>Оновлення</i>	Вручну	Автоматично, у реальному часі
<i>Апаратні вимоги</i>	Вищі	Нижчі, достатньо браузера

Роль WebGIS у сучасній географічній науці

WebGIS дає змогу просторовим даним досягати **глобальної аудиторії** в режимі реального часу та в інтерактивному форматі. Це стало революційною зміною для географії, оскільки:

- демократизує доступ до даних — будь-хто, будь-коли й будь-де може отримати доступ до карт;
- забезпечує можливість колективного збору даних (наприклад, OpenStreetMap);
- в освіті учні можуть виступати активними творцями карт.

Як поділитися власною картою за кілька хвилин?

Уявімо, що під час польової практики студенти досліджують зелені зони навколо університету. За допомогою смартфонів вони фіксують місце розташування дерев, їхній вид і стан здоров'я.

Після практики **не потрібно чекати кілька днів** на презентацію результатів: студенти можуть одразу завантажити дані на платформу WebGIS (наприклад, QGIS Cloud або ArcGIS Online), де карта буде:

- **інтерактивною** (можна вмикати та вимикати шари);
- **доступною для поширення** (за допомогою посилання);
- **доступною з будь-якого пристрою** (телефон, планшет, ноутбук).

Саме ця гнучкість і швидкість роблять WebGIS надзвичайно цінним для географії та освіти.

Очікується, що майбутні системи WebGIS:

- **інтегруватимуться зі штучним інтелектом** (наприклад, автоматичне розпізнавання об'єктів на супутникових знімках);
- **відображатимуть дані сенсорів у реальному часі** (IoT, метеостанції);
- **пропонуватимуть 3D- та VR-орієнтовані карти.**

24.2. Вебкартографічні сервіси (Google Maps, OpenStreetMap)

Вебкартографічні сервіси є **практичною реалізацією WebGIS**, що дає змогу користувачам:

- переглядати будь-яку точку світу;
- виконувати пошук (наприклад, адреси або POI);
- планувати маршрути;
- додавати власні дані до карт.

Два найвідоміші приклади:

Google Maps – комерційний сервіс із величезною базою даних,

OpenStreetMap (OSM) – платформа з відкритим кодом, що базується на колективному зборі даних.

Google Maps – найвідоміший картографічний сервіс

- Дані про дорожній рух у реальному часі (збираються з GPS-пристроїв користувачів),
- **Google Street View** — панорамні фото 360° більшості регіонів світу,
- **Інформаційні картки закладів та установ** (години роботи, відгуки),
- **Планування маршрутів** різними видами транспорту (пішки, велосипедом, автомобілем, громадським транспортом).

Переваги :

Надзвичайно точна та детальна база даних;

Легка інтеграція у вебсайти;

Безперебійна робота на мобільних пристроях і комп'ютерах

Недоліки :

Використання даних залежить від ліцензії;

У деяких місцях (наприклад, військові об'єкти) дані можуть бути навмисно спотворені.

Освітнє застосування:

Створення завдань із вивчення міста;

Історичні дослідження за допомогою функції «машини часу» у Google Street View.

OpenStreetMap – «Вікіпедія» світу карт

- **Відкритий доступ** — кожен може редагувати та використовувати дані.
- **Колективний збір даних** — GPS, дрони, аерофотозйомка, польові вимірювання.

Переваги :

Повністю безкоштовний сервіс;

Дуже детальні дані в окремих регіонах (особливо там, де є активна спільнота);

Можливість завантаження даних (Shapefile, GeoJSON, KML тощо).

Недоліки :

Якість даних залежить від активності спільноти;

Деякі території можуть бути недостатньо заповненими.

Освітнє застосування:

Фіксація локальних картографічних даних учнями після польових практик;

Підтримка місцевих громадських проєктів (наприклад, створення туристичних маршрутів).

Порівняння – Google Maps vs. OpenStreetMap

Властивість	Google Maps	OpenStreetMap
Доступ до даних	Ліцензований	Вільний, відкритий
Редагування	Тільки через Google	Може редагувати будь-хто
Частота оновлення	Висока (через Google)	Залежить від активності спільноти
Вартість використання	Комерційні умови	Безкоштовно

Довідка Google Maps: : <https://support.google.com/maps>

Угорська спільнота OpenStreetMap: : https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Hu:Main_Page

Google Maps українською: <https://www.google.com/maps>

OpenStreetMap українською: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Main_Page

Документація Google Maps API: : <https://developers.google.com/maps>

Головна сторінка OpenStreetMap: : <https://www.openstreetmap.org>

24.3. Переваги WebGIS

Традиційні GIS-системи десятиліттями працювали на настільних комп'ютерах із використанням спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, ArcGIS, MapInfo Professional). Їхньою перевагою були великі обчислювальні можливості та детальна обробка даних, однак існували суттєві обмеження:

- потреба у дорогих ліцензіях;
- користувач повинен був працювати локально;

- обмін даними був повільним і складним.

Поява **WebGIS** радикально змінила ці обмеження, адже просторові дані стали доступними **будь-де, будь-коли та для будь-кого** за наявності інтернет-з'єднання. Це демократизувало використання просторових даних і відкрило великі можливості для освіти, науки та державного управління.

Системи WebGIS доступні через браузер, тому:

- немає потреби у спеціальному потужному обладнанні;
- користувач може працювати зі смартфона, планшета чи ноутбука;
- системи можна використовувати будь-де (у полі або вдома).

Приклад: під час польової практики студенти збирають GPS-дані, а потім за допомогою мобільного інтернету завантажують їх на платформу WebGIS і одразу бачать результати.

Економічна ефективність

Багато систем WebGIS є **безкоштовними** (наприклад, QGIS Cloud, ArcGIS Online базового рівня, OpenLayers, Leaflet). Немає необхідності купувати дорогі ліцензії. Серверні обчислення часто виконує постачальник послуг, тому навантаження на пристрої користувачів мінімальне.

Освітня користь: школа чи університет можуть запускати GIS-проекти без додаткових витрат, а студенти можуть працювати з безкоштовними обліковими записами.

Інтерактивність і візуалізація

Відображення даних у реальному часі (наприклад, метеостанції, транспортні дані), увімкнення та вимкнення шарів, фільтрація й запити у браузері, 3D-візуалізація (наприклад, моделей рельєфу).

Системи WebGIS дають змогу кільком користувачам працювати над однією картою:

- редагування в реальному часі;
- контроль версій (хто і що змінив);
- збір даних методом краудсорсингу.

