

Міністерство освіти і науки України

**Державний заклад
«Луганський національний університет імені
Тараса Шевченка»**

**Навчально-науковий інститут природничих
і аграрних наук**

Кафедра хімії, географії та наук про Землю

Д. С. Сопов

ГІС ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

**Методичні рекомендації до вивчення освітнього
компонента для здобувачів вищої освіти другого
(магістерського) рівня освітньої програми
«Екологія»**

Полтава, 2024

ГІС технології в екологічних дослідженнях: методичні рекомендації до вивчення освітнього компонента для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня освітньої програми «Екологія». Полтава: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2024. 53 с.

Укладачі:

Сопов Д. С. – доктор філософії з наук про Землю, доцент, завідувач кафедри хімії, географії та наук про Землю ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка».

Рецензенти:

Кошкалда І. В. – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри управління земельними ресурсами, геодезії та кадастру Державного біотехнологічного університету.

Малашук О. С. – кандидат економічних наук, доцент, декан факультету геодезії, землеустрою та агроінженерії Одеського державного аграрного університету.

Методичні рекомендації до вивчення освітнього компонента для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня освітньої програми «Екологія» містять в собі завдання, що мають різний рівень складності, та спрямовані на розвиток професійних навичок у здобувачів вищої освіти.

Для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» усіх форм навчання.

Затверджено на засіданні кафедри хімії, географії та наук про Землю ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», протокол № 11 від 10.09.2024 р.

Ухвалено Вченою Радою ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», протокол № 3 від 27.09.2024 р.

© Сопов Д. С., 2024

© ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2024

ЗМІСТ

Вступ	5
Практична робота 1. Знайомство з <i>ArcGIS Online</i> . Вивчення інструментів візуалізації	6
Практична робота 2. Створення шарів та атрибутивних даних в <i>ArcGIS Online</i>	8
Практична робота 3. Основні аналітичні операції з геопросторовими даними в <i>ArcGIS Online</i>	9
Практична робота 4. Огляд блоку інструментів «Підсумувати дані» в <i>ArcGIS Online</i>	11
Практична робота 5. Огляд блоку інструментів «Знайти місця розташування» в <i>ArcGIS Online</i>	14
Практична робота 6. Огляд блоку інструментів «Збагачення даних» та «Аналізувати шаблони» в <i>ArcGIS Online</i>	16
Практична робота 7. Огляд блоку інструментів «Використовувати наближеність» в <i>ArcGIS Online</i>	19
Практична робота 8. Огляд блоку інструментів «Керування даними» в <i>ArcGIS Online</i>	21
Практична робота 9. Візуалізація та створенням часової анімації супутникових знімків в <i>ArcGIS Online</i>	25
Практична робота 10. Створення <i>StoryMaps</i> в <i>ArcGIS Online</i>	26
Практична робота 11. Створення панелі управління <i>ArcGIS Dashboards</i>	29
Практична робота 12. Створення миттєвого додатку <i>ArcGIS Instant Apps</i> . Ознайомлення з додатком <i>ArcGIS Field Maps</i>	31
Самостійна робота	33
Глосарій	36
Список рекомендованої літератури	51
Інформаційні ресурси	52

ВСТУП

Дисципліна «ГІС технології в екологічних дослідженнях» є обов'язковою дисципліною, яка вивчається на 2 курсі у 1 семестрі.

Кількість кредитів ECTS, передбачених на вивчення курсу – 6,0. Загальна кількість лекцій для здобувачів вищої освіти денної форми навчання – 30 години, практичних робіт – 30 години, на самостійну роботу передбачено 120 години; для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання – 12 годин лекцій, практичних робіт – 12 годин, самостійної роботи – 156 години.

Основними завданнями освітнього компоненту «ГІС технології в екологічних дослідженнях» є ознайомитись із структурою ГІС, вивчити її функції та можливості застосування в екологічних дослідженнях, навчитися працювати з конкретним Веб-ГІС середовищем *ArcGIS Online*.

Мета освітнього компоненту: отримання знань здобувачами вищої освіти про основні принципи побудови ГІС, їхні функції та прикладні аспекти застосування таких систем в екології.

На практичних заняттях здобувачами вищої освіти використовується Веб-ГІС середовище *ArcGIS Online* в якому здобувачі вищої освіти працюють в режимі реального часу і виконують різноманітні дослідження відповідно до завдання.

На кожному практичному занятті здійснюється також контроль за виконанням як самостійної, так і аудиторної роботи.

При врахуванні одержаних за весь курс балів визначається загальний бал, який є підставою для екзаменаційної оцінки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

Тема: Знайомство з *ArcGIS Online*. Вивчення інструментів візуалізації

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з Веб-ГІС середовищем *ArcGIS Online* (Рис. 1).