Обмін даними та публікація

Egyszerű linkküldéssel bárki számára elérhetővé tehető a térkép. Térképek beágyazhatók weboldalakba vagy közösségi médiába. Az adatbázis automatikusan frissül, ha új adat kerül fel.

24.4. Створення інтерактивних карт

Карту можна зробити доступною для будь-кого за допомогою простого посилання. Карти можуть бути вбудовані у вебсайти або соціальні мережі. База даних автоматично оновлюється при додаванні нових даних.

- може вмикати та вимикати шари;
- збільшувати та зменшувати масштаб;
- відкривати інформаційні вікна кліком;
- виконувати пошук.

Однією з найважливіших переваг WebGIS є саме інтерактивність, адже карта одночасно є базою даних, яку можна запитувати та налаштовувати під потреби користувача.

Основні елементи інтерактивної карти

Базова карта

- Фоновий шар (наприклад, супутниковий знімок, топографічна карта або основа OpenStreetMap).
- Джерелом можуть бути відкриті дані (наприклад, OSM) або комерційні сервіси (наприклад, tiles Google Maps).

Шари

- Містять тематичні дані (наприклад, маршрути, точки, зони).
- Можуть бути векторними (точки, лінії, полігони) або растровими (наприклад, heatmap).

Легенда

- Пояснює значення шарів, кольорів і символів.

Інтерактивні елементи

- Спливаючі вікна (відображення атрибутивних даних).
- Поле пошуку.
- Перемикачі шарів.

Як створити інтерактивну карту за допомогою QGIS Cloud?

1. Підготовка даних

- **Джерела:** експорт із OpenStreetMap, власні GPS-дані, шари, завантажені з відкритих порталів даних.
- **Формати:** Shapefile, GeoJSON, CSV із координатами.
- **Перевірка системи координат** (наприклад, WGS84 – EPSG:4326).

2. Редагування шарів у QGIS

- Відкриваємо дані у QGIS.
- Символізація: налаштування кольорів, символів і прозорості.
- Перевірка полів атрибутивної таблиці (наприклад, назва, опис, посилання на фото).

3. Створення облікового запису QGIS Cloud

- Реєстрація : <https://qgiscloud.com>
- Встановлення плагіна QGIS: *QGIS Cloud Plugin*.
- Вхід безпосередньо через інтерфейс QGIS.

4. Публікація карти

- Через плагін завантажуюмо базу даних і проєкт.
- Система автоматично створює онлайн-карту та генерує URL-адресу.
- Можна налаштувати публічний або приватний доступ.

5. Додавання інтерактивних функцій

- Рорир-інформація: відображення даних із атрибутивних полів шарів.
- Функція пошуку: налаштування пошуку за назвою.
- Перемикачі шарів: користувач може вмикати й вимикати шари.

Поради та типові помилки

Поради :

- Завжди використовуйте єдину систему координат (EPSG:4326), оскільки веб-відображення очікує саме її.
- Стискайте великі набори даних (наприклад, надто деталізований shapefile → спрощення).
- У рорир-полях можна використовувати HTML-код для вбудовування зображень і посилань.
- Кількість шарів: максимум 10–12 для швидкого завантаження.
- Обсяг даних: великі хмари точок і растри бажано спрощувати.
- Контроль версій: зберігайте локальну копію, щоб проєкт можна було будь-коли оновити.

Типові проблеми:

- У безкоштовній версії QGIS Cloud обмежений обсяг даних (приблизно 50 MB).
- Надто велика кількість шарів може сповільнювати завантаження.
- Якщо проєкт посилається на локальні файли, вони не відобразатимуться в

Інтернеті — усі дані потрібно завантажити у хмару.

Контрольні питання до розділу

- 1.Що таке WebGIS і чим він відрізняється від традиційних GIS-систем?
- 2.Назвіть три основні компоненти WebGIS та опишіть їхню роль!
- 3.Яким чином WebGIS демократизує доступ до просторових даних?
- 4.Як можна за кілька хвилин поділитися даними, зібраними під час польової практики, за допомогою WebGIS?
- 5.Які майбутні напрями розвитку очікуються у системах WebGIS? (Назвіть щонайменше два!)
- 6.Які переваги та недоліки має сервіс Google Maps з точки зору використання в освіті?
- 7.Чим відрізняється спосіб збору даних в OpenStreetMap від Google Maps?
- 8.Які переваги має WebGIS порівняно з традиційними настільними GIS-системами?
- 9.Назвіть основні елементи інтерактивної карти!
- 10.Які типові помилки та обмеження можуть виникати під час використання QGIS Cloud?

Література та джерела

1. QGIS Cloud bemutató: <https://qgiscloud.com>
2. ArcGIS Online: <https://www.arcgis.com>
3. OSM українською: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Main_Page
4. Esri WebGIS bevezető: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>
5. Leaflet – interaktív térképek készítése: <https://leafletjs.com>
6. OpenStreetMap Magyarország: <https://www.openstreetmap.hu>
7. QGIS українською: https://qgiscloud.comhttps://download.qgis.org/qgisdata/QGIS-Documentation-2.6/live/html/uk/docs/pyqgis_developer_cookbook/intro.html
8. ArcGIS Online for Education: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>

25. ТЕМА

GIS В ОСВІТІ

25.1. Переваги GIS в освіті

Використання геоінформаційних систем (GIS) в освіті є не лише технологічною новинкою, а й педагогічною можливістю. Сучасні учні є «цифровими тубільцями», відкритими до візуальних та інтерактивних форм навчання. GIS здатний перетворювати сухі географічні дані на живі, динамічні та багатошарові карти, які:

- **мотивують** учнів до дослідження;
- **створюють** інтерактивне навчальне середовище;
- **забезпечують** інструменти для проєктного навчання;
- **придатні** для моделювання реальних проблем.

Використання GIS на уроках — це не лише інформатика, а й методичне збагачення, яке можна інтегрувати у викладання географії, історії, біології та екологічної освіти.

25.2. Створення цифрових навчальних матеріалів за допомогою GIS

Характеристики цифрових навчальних матеріалів

- **Мультимедійний контент:** поєднання тексту, зображень, відео та інтерактивних карт.
- **Багатошарова інформація:** учень може самостійно вмикати та вимикати шари.
- **Часовий вимір:** демонстрація процесів за допомогою часової шкали (наприклад, зростання міст або зміна клімату).

Інструменти

- **Google Earth Web** — презентації, які легко інтегруються.
- **ArcGIS StoryMaps** — картографічне сторітелінгове середовище.
- **QGIS + QGIS Cloud** — відкритий код та можливість публікації на власному сервері.