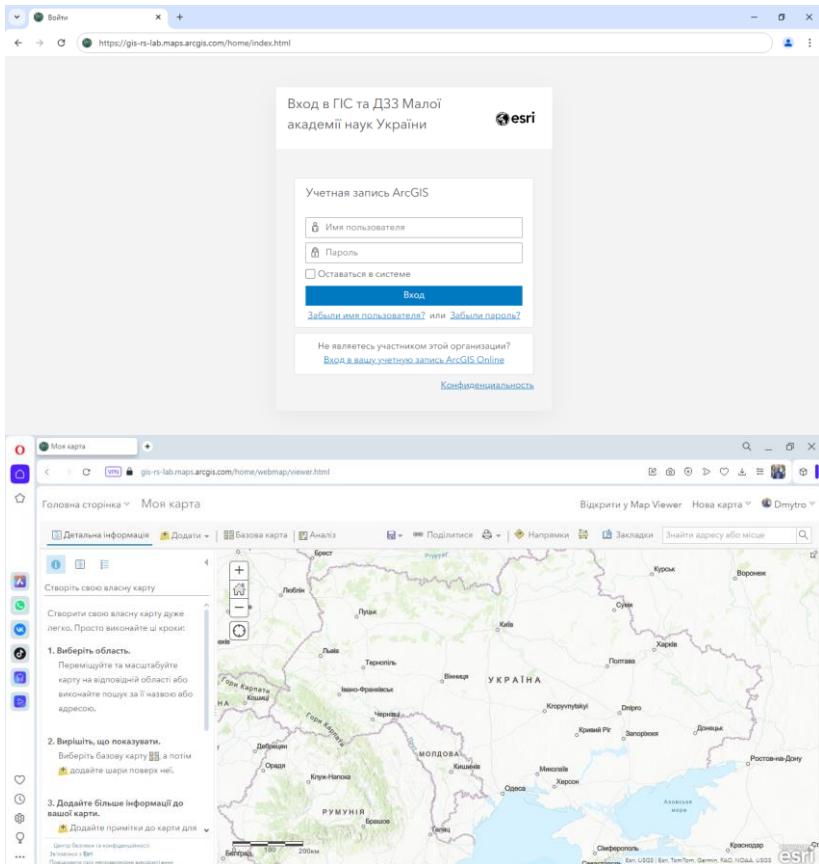


Рис. 1. Веб-ГІС середовище *ArcGIS Online*
(<https://gis-rs-lab.maps.arcgis.com/home/index.html>)

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

➤ Знайти на карті Харківський зоопарк та відобразити його територію, позначивши місця проживання різних видів тварин.

Необхідно створити чітку та інформативну карту, яка дозволить легко орієнтуватися у розташуванні тварин на території зоопарку.

➤ Знайти та візуалізувати карту районів Харківської області, забезпечивши її детальними підписами для кожного району.

Карта має бути зручною для розуміння, з чітко позначеними кордонами та назвами адміністративних одиниць області.

Індивідуальне завдання творчого характеру:

➤ Створіть візуалізацію карти районів Київської області двома різними способами. Нанесіть підписи для кожного району, забезпечивши чітке позначення їхніх меж.

Використайте шар з районами, який можна знайти в *ArcGIS Online* за допомогою пошукового запиту «*Райони Київської області*».

Оберіть два різних підходи до відображення даних, щоб продемонструвати різні методи візуалізації на основі наявних полігональних шарів.

➤ Опишіть, які методи візуалізації полігональних даних доступні в *ArcGIS Online*.

Вкажіть різні типи відображення даних, включаючи можливості зміни стилів, символів, кольорових схем, а також можливості створення тематичних карт на основі атрибутивної інформації.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

Тема: Створення шарів та атрибутивних даних в *ArcGIS Online*

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з методикою створення шарів та атрибутивних даних в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online* (Рис. 2).

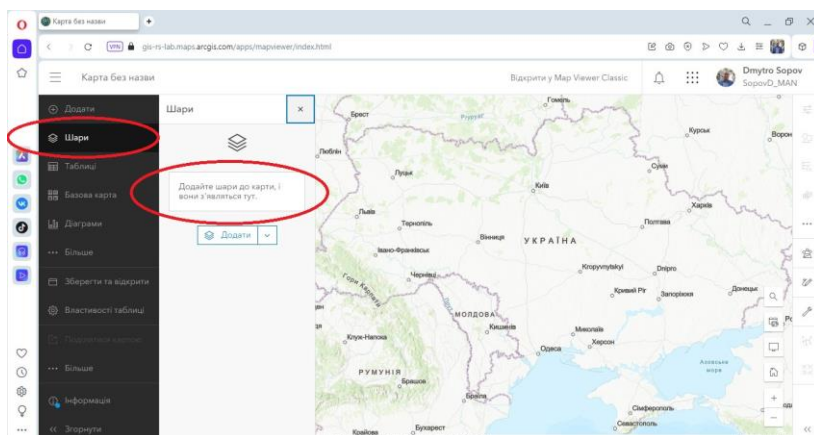


Рис. 2. Вікно створення шарів та атрибутивних даних в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online*

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

➤ Завантажити до *ArcGIS Online* шари, що містять межі Національного природного парку «*Шацькі озера*» та елементи туристичної інфраструктури на його території. Після цього необхідно змінити візуальні параметри цих шарів для покращення їх відображення на карті.

➤ Створити новий шар у системі та додати до нього контури Шацьких озер.

До кожного об'єкта необхідно додати відповідну атрибутивну інформацію, яка буде містити такі дані, як назви озер, площа, глибина та інші важливі характеристики.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ Нанести на карту щонайменше 10 озер із території дослідження. У таблиці атрибутів для кожного озера створити нове поле під назвою «Об'єм (*Volume*)».

Використовуючи дані, наведені у таблиці в рамках цієї практичної роботи, заповнити нове поле інформацією про об'єм кожного озера, вказавши його в тисячах кубічних метрів (тис. м³).

Після заповнення таблиці атрибутів, провести візуалізацію озер на основі їх об'єму. Змінити відображення шарів озер таким чином, щоб кольорове або розмірне кодування відповідало величині об'єму кожного озера, дозволяючи легко порівнювати їх між собою на карті.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Тема: Основні аналітичні операції з геопросторовими даними в *ArcGIS Online*

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з основними аналітичними операціями з геопросторовими даними в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online* (Рис. 3).

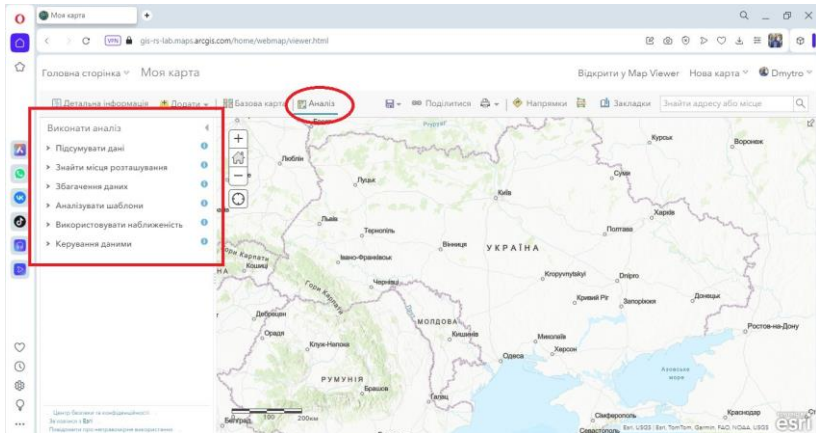


Рис. 3. Вікно з основними аналітичними операціями з геопросторовими даними в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

➤ Провести буферизацію та мережевий аналіз доступності медичних закладів, зокрема лікарень, у межах міста Київ та прилеглих районів. Це передбачає побудову буферних зон навколо лікарень і розрахунок часу або відстані до найближчих медичних установ, щоб оцінити рівень доступності для населення.

➤ Виконати аналіз підсумування даних для аптек, розташованих на території Києва. Об'єднати всі доступні шари, що містять інформацію про аптеки, та створити єдину інтегровану карту, яка включає їхнє географічне розташування і атрибутивні дані. Після цього змінити візуальне представлення аптек на карті, використовуючи

відповідне символічне або кольорове кодування для кращої інтерпретації даних.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ Створити зони доступності до лікарень, розташованих у місті Київ та його передмістях, з урахуванням реальної ситуації на дорогах.

Для цього необхідно провести мережевий аналіз, взявши до уваги умови руху у певний час, наприклад, у понеділок о 17:00 год., коли транспортні потоки є найбільш інтенсивними. Зони мають відображати території, до яких можна дістатися від лікарень протягом 20 хвилин за умов реального трафіку.

➤ Створити тематичну карту, яка відобразить кількість аптек у різних районах міста, використовуючи нормалізовані показники.

Для цього у параметрах візуалізації вибрати опцію «Поділене на» (*Divided by*) та нормалізувати кількість аптек по відношенню до площі кожного району. Це дозволить краще зрозуміти розподіл аптек відносно території та наочно оцінити, в яких районах аптеки розташовані більш густо.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

Тема: Огляд блоку інструментів «Підсумувати дані» в ArcGIS Online

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з блоком інструментів «Підсумувати дані» в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online (Рис. 4.).

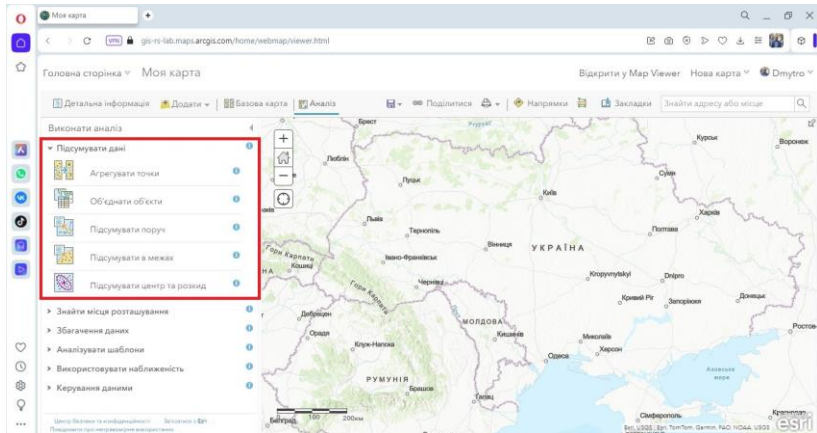


Рис. 4. Вікно з блоком інструментів «Підсумувати дані» в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

➤ Порахувати загальну площу та кількість заповідних територій (Природно-заповідний фонд) у межах кожної адміністративної області України, а також на тимчасово окупованих територіях. Для цього використати інструмент просторового аналізу «Підсумувати в межах» (*Summarize Within*), який дозволить визначити загальні характеристики ПЗФ для кожної області, включно з розмірами цих територій.