25.3. Створення картографічних робочих аркушів

Суть методу

Картографічний робочий аркуш — це навчальний матеріал, у якому учні виконують завдання на реальних картографічних шарах (пошук, вимірювання, аналіз).

Етапи створення

- **Вибір теми** — наприклад, міграційні маршрути.
- **Створення базової карти** — у GIS-програмі або онлайн.
- **Додавання завдань** — наприклад: «Визначте, через які країни проходить маршрут!».
- **Інтерактивний формат** — Google My Maps, uMap, ArcGIS Online.

Навчальні переваги

- Розвиває просторове мислення.
- Посилює навички пошуку та інтерпретації даних.
- Може поєднуватися з вікторинами (Google Forms + посилання, вбудовані у карту).

25.4. Презентація інтерактивної карти

Характеристики

- Візуально привабливий контент.
- Динамічне відображення кількох шарів даних.
- Масштабування та фільтрація відповідно до потреб аудиторії.

Інструменти

- **Google Earth Presenter** — віртуальні «польоти» над картою.
- **ArcGIS Dashboard** — відображення живих даних і графіків.
- **QGIS Atlas** – автоматичне створення попередньо визначеної серії карт.

Приклад для уроку

- Зміна міських зелених зон у 2000–2023 роках.
- Учні, обираючи різні часові зрізи, презентують дані.

Контрольні питання до розділу

1. Які педагогічні переваги пропонує GIS в освіті порівняно з традиційними методами навчання?
2. Назвіть щонайменше три навчальні предмети, у які GIS може бути інтегровано.

ний як методичне збагачення!

3. Чому використання GIS на уроці є чимось більшим, ніж просто інформаційним інструментом?
4. Які найважливіші характеристики цифрових навчальних матеріалів із використанням GIS? (Назвіть щонайменше дві!)
5. Назвіть щонайменше два конкретні GIS-інструменти, придатні для створення цифрових навчальних матеріалів!
6. У чому полягає суть картографічних робочих аркушів і як вони сприяють розвитку просторового мислення учнів?
7. Які основні характеристики має презентація інтерактивної карти? (Назвіть щонайменше дві!)
8. Наведіть приклад навчального застосування, де презентація інтерактивної карти може бути ефективно використана!

Література та джерела

1. Dékány Krisztina (2018): Hogyan tudnánk felhasználni a nemzetközi tapasztalatokat hazánkban? GeoMetodika. Tanulmányok. 2018. <https://foldrajztanitas.elte.hu/index.php/2018/10/11/geoinformatika-a-kozoktatasban-avagy-hogyan-tudnank-felhasznalni-a-nemzetkozi-tapasztalatokat-hazankban/>
2. GeoMetodika - földrajz szakmódszertani folyóirat. <https://geometodika.hu/>
3. ArcGIS for Schools: <https://www.esri.com/schools>
4. GIS in Education Guide: <https://gisgeography.com>

/

26. ТЕМА

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ЕТИКА ТА ЗАХИСТ ДАНИХ

26.1. Поняття та значення геоінформаційної етики

Геоінформаційна етика досліджує моральні, правові та суспільні питання, пов'язані зі створенням, обробкою, використанням і поширенням геоінформаційних даних.

Етичні аспекти є особливо важливими, оскільки геоінформатика — наприклад, GPS-навігація, супутникові знімки, дронна зйомка або геоінформаційні бази даних — часто працює з інформацією, що має чутливий, персональний або стратегічний характер.

У цифрову епоху дані називають «нафтою **XXI століття**», а просторові дані займають у цьому особливе місце. Інформація, **пов'язана** з географічними локаціями, може бути об'єднана з іншими базами даних, у результаті чого формуються складні персональні профілі. Саме тому геоінформаційні фахівці несуть не лише технічну, а й **етичну** відповідальність.

Основні чинники виникнення етичних проблем:

- **Чутливість даних:** наприклад, місцезнаходження військових об'єктів або маршрути пересування людей;
- **Можливість поєднання даних:** комбінування інформації з різних джерел може дати унікальні та чутливі відомості;
- **Швидкий розвиток технологій:** нормативне регулювання часто не встигає за технологічними можливостями;
- **Глобальний обіг даних:** геоінформаційні дані можуть одночасно підпадати під юрисдикцію кількох держав.

Приклади повсякденних ситуацій

- **Смартфонна геолокація:** користувач регулярно використовує Google Maps, який у фоновому режимі записує його маршрути. Це дає змогу створити точний профіль його щоденної поведінки.
- **Фотографія з геоданими у соціальних мережах:** турист публікує фото з GPS-координатами місця зростання рідкісних охоронюваних рослин. Це може допомогти природоохоронній діяльності, але водночас оприлюднення локації

може поставити під загрозу територію.

- **Оновлення карт із відкритим кодом:** волонтери завантажують у OpenStreet-Mar дані про будівлі та дороги. Публікація точних координат може становити ризик безпеці (наприклад, у випадку критичної інфраструктури).

Основні етичні принципи у геоінформатиці

- **Мінімізація даних** — збирати та зберігати лише необхідні дані.
- **Згода** — отримання дозволу власника перед фіксацією персональних даних.
- **Прозорість** — чітке інформування про мету та спосіб збору даних.
- **Безпека** — захист даних від несанкціонованого доступу.
- **Баланс суспільного та приватного інтересу** — узгодження суспільної користі та індивідуальних прав.

Геоінформатик повинен:

- знати законодавство про захист даних (наприклад, GDPR);
- уміти оцінювати ризики, пов'язані з даними;
- зважувати етичні аспекти перед будь-яким оприлюдненням чи передачею даних;
- демонструвати приклад відповідального використання даних, особливо в освітньому середовищі.

26.2. Захист персональних даних у геоінформатиці

Персональні дані — це будь-яка інформація, за якою можна прямо або опосередковано ідентифікувати живу фізичну особу. У геоінформатиці це можуть бути:

Позиційні дані: GPS-координати, адреси, маршрути пересування;

Події, прив'язані до місця: наприклад, перебування особи у певному місці в конкретний час;

Фото та відео, метадані яких містять GPS-координати;

Комбіновані дані, які при поєднанні з іншими базами даних дозволяють ідентифікувати особу.

Наприклад, студент може завантажити результати проєкту вимірювання шумового забруднення міста з GPS-координатами, за якими можна зробити висновки про його місце проживання або щоденні маршрути. Це вже вважається обробкою персональних даних.