➤ Провести підрахунок кількості об'єктів Природно-заповідного фонду, які знаходяться у межах 50-кілометрової зони вздовж лінії фронту. Для цього застосувати інструмент аналізу «Підсумувати поруч» (*Summarize Nearby*), який дозволить оцінити розташування

ПЗФ об'єктів у безпосередній близькості до зони активних бойових дій.

➤ Створити тематичну карту щільності пожеж на території України за літній період 2022 року, використовуючи дані системи спостереження за пожежами *FIRMS*. За допомогою інструменту «*Агрегувати точки*» (*Aggregate Points*) провести групування даних про пожежі, щоб визначити райони з найбільшою кількістю випадків та представити це на карті у вигляді теплової або інтенсивної візуалізації.

➤ Виконати аналіз просторового розподілу пожеж та визначити райони з найвищою концентрацією за допомогою інструменту «*Підсумувати центр та розкид*» (*Summarize Center and Dispersion*). Це дозволить оцінити географічні характеристики та побачити точки, де відбувалася найбільша кількість пожеж протягом зазначеного періоду.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ Вкажіть, в якій області України зафіксовано найбільшу та найменшу кількість оцифрованих об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ). Включіть інформацію про загальну кількість оцифрованих об'єктів у кожній області та зробіть порівняння.

➤ Уточніть, скільки національних природних парків розташовані в буферній зоні, що прилягає до лінії фронту на відстані до 50 км. Включіть деталі про їхнє розташування і вплив близькості до зони конфлікту.

➤ Зробіть порівняння розподілу пожеж в Україні за червень, липень і серпень окремо. Використовуйте інструмент для підсумовування центру та розкиду з параметрами еліпсу розміру «*ISD*», щоб проаналізувати зміни у розподілі пожеж протягом цих трьох місяців.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

Тема: Огляд блоку інструментів «Знайти місця розташування» в ArcGIS Online

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з блоком інструментів «Знайти місця розташування» в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online (Рис. 5).

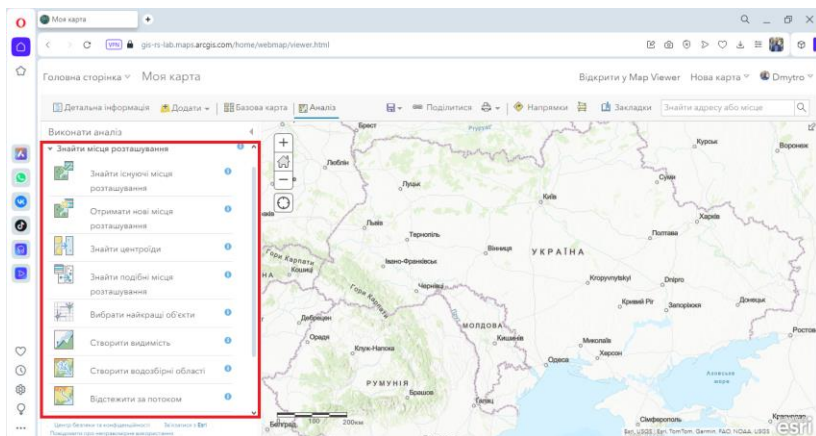


Рис. 5. Вікно з блоком інструментів «Знайти місця розташування» в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, ArcGIS Online.

Завдання:

➤ Визначте центроїди для всіх областей України, використовуючи інструмент «Знайти центроїди».

Для кожної області отримайте координати її центру.

➤ Визначте центроїд для всієї території України та порівняйте його з офіційно встановленим географічним центром України.

Проаналізуйте різницю між цими двома точками.

➤ За допомогою інструменту *«Створити видимість»* визначте площу території, яку можна побачити з вершини гори Говерла.

Оцініть видимі об'єкти та території.

➤ Створіть область водозбору річки Прут в районі її витоків, використовуючи інструмент *«Створити водозбірні області»*.

Зберіть дані про розміри та межі цієї області.

➤ Виміряйте довжину річки Прут від зазначеної точки на карті до її витоків за допомогою інструменту *«Відстежити за потоком»*.

Отримайте точні відстані.

➤ Визначте сумарну довжину всіх річок, що входять до області водозбору біля витоків річки Прут, за допомогою інструменту *«Знайти нові місця розташування»*.

Проаналізуйте загальну довжину річок у цій зоні.

➤ Використовуючи інструмент *«Знайти існуючі місця розташування»*, відфільтруйте кемпінги за кількома критеріями: розташування не більше ніж 30 метрів від річки, можливість безкоштовного перебування, та знаходження в межах створеної водозбірної ділянки.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ Визначте області, в яких адміністративний центр розташований близько до центроїда цієї області (на відстані не більше 15 км).

Для точного вимірювання відстані скористайтеся інструментом *«Виміряти відстань»*, доступним на панелі меню в блоці інструментів *«Виміряти»*.

Складіть список областей, де адміністративний центр знаходиться у зазначеній близькості до центроїда.

➤ З'ясуйте, між якими населеними пунктами розташований центроїд території України.

Визначте найближчі населені пункти, що знаходяться в околицях цього центроїда, та складіть детальний опис їхнього розташування відносно центроїда.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

Тема: Огляд блоку інструментів «Збагачення даних» та «Аналізувати шаблони» в ArcGIS Online

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з блоком інструментів «Збагачення даних» та «Аналізувати шаблони» в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online (Рис. 6, 7).

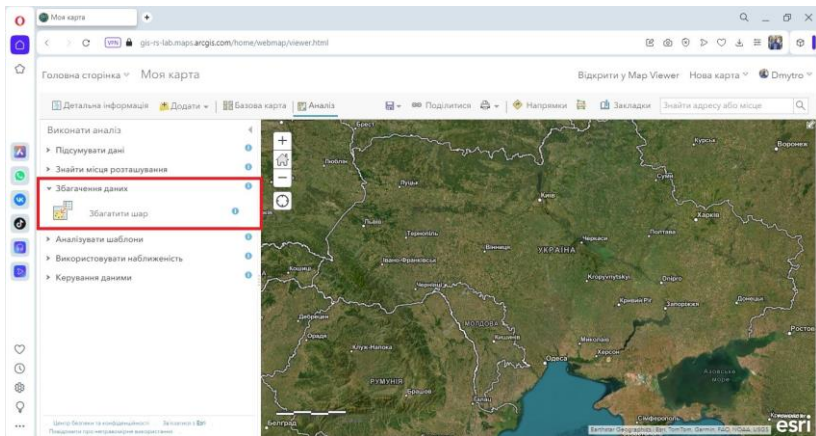


Рис. 6. Вікно з блоком інструментів «Збагачення даних» в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online

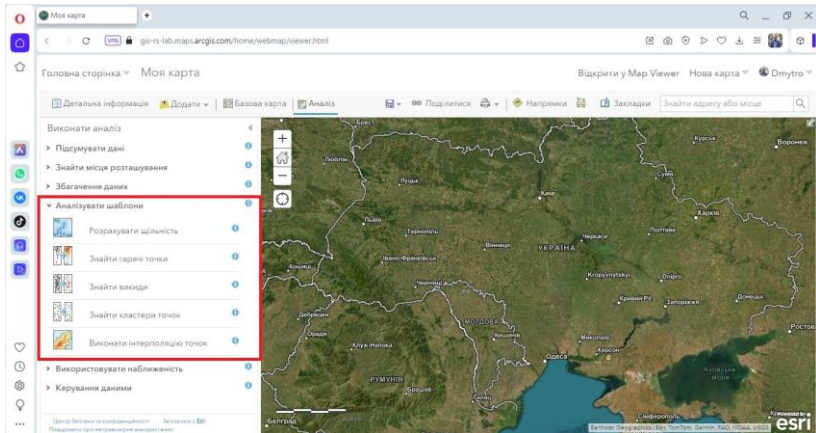


Рис. 7. Вікно з блоком інструментів «Аналізувати шаблони» в Веб-ГІС середовищі ArcGIS Online

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

- *Збагачення даних:* Використати інструмент «Збагатити дані», щоб доповнити інформацію про доходи на душу населення для кожної області України.
- *Аналіз безробіття:* Розрахувати відсоток безробітного населення для кожної області України.
- *Обробка даних шкіл Києва:* Завантажити датасет шкіл міста Київ, збережений під назвою «*Kyiv_schools*», а також карту адміністративних районів Києва.
- *Аналіз щільності шкіл:* Побудувати карту, яка відображає щільність розташування шкіл, використовуючи інструмент «*Розрахувати щільність*».
- *Виявлення гарячих точок:* Використати інструмент «*Знайти гарячі точки*» для створення карти гарячих точок

на основі датасету шкіл. Для візуалізації можна застосувати метод сітки або межі гексагонів.

➤ *Аналіз аномалій у розподілі шкіл:* Визначити зони з аномально високою або низькою кількістю шкіл, використовуючи інструмент «Знайти викиди (останці)».

➤ *Групування шкіл за кластерами:* Побудувати карту, що групує школи за кластерами відповідно до їх розташування та кількості, за допомогою інструменту «Пошук кластерів точок».

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ *Додавання точок шкіл до карти щільності:* Накладіть на існуючу карту щільності розташування шкіл, позначивши їх червоними точками з розміром символу п'ять пікселів.

Змініть стиль відображення символів на червоний колір для кращої видимості.

Вивчіть, як розташування шкіл співвідноситься з картою щільності та адміністративними районами міста.

Зробіть висновки щодо районів з найвищою і найнижчою щільністю шкіл, вказавши конкретні райони.

➤ *Аналіз кластеризації:* Побудуйте дві окремі карти кластерів точок шкіл.

На першій карті встановіть мінімальну кількість точок для утворення кластеру на рівні 10, а на другій – на рівні 20 точок.