Законодавство про захист даних

Фахівці та викладачі у сфері геоінформатики повинні знати основні нормативні акти:

Європейський Союз — GDPR (General Data Protection Regulation)

Основні принципи: законність, добросовісність та прозорість обробки даних; цільове призначення; мінімізація даних; точність; обмеження строків зберігання; цілісність і конфіденційність.

Угорщина — Закон СХП від 2011 року про інформаційне самовизначення та свободу інформації.

Україна — Закон України «Про захист персональних даних» (2003, зі змінами 2021 року).

Ризики захисту даних у геоінформаційних проєктах

- **Несанкціонований доступ** — наприклад, оприлюднення сирих GPS-даних, завантажених на освітній сервер.
- **Профілювання маршрутів** — за моделями пересування можна визначити звички та щоденні маршрути людини.
- **Публікація надто точних даних** — наприклад, аерофотознімків житлових районів із роздільною здатністю 1 метр.
- **Неуважність при роботі з відкритими даними** — наприклад, неправильно налаштоване редагування в OpenStreetMap, яке може містити інформацію про приватну нерухомість.

Технічні способи захисту персональних даних

- **Анонімізація** — видалення або зміна даних, пов'язаних з особою.
- **Генералізація** — зниження точності даних (наприклад, округлення GPS-координат).
- **Агрегація** — узагальнення даних (наприклад, відображення зон замість індивідуальних локацій).
- **Контроль доступу** — надання доступу лише авторизованим користувачам.
- **Шифрування** — кодування даних під час зберігання та передачі.

26.3. Правові питання джерел даних у геоінформатиці

Дані, що використовуються в геоінформаційних проєктах, пов'язані не ли-

ше з технічними, а й з **юридичними та етичними зобов'язаннями**. Використання карти, супутникового знімка чи відкритої бази даних може вимагати **дозволів, ліцензій або дотримання авторських прав**.

Недотримання цих умов може призвести до **судових спорів, фінансових збитків і репутаційних втрат** — навіть в освітньому середовищі.

Типи джерел даних з юридичної точки зору

- **Власноруч зібрані дані.** Юридично простіші у використанні, але необхідно враховувати захист персональних даних і наявність дозволів на доступ до території (наприклад, природоохоронних зон).
- **Відкриті дані (Open Data).** Безкоштовно доступні, але повинні використовуватися відповідно до ліцензійних умов (наприклад, дані OpenStreetMap — ліцензія ODbL).
- **Комерційні дані.** Набори даних, придбані за кошти, які можуть містити суворі обмеження використання (наприклад, заборона публічного поширення або використання лише в межах певного проєкту).
- **Дані третіх сторін.** Інформація, отримана від партнерів чи наукових установ, яка може регулюватися окремими угодами (MoU, NDA).

Типи ліцензій у геоінформаціі

1. Ліцензії Creative Commons (CC):

- CC BY — використання дозволене за умови обов'язкового зазначення джерела;
- CC BY-SA — аналогічно, але похідні роботи також повинні поширюватися за тією ж ліцензією;
- CC BY-NC — дозволено лише для некомерційного використання.

2. ODbL (Open Database License) – Наприклад, для OpenStreetMap — вимагає зазначення джерела та поширення змінених даних на тих самих умовах.

3. Proprietary (закриті) ліцензії—Дані можуть використовуватися лише з дозволу власника ліцензії (наприклад, дані Google Earth Pro не можна публікувати без дозволу).

Типові юридичні помилки у GIS-проєктах

- Публікація скриншотів Google Maps без зазначення джерела.

V. МОДУЛЬ. СУЧАСНИЙ СТАН ТА МАЙБУТНЄ GIS

- Використання даних OpenStreetMap без дотримання ліцензійних вимог.
- Передача даних третім сторонам всупереч умовам договору.
- Маніпулювання супутниковими знімками, оприлюдненими публічно, без відповідного дозволу.

Контрольні питання до розділу

1. Коротко поясніть, чому етичні аспекти є особливо важливими у геоінформатиці у XXI столітті!
2. Який із наведених варіантів НЕ належить до основних етичних принципів у геоінформатиці?
 - a) мінімізація даних
 - b) згода
 - c) максимізація прибутку
 - d) безпека
3. Наведіть приклад повсякденної ситуації, у якій виникає етична проблема у сфері геоінформатики!
4. Яка ліцензія застосовується до використання даних OpenStreetMap?
 - a) CC BY-NC
 - b) ODbL
 - c) GPL
 - d) CC BY-SA
5. Назвіть щонайменше дві типові юридичні помилки, які можуть виникати у GIS-проектах!

Література та джерела

1. Закон України «Про захист персональних даних»: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17>
2. Creative Commons – <https://creativecommons.org>
3. European Data Protection Board: <https://edpb.europa.eu>
4. OpenStreetMap Hungary – https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Hu:Main_Page
5. Lázár István (2018): *Adatvédelem a digitális világban*. Typotex Kiadó. Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatóság – <https://www.naih.hu>

27. ТЕМА

МАЙБУТНІ ТРЕНДИ В GIS

27.1. Сучасний розвиток GIS

Знання майбутніх напрямів розвитку геоінформатики є надзвичайно важливим з кількох причин:

- **професійна підготовка** — геоінформатики та вчителі географії повинні розуміти нові технології;
- **актуальність на ринку праці** — сучасним GIS-фахівцям, окрім традиційного картографування, необхідні навички роботи зі штучним інтелектом, базами даних і візуалізацією;
- **освітні інновації** — інтеграція майбутніх трендів у навчання мотивує учнів і наближає матеріал до повсякденного життя.

Сьогодні розвиток GIS насамперед визначається такими напрямками:

- **штучний інтелект і машинне навчання** — автоматизована інтерпретація просторових даних і прогнозування;
- **аналіз Big Data** — обробка величезних масивів даних та інформації в реальному часі;
- **3D-моделювання та віртуальна реальність** — створення реалістичних моделей міст і симуляцій;
- **IoT (Internet of Things)** — інтеграція даних сенсорів у GIS-системи;
- **хмарні рішення** — сервіси просторових даних, доступні з будь-якого місця.

GIS у повсякденному житті

Уявімо систему управління транспортом «розумного міста», яка на основі даних сенсорів у реальному часі, дорожніх камер і відгуків населення постійно оптимізує роботу світлофорів, пропонує альтернативні маршрути та прогнозує затори.

- **використовує AI** для розпізнавання закономірностей;
- **аналізує дані** за допомогою технологій **Big Data**;
- **надає користувачам інформацію** в реальному часі через **мобільний застосунок**.