Проаналізуйте, яка з карт забезпечує кращу візуалізацію кластеризації шкіл, і поясніть, чому це так. Ваш аналіз повинен включати обговорення того, як вибір мінімальної кількості точок впливає на видимість і інтерпретацію кластерів.

- використати інструменти *«Підсумування даних»* та *«Агрегувати точки»*, щоб підрахувати кількість замків (точок), що знаходяться всередині кожної буферної зони.;

- за допомогою інструменту *«Об'єднати об'єкти»* перенести ці дані до початкового шару доріг, відобразивши кількість замків біля кожної дороги;

- змінити стилі відображення доріг залежно від кількості замків у буферних зонах, використовуючи різні кольори чи інші стилістичні рішення для візуалізації.

➤ Планування двох автомобільних маршрутів між замками, розташованими близько до готелів (45 хвилин пішки):

- застосувати інструмент *«Створити область часової доступності»*, щоб визначити зони навколо готелів, до яких можна дістатися за 45 хвилин пішки;

- знайти замки, розташовані в цих зонах, використовуючи інструмент *«Знайти існуючі місця розташування»*.

- спланувати два автомобільних маршрути між знайденими замками.

➤ Визначення найближчих замків до готелів та створення інтегрованої карти:

- за допомогою інструменту *«Знайти найближчі»* визначити до трьох замків, які розташовані в радіусі 20 км від кожного готелю;

- об'єднати результати всіх попередніх завдань (дороги, маршрути, зв'язки готелів із замками) на одній карті. Застосувати різні стилі відображення для кожного шару (вибрати іконки для готелів, замків тощо), щоб карта була зрозумілою та наочною. Зберегти карту з легендою для подальшого використання.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

Використайте створені вами карти та об'єднайте їх

для виконання наступного завдання.

➤ Аналіз доріг з буферною зоною 10 км:

- проведіть повторний аналіз, збільшивши радіус буферної зони до 10 км навколо доріг Тернопільської області;

- підрахуйте кількість замків у межах цих буферів для кожної дороги;

- відобразіть карту, де параметр відображення «*Count of points*» (кількість замків у буфері) представлений через градацію кольорів від жовтого до червоного. У цьому випадку не змінюйте товщину ліній, а використовуйте тільки кольори для візуалізації.

➤ Зони доступності готелів для автомобілів (15 хвилин):

- створіть зони доступності навколо готелів, до яких можна дістатися за 15 хвилин на автомобілі;

- виділіть замки, які розташовані всередині цих зон;

- на основі цих знайдених замків побудуйте три автомобільні маршрути, які проходять з Півдня області на Північ. Кожен маршрут повинен включати від 4 до 6 зупинок біля замків, а час зупинок варіювати від 10 до 30 хвилин.

➤ Найближчі замки до готелів (радіус 10 км):

- виконайте пошук і відобразіть чотири найближчі замки, які розташовані в радіусі 10 км від кожного готелю;

- об'єднайте всі результати на одній карті, включивши шари з буферними зонами доріг, зонами доступності та маршрутами між замками.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 8

Тема: Огляд блоку інструментів «Керування даними» в ArcGIS Online

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з блоком інструментів «*Керування даними*» в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online* (Рис. 9).

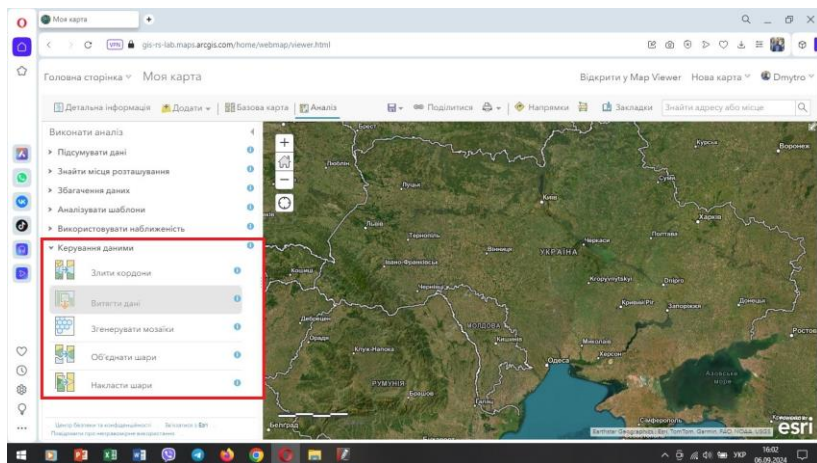


Рис. 9. Вікно з блоком інструментів «*Керування даними*» в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online*

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

- Об'єднання полігонів територіальних громад:
 - використовуючи інструмент «*Злити кордони*», об'єднайте полігони меж територіальних громад за спільними атрибутами назв адміністративних районів і областей України. Це дозволить створити більш узагальнені географічні межі для подальшого аналізу.
- Об'єднання точкових шарів археологічних знахідок:

- використайте інструмент *«Об'єднати шари»*, щоб звести два різні точкові шари археологічних знахідок, пов'язаних з палеолітичним періодом на території України, в один спільний шар. Це спростить роботу з даними та їх візуалізацію.

➤ Створення мозаїчної сітки:

- за допомогою інструменту *«Згенерувати мозаїки»* створіть мозаїчну сітку на території України з розміром комірок 50 км. Ця сітка слугуватиме базою для просторового аналізу археологічних знахідок та інших даних.

➤ Підсумок даних археологічних знахідок у сітці:

- використовуючи інструмент *«Підсумувати в межах»*, підрахуйте та підсумуйте кількість археологічних знахідок, об'єднаних у попередньому кроці, для кожної комірки створеної мозаїчної сітки. Це дасть змогу оцінити просторову концентрацію знахідок по Україні.

➤ Визначення сучасних адміністративних областей по історичних межах:

- використайте інструмент *«Накласти шари»*, щоб визначити сучасні адміністративні області України, які перетинаються з контуром меж території Війська Запорозького на початку правління І. Виговського. Це дозволить порівняти історичні і сучасні географічні межі.

➤ Завантаження векторного шару історико-географічних регіонів:

- за допомогою інструменту *«Витягнути дані»* завантажте векторний шар історико-географічних регіонів України у форматі *KMZ* на комп'ютер. Цей шар можна використовувати для подальшого аналізу або обміну з іншими користувачами.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ Аналіз кількості територіальних громад у регіонах України:

- напишіть, в якій області України знаходиться найбільша кількість територіальних громад, а також в якій області їх найменше. Для цього необхідно виконати аналіз та порівняння кількості громад по кожній області.

➤ Пошук і додавання шару історико-географічних регіонів України в *ArcGIS Online*:

- використовуйте функцію «*Шукати шари*» в *ArcGIS Online*, щоб знайти та додати на карту шар під назвою «*Історико-географічні регіони України*». Це дозволить візуалізувати історичні регіони України на сучасній карті.

➤ Обрізка сучасних адміністративних меж по історичному регіону:

- використовуючи інструмент «*Накласти шари*», виконайте обрізку сучасних адміністративних меж України (*шар з назвою «Ukraine Oblaste Boundaries»*) по контуру одного з відфільтрованих історико-географічних регіонів, наприклад, «*Середня Наддніпрянина*». Це дозволить зосередити аналіз на конкретному регіоні в межах сучасних областей.

➤ Розрахунок площі історико-географічного регіону та сучасних областей:

- після обрізки меж визначте загальну площу історико-географічного регіону (в цьому випадку, Середня Наддніпрянина) і окремо обчисліть площу кожної сучасної області, яка входить до цього регіону. Ці дані допоможуть проаналізувати, наскільки сучасні області накладаються на історичні межі регіону.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 9

Тема: Візуалізація та створенням часової анімації супутникових знімків в *ArcGIS Online*

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з візуалізацією та створенням часової анімації супутникових знімків в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online*.

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

➤ Створення маски води та аналіз обміління Оскільського водосховища:

- завантажити датасет *Sentinel-2 Level-2A* і провести порівняння території водосховища на основі комбінацій каналів «природні кольори» та «агро»;

- відфільтрувати доступні знімки за датою та завантажити додаткові зображення для двох конкретних дат: 29 березня та 18 жовтня 2022 року;

- змінити тип візуалізації на класифікаційну мапу та підібрати відповідну кольорову шкалу для виділення класів поверхні;

- зберегти тематичну мапу, що показує зміни водної поверхні, у форматі *JPG*.

➤ Створення часової анімації для візуалізації вирубки лісів в українських Карпатах:

- використовуючи координати, знайти лісовий масив поблизу села Усть-Чорна та визначити області сучасного стану вирубки лісу;

- завантажити супутникові знімки *Multispectral Landsat*;

- активувати часову анімацію для всіх доступних знімків, починаючи з 1970-х років;
- налаштувати швидкість відтворення, період та інтервал відображення анімації знімків для періоду з 2014 до 2024 року;
- зберегти анімовану мапу.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

- Створення шару водної поверхні:
 - сформуйте новий шар, який відобразатиме стан водної поверхні на дату, коли ви виконуєте цю практичну роботу.
 - Аналіз вирубки лісів у Рахівщині:
 - проаналізуйте сусідні території в Рахівському районі та визначте, де відбувається найбільше вирубки лісів;
 - виявите три населених пункти поблизу, де найбільш очевидні зміни в лісовому покриві;
 - для кожного з цих населених пунктів зробіть три знімки (скріншоти) території між селом Ясіня і гірськолижним курортом Буковель, зафіксувавши зміни в лісовому масиві на різні роки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 10

Тема: Створення *StoryMaps* в *ArcGIS Online*

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з методикою створення *StoryMaps* в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online*.

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/*

Google Chrome/ Mozilla Firefox тощо, *ArcGIS Online*, *World Imagery Wayback*.