27.2. AI та машинне навчання в GIS

Штучний інтелект (AI) і машинне навчання (Machine Learning – ML) за останнє десятиліття зазнали стрімкого розвитку й сьогодні стали невід’ємною частиною геоінформаційних систем. Якщо раніше обробка просторових даних базувалася переважно на ручній роботі або простих алгоритмах, то сучасні GIS-системи здатні автоматично розпізнавати об’єкти, прогнозувати процеси та забезпечувати підтримку прийняття рішень у реальному часі.

Основні поняття AI та ML у GIS

Штучний інтелект (AI) — здатність комп’ютерних систем виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту (наприклад, розпізнавання закономірностей або прийняття рішень).

Машинне навчання (ML) — підгалузь AI, у якій алгоритми навчаються на основі даних і закономірностей, а потім виконують прогнозування.

Deep Learning — спеціальна форма машинного навчання, що використовує глибокі нейронні мережі для розпізнавання надзвичайно складних закономірностей (наприклад, ідентифікація об’єктів на супутникових знімках).

Використання AI та ML у GIS

- **Розпізнавання об’єктів на основі даних дистанційного зондування.** Приклад: автоматичне визначення будівель, доріг і річок на знімках Sentinel-2 або Landsat.
- **Створення прогнозних моделей.** Приклад: прогнозування ризику повеней на основі попередніх гідрологічних даних і моделей рельєфу.
- **Виявлення змін.** Приклад: виявлення вирубки лісів шляхом порівняння супутникових знімків часових рядів.
- **Оптимізаційні завдання.** Приклад: визначення найкоротшого маршруту з урахуванням даних про дорожній рух у реальному часі.
- **Просторове кластерування.** Приклад: групування даних про злочинність для виявлення небезпечних районів міста.

27.3. Big Data та геоінформатика

Поняття **Big Data** стосується таких масивів даних, які через свій обсяг, швидкість надходження та різноманітність перевищують можливості традиційних методів обробки інформації. У геоінформатиці роль Big Data є особливо важ-

ливою, оскільки сучасні системи дистанційного зондування, сенсорні мережі та громадські джерела даних генерують величезні обсяги просторової інформації.

Ефективне управління й аналіз цих даних потребують нових алгоритмів, високопродуктивної обчислювальної інфраструктури та сучасних засобів візуалізації.

Характеристики Big Data у GIS-контексті

Для опису Big Data часто використовують «модель 5V»:

Volume (обсяг) — терабайти й навіть петабайти просторових даних (наприклад, супутникові знімки з щоденним оновленням);

Velocity (швидкість) — надходження даних у реальному часі (наприклад, GPS-сенсори у системах моніторингу транспорту);

Variety (різноманітність) — різні типи даних: растрові зображення, векторні карти, текстові метадані;

Veracity (достовірність) — точність і надійність даних;

Value (цінність) — практична інформація, яку можна отримати після обробки даних..

Джерела Big Data у геоінформації

- Дані дистанційного зондування (Landsat, Sentinel, PlanetScope);
- GPS та IoT-сенсори (дані про транспорт у «розумних містах», станції екологічного моніторингу);
- Громадські дані (OpenStreetMap, геотеговані дописи в Twitter);
- Державні портали відкритих даних (наприклад, Copernicus Open Access Hub, Geoport.hu).

Інструменти та методи обробки Big Data

1. Хмарні GIS-платформи

- *Google Earth Engine* — аналіз великих обсягів даних дистанційного зондування;
- *ArcGIS Online* — створення інтерактивних карт із потоками даних у реальному часі..

2. Паралельна обробка даних Hadoop, Spark із GIS-розширеннями. .

3. Зберігання та індексація даних NoSQL-бази даних (MongoDB, Cassandra) із просторовою індексацією.

4. Обробка потоків даних у реальному часі Інтеграція Apache Kafka та GeoEvent Server.

Методи аналізу Big Data у GIS

- **часовий аналіз** — виявлення змін на основі даних за тривалий період;
- **предиктивне моделювання** — прогнозування майбутніх трендів (наприклад, зростання міст або скорочення лісового покриву);
- **розпізнавання закономірностей** — виявлення просторових кластерів за допомогою машинного навчання.
- **Підтримка прийняття рішень у реальному часі** — швидкий аналіз надзвичайних ситуацій та створення планів реагування.

27. 4. 3D GIS та віртуальна реальність

Із розвитком геоінформатики тривимірні (3D) GIS і віртуальна реальність (VR) відіграють дедалі важливішу роль у візуалізації, аналізі та навчанні на основі просторових даних.

3D-карти реалістично відображають рельєф, будівлі, інфраструктуру та інші об'єкти, тоді як VR дозволяє користувачам інтерактивно «занурюватися» у простір.

Це особливо корисно у: містобудуванні, охороні довкілля, збереженні культурної спадщини та освіті.

Основи 3D GIS

3D GIS є розширенням традиційного 2D GIS, яке:

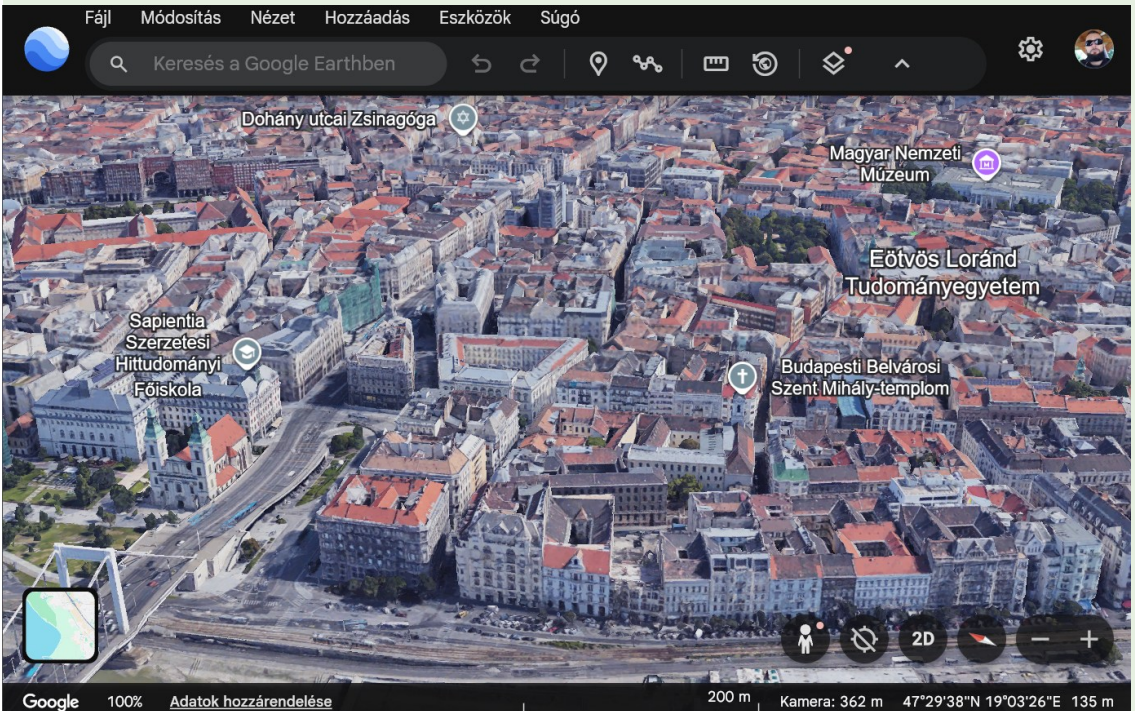
- **працює не лише з координатами X та Y, а й із Z-виміром** (висота, глибина);
- **відображає просторові об'єкти не лише як полігони, а як об'ємні моделі** (наприклад, polygon mesh);
- **інтегрує цифрові моделі рельєфу (DEM) і 3D-моделі будівель.**

Джерела 3D-даних

- **лазерне сканування (LiDAR)** — високоточні висотні дані;
- **фотограмметрія** — створення 3D-моделей із дронівих і аерофотознімків;
- **BIM (Building Information Modeling)** — інтеграція даних проєктування будівель;
- **супутникова радарна інтерферометрія (InSAR)** — вимірювання змін рельєфу.

Віртуальна реальність у геоінформатиці

VR-технології (наприклад, Oculus Rift, HTC Vive) дають можливість здійснювати віртуальні прогулянки міськими моделями; проводити навчальні симуляції (наприклад, 3D-моделювання повеней); інтерактивно досліджувати історичні реконструкції.



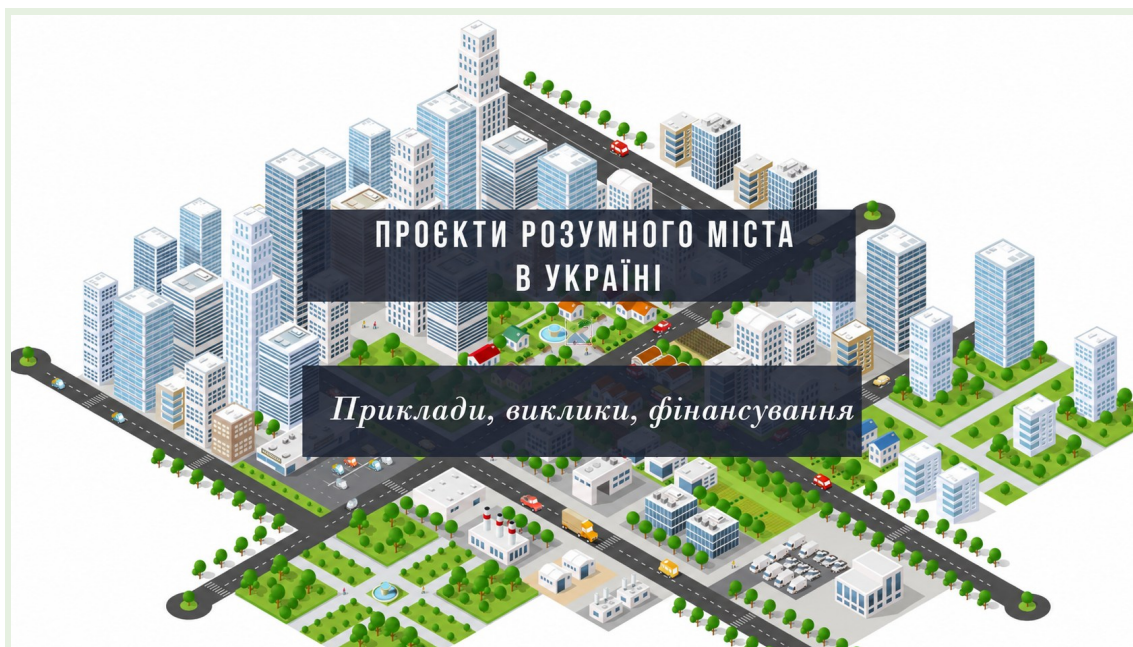
Google Earth підтримує 3D-візуалізацію

Програмне забезпечення для 3D GIS і VR

- **ArcGIS Pro 3D Analyst** — аналіз рельєфу та міських моделей;
- **QGIS 3D View** — відкрита система 3D-візуалізації;
- **CesiumJS** — створення веб-3D-карт;
- **Unity + GIS-плагіни** — VR-проекти на основі картографічних даних.

Сфери застосування

- **містобудування** — візуальне тестування нової транспортної інфраструктури;
- **охорона довкілля** — демонстрація повеней або вирубки лісів;
- **туризм** — інтерактивні VR-екскурсії містами;
- **освіта** — симуляція польових практик.



27.5. Розумні міста (Smart Cities))

Поняття «розумне місто» з'явилося на початку XXI століття й означає концепцію розвитку сучасних міст, у якій цифрові технології, IoT (Internet of Things), Big Data та штучний інтелект використовуються для покращення функціонування міста, якості життя населення та сталого розвитку.

GIS відіграє ключову роль у розумних містах: за допомогою просторових даних він підтримує розвиток інфраструктури, оптимізацію транспорту, зниження енергоспоживання та посилення екологічного контролю.

Роль GIS у розумних містах

- інтеграція даних у реальному часі (наприклад, транспортні сенсори, метеостанції);
- моніторинг інфраструктури (стан доріг, комунальних мереж);
- оптимізація транспортних маршрутів (транспортні симуляції);
- моделювання енергоспоживання (наприклад, карти потенціалу сонячної енергії);
- оцінка стану міських зелених зон.

<https://www.linkedin.com/pulse/okos-v%C3%A1ros-projektek-magyarorsz%C3%A1gon-p%C3%A9ld%C3%A1k-kih%C3%ADv%C3%A1sok-8bntf>

Основні застосування Smart City

- **управління транспортом** — зменшення заторів завдяки маршрутизації в реальному часі;
- **розумне вуличне освітлення** — енергоефективні ліхтарі з датчиками;
- **управління відходами** — сенсори для контролю заповненості контейнерів;
- **громадська безпека** — інтеграція систем відеоспостереження в GIS;
- **екологічний моніторинг** — аналіз забруднення повітря та рівня шуму.

Джерела даних для розумних міст

- **IoT-сенсорні мережі** (транспортні, екологічні, енергетичні дані);
- **мобільна геолокація** (оптимізація громадського транспорту);
- **портали відкритих даних** (Open Data);
- **супутникове дистанційне зондування** (аналіз затінення будівель, зелених зон).

Приклади GIS-рішень для Smart City

- **Barcelona** — інтегрований міський дата-центр для оптимізації транспорту, управління відходами та освітлення;
- **Singapore Virtual Singapore** — 3D-модель міста для підтримки містобудування та цивільного захисту;
- **Budapest Smart City Pilot** — тестування транспортних та екологічних сенсорних мереж.

Контрольні питання до розділу

1. Чому інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання вважається ключовою для сучасних GIS-систем? Наведіть приклад практичного застосування!
2. Як аналіз Big Data сприяє вирішенню міських та екологічних проблем у геоінформатиці?
3. Які переваги забезпечує хмарний GIS порівняно з традиційними локально встановленими системами?
4. Поясніть, як 3D GIS і віртуальна реальність можуть використовуватися в освіті та містобудуванні!
5. Які нові компетентності потрібні майбутнім GIS-фахівцям для відповідності вимогам ринку праці?
6. Поясніть, як предиктивне моделювання може застосовуватися у геоінформацій-

ному аналізі, і наведіть приклад!

- 7.Що означає роль IoT (Internet of Things) у GIS, і які типи даних він може надавати для розумного міста?
- 8.Які етичні та безпекові виклики щодо захисту даних можуть виникати у GIS-системах підтримки прийняття рішень у реальному часі?
- 9.Покажіть, як GIS може підтримувати управління транспортом та оптимізацію енергоспоживання у розумних містах!
- 10.На вашу думку, який сучасний тренд GIS (AI, Big Data, 3D, IoT, розумні міста) стане найвизначальнішим у наступному десятилітті і чому?

Література та джерела

1. Голінко В. В. Автоматизація обробки геоінформаційних даних технологією нейромережі [Текст] / В. В. Голінко, О. Ю. Недоснований // Технології та інжиніринг. - 2023. - № 4 (15). - С. 9-16. Іваненко, О. (2021). „Великі дані та їх використання в ГІС.” *Географічний журнал*, 117(4), 45–53.
2. Непошивайленко Н.О. (2018): Конспект лекцій з дисципліни основи геоінформаційних систем для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою зі спеціальності «101 Екологія» для очної і заочної форм навчання МОДУЛЬ 1. Дніпровський Державний Технічний Університет. Кам'янське, 2018. <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/42/5-42-kl13.pdf>
3. Esri Big Data Analytics - <https://www.esri.com/partners/rmm-analytics-a2T700000000TNd4EAG/big-data-analytics-v-a2d39000000494kAAA>
4. OpenStreetMap Data - https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Downloading_data
5. Rab Judit, Szemerey Samu (2018): Az okos város fejlesztési modell módszertani alapjai. Lechner Tudásközpont Területi, Építészeti és Informatikai Nonprofit Kft. 2018. http://okosvaros.lechnerkozpont.hu/sites/default/files/2018-10/az-okos-varos-fejlesztési-modell-módszertani-alapjai_online.pdf
6. Virtual Singapore projekt - <https://geospatialworld.net/prime/case-study/national-mapping/virtual-singapore-building-a-3d-empowered-smart-nation/>
7. ESRI Smart Cities megoldások - <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/en-us/media/ebooks/aec-smart-cities.pdf>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література навчальної дисципліни

1. Андрейчук. Ю. М., Ямелинець Т. С. (2015): ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі: Навч. посіб. "Простір-М". Львів, 2015. 284 с. https://wwf.panda.org/wwf_news/?256338/book-gis
2. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. (2014): Геоінформаційні системи і бази даних. Монографія. НДУ ім. М. Гоголя, Ніжин : 2014. – 492 с. <https://er.nau.edu.ua/items/e87e3737-1684-48bc-be2f-e1e1350b02f2>
3. Зубик А. І. ГІС в урбаністиці та просторовому плануванні. Навчально-методичний посібник. Географічний факультет. Кафедра географії. Львівський національний університет ім. Івана Франка. Львів, 2021. <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/03/Zubyk-HIS-v-urbanistytsi-ta-prostorovomu-planuvanni-book.pdf>
4. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
5. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. (2021): Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS. Навч. посіб. ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. 228 с. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/GIS-in-Nature-Protection_QGIS.pdf
6. Карабінюк М., Лета В. (2024): Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Тематична картографія» для здобувачів денної та заочної форм навчання спеціальності 106 географія. ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет» Мукачівський Державний Університет. Ужгород, 2024. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62548/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%28%D1%86%D1%96%D0%BB%D0%B0%29.pdf>
7. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Географічні інформаційні системи. Навчально-методичний посібник для аудиторної та самостійної роботи студентів за спеціальностями «Географія», «Економічна та соціальна географія» з дисципліни Географічні інформаційні системи. Харківський Національний

8. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. (2021): Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS. Навч. посіб. ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. 228 с. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/GIS-in-Nature-Protection_QGIS.pdf
9. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
- Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
- OSM Tippek. OpenStreetMap szerkesztés kezdőknek és haladóknak. <https://www.osmtippek.hu/kezdok-kezikonyve/adatok-gyujtese/>

Допоміжна література

- Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія (2021): Навчальний посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. – 137 с.
https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/navch_pos_fotogrametri_bilous2021_proekt.pdf
- Костріков С. В.,Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
- Молнар Д. Стефан, Оросі Дора, Бірток Ванесса (2024): Збірник наукових термінів з предмету «Картографія з основами топографії». Методичний посібник для засвоєння основних термінів з дисципліни «Картографія з основами топографії». Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ, Берегове, 2024. – 99 с. – у формі електронного видання.
- Павленко Л.А. (2013): Геоінформаційні системи. Навч. посіб. Вид. ХНЕУ, Харків, 2013. 260 с. <https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/11971/1/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%>

[D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf](#)

- Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
- Сухий П. О., Сабадаш В. І., Дарчук К. В. (2020): Супутникова геодезія: навч.-метод. посібник / - Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 372 с.
- Bácsatya László – Márkus István (2001): Fotogrammetria és távérzékelés. Tankönyvpótló segédlet az erdőmérnök hallgatók részére. Kézirat. Sopron. 2001 http://nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/efelt/doc-fft/03_Oktatas/02_Jegyzetek/Bacsatya-Markus_2001_Fotogrammetria_es_taverzekeles.pdf
- Belényesi M., Kristóf D., Neidert D. (2008): Távérzékelés a környezetgazdálkodásban. Szent István Egyetem, A Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet jegyzete, Gödöllő.
- Detrekői Á., Szabó Gy (2002): Bevezetés a térinformatikába. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Dr. Ungvári Zsuzsanna (2022). Szkriptek és pluginek fejlesztése QGIS-hez. ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2952/ungv%C3%A1ri_zsuzsanna_qgis_pluginfejleszt.es.pdf
- John Wiley & Sons, 560. Bolstad, P. (2019): GIS Fundamentals. Eider Press.
- Havas Gergely (2009): Internetes földtani térképek szerkesztési elvei. Doktori értekezés. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest, 2009. http://lazarus.elte.hu/hun/doktoran/havas/havas_2009_phd.pdf
- Klinghammer I., Papp-Váry Á. (1992): Tematikus kartográfia. 5. változatlan kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W. (2015) Geographic Information Science and Systems.
- Sutton, T., Dassau, O., Sutton, M. (2020): A Gentle Introduction to GIS. GIS Community. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/gentle_gis_introduction/index.html
- Sümeghy Zoltán, Unger János, Gál Tamás (2009). Térképészet. JATE Press. Szeged, 2009.

WEB ресурсы

- Державне космічне агентство України: <https://www.nkau.gov.ua>
- Перші кроки в OpenStreetMap.org. <https://learnosm.org/uk/beginner/start-osm/>
- A GPS helymeghatározó rendszer. <http://lazarus.elte.hu/tajfutas/magyar/archiv/dg/3.htm>
- ArcGIS Network Analyst – ESRI hálózatelemzési modul: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-network-analyst/overview>

ArcGIS Online – Thematic Mapping Tools: <https://www.arcgis.com> BASE – <https://www.base-search.net>

ColorBrewer – Színskála kiválasztás segéd: <https://colorbrewer2.org>

Copernicus EU-DEM: <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>

Copernicus Land Monitoring Service – Várostervezési adatforrások: <https://land.copernicus.eu>

Copernicus Open Access Hub – <https://scihub.copernicus.eu>

EO Browser – <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

ERDAS Imagine felhasználói kézikönyv: <https://www.hexagongeospatial.com>

ESRI (2023): GIS Best Practices. <https://www.esri.com>

ESRI ArcGIS hivatalos dokumentáció: <https://pro.arcgis.com>

ESRI Publications – <https://www.esri.com/en-us/about/newsroom/>

Fotogrammetria. <https://lechnerkozpont.hu/oldal/fotogrammetria>

Földrajzi helymeghatározás, a GPS. <https://www.astro.u-szeged.hu/szakdolgozasi/felhasznalas/helymeghatarozas.html>

GISGeography – ArcGIS és ERDAS összehasonlítás: <https://gisgeography.com>

Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com>

Google Maps Platform – Directions API: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions>

Google My Maps – Online térképkészítés: <https://www.google.com/mymaps>

Google Scholar – <https://scholar.google.com>

<http://uhmi.org.ua>

<https://atmosphere.copernicus.eu>

<https://copernicus.eu>

<https://earthexplorer.usgs.gov>

<https://hexagon.com/products/erdas-imagine>

<https://hydrosheds.org>

<https://map.mbfisz.gov.hu>

<https://www.met.hu>

<https://www.ovf.hu>

<https://www.vizugy.hu>

<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health>

NASA Earthdata DEM resources: <https://earthdata.nasa.gov/>

OpenAIRE – <https://www.openaire.eu>

OpenRouteService – Útvonaltervezés nyílt adatokkal: <https://openrouteservice.org>

OpenStreetMap Україна. Вільна мапа — створювати яку може кожен. <https://openstreetmap.org.ua/>

QGIS Documentation – Network Analysis Tools: https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/network_analysis.html

QGIS Documentation (2024): <https://docs.qgis.org>

ResearchGate – <https://www.researchgate.net>

Scopus – <https://www.scopus.com>

Sentinel Hub українською: <https://www.sentinel-hub.com>

USGS Earth Explorer: <https://earthexplorer.usgs.gov>

Web of Science – <https://www.webofscience.com>

WorldPop – Népszégi adatok világszinten: <https://www.worldpop.org>

Навчальне видання

ГІС **(Конспект лекцій)**

Навчальний посібник призначено для ефективного засвоєння програмного матеріалу та самостійної роботи студентів денної та заочної форм навчання, рівень вищої освіти: перший (бакалаврський), спеціальності бакалаврів «А4.07 Географія» Закарпатського угорського університету ім. Ференца Ракоці II. У посібнику матеріал викладено у логічній послідовності у відповідності до освітньо-професійної програми, навчального плану та робочої програми навчальної дисципліни «ГІС».

2026 р.

Затверджено до використання в освітньому процесі
на засіданні кафедри географії та туризму
Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II
(протокол **№5 від 21 серпня 2026 року**)

Розглянуто та рекомендовано Радою із забезпечення якості вищої освіти
Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II
(протокол **№7 від 26 серпня 2026 року**)

Рекомендовано до видання у електронній формі (PDF)
рішенням Вченої ради Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II
(протокол **№8 від 28 серпня 2026 року**)

Підготовлено до видання в електронній формі (PDF) кафедрою географії та туризму Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II

Розробники методичних вказівок:

Молнар Д Стефан Стефанович – доктор філософії у галузі природничих наук за спеціальністю (спеціалізацією) «Науки про Землю», доцент кафедри географії та туризму Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II

Товт Атілла Атіллович – доктор філософії у галузі природничих наук за спеціальністю (спеціалізацією) «Науки про Землю», доцент кафедри географії та туризму Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II

Рецензенти:

Кучер Павло Вікторович – кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри туризму ЛДУФК ім. Івана Боберського

Іжак Тібор Йосипович – кандидат географічних наук, доцент, заступник завідувача кафедри географії та туризму Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II

Відповідальний за випуск:

Молнар Йосип Йозефович – кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри географії та туризму Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II

За зміст курсу лекцій відповідальність несуть розробники.

Видавництво: Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II
(адреса: пл. Кошута 6, м. Берегове, 90202. Електронна пошта: foiskola@kmf.org.ua) *Свідомо про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції Серія ДК 7637 від 19 липня 2022 року*

Шрифт «Times New Roman». Розмір сторінок методичних вказівок: В4 (176 × 250 мм). 182 сторінок