Завдання:

- Ознайомлення з додатком *World Imagery Wayback*:
 - завантажте та відкрийте додаток *World Imagery Wayback* за посиланням <https://livingatlas.arcgis.com/wayback>;
 - знайдіть Терновицьку сонячну електростанцію, скориставшись пошуком за назвою найближчого селища Терновиця;
 - створіть і завантажте анімацію, яка відображатиме детальні знімки території Терновицької СЕС за період з 2014 по 2024 рік;
 - в режимі порівняння знайдіть два знімки: до і після будівництва Терновицької СЕС на дати 6 квітня 2022 року та 6 вересня 2018 року;
 - визначте два знімки з високою просторовою розрізненістю з *World Imagery Wayback* і імплементуйте їх в *ArcGIS Online*;
 - збережіть проект під назвою «*Найбільші СЕС України*».
- Ознайомлення з оновленим інтерфейсом *Map Viewer* в *ArcGIS Online*:
 - проаналізуйте новий інтерфейс *Map Viewer* та досліджуйте динаміку будівництва трьох найбільших СЕС України (Терновицької, Нікопольської та Токмацької);
 - створіть закладки для кожної з цих сонячних електростанцій для подальшого аналізу та перегляду.
- Створення історії в *ArcGIS StoryMaps*:
 - налаштуйте назву карти та основну інформацію про найбільші СЕС України;

- додайте блоки контенту, що містять інформацію про потужність СЕС біля селища Терновиця, і створіть для неї веб-карту в режимі порівняння (шторки);
- додайте блоки контенту з інформацією про Нікопольську СЕС і створіть веб-карту в режимі порівняння (шторки) для цієї електростанції;
- додайте блоки контенту з інформацією про Токмацьку СЕС і створіть веб-карту в режимі порівняння (шторки) для цієї електростанції;
- включіть опис джерел інформації, які ви використовували для створення історії;
- налаштуйте дизайн оформлення теми та обкладинки для історії «Динаміка будівництва СЕС в Україні»;
- перегляньте та опублікуйте створену історію в *StoryMaps*.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

- Створення веб-карти в *ArcGIS StoryMaps*:
 - розробіть веб-карту в *ArcGIS StoryMaps*, яка буде відображати найбільші сонячні електростанції України. Крім раніше зазначених трьох об'єктів (Терновицької, Нікопольської та Токмацької СЕС), додайте інформацію про ще одну нову сонячну електростанцію;
 - зберіть та організуйте дані для нової СЕС, включаючи її розташування, потужність, динаміку розвитку та інші важливі характеристики;
 - інтегруйте нову СЕС на карту, забезпечте її правильне розміщення та візуалізацію разом з іншими об'єктами;
 - налаштуйте взаємодію з картами та інші елементи сторінки, щоб забезпечити зрозуміле та інформативне представлення даних про всі включені електростанції;

- переконайтесь, що вся інформація представлена чітко і доступно для користувачів, і що нова СЕС адекватно інтегрована в загальний контекст карти.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 11

Тема: Створення панелі управління *ArcGIS Dashboards*

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з методикою створення панелі управління *ArcGIS Dashboards* в Веб-ГІС середовищі *ArcGIS Online*.

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online*.

Завдання:

➤ Створення карти в оновленому інтерфейсі *Map Viewer* в *ArcGIS Online*:

- відкрийте нову карту в інтерфейсі *Map Viewer*;
- додайте шар гідрографії, вибравши «*World Hydro Reference Overlay*»;
- імплементуйте зовнішній шейп-файл, що містить точки спостереження на гідропостах України за березень 2023 року;
- налаштуйте стиль відображення символів для шару гідропостів, щоб чітко позначити кожен пункт на карті;
- ознайомтесь із таблицею атрибутів шару гідропостів та додайте підписи з їх порядковими номерами на карту;
- збережіть створену карту для подальшого використання.

➤ Створення панелі управління (*тип додатку Dashboards*) на основі підготовленої карти:

- на основі створеної карти, створіть панель управління, яка відобразатиме дані державного моніторингу поверхневих вод;

- налаштуйте параметри головної карти на панелі управління, щоб забезпечити коректне відображення інформації;

- додайте новий елемент у вигляді заголовка, в якому вкажіть джерело вхідних даних, а саме спостереження Держводагенства;

- додайте текстовий блок з описом хімічних показників якості води, щоб користувачі могли зрозуміти значення представлених даних;

- додайте індикатор, який показуватиме загальну кількість гідропостів, що дозволить швидко оцінити масштаби моніторингу;

- додайте кругову діаграму, яка групуватиме існуючі гідропости залежно від їх відношення до водних басейнів;

- включіть серійну діаграму, яка відобразатиме значення хімічних показників по гідропостах, наприклад, хімічне та біологічне споживання кисню;

- збережіть розроблену панель управління та налаштуйте доступ до неї для відповідних користувачів;

- перегляньте вигляд готової панелі управління і скопіюйте *URL-адресу* для подальшого доступу або поширення.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ Оновлення панелі управління карти:

- додайте до панелі управління, яку ви створили для карти, ще одну серійну діаграму, що відобразатиме хімічні показники якості води;

- виберіть для цієї діаграми показники, такі як Хлорид та Сульфат-іони, щоб надати детальну інформацію про ці елементи;

- використовуйте рубрику «Серія» для включення цих показників у діаграму;

- замість стовпчастого типу діаграми, оберіть лінійний тип відображення гістограми. Це дозволить наочно порівняти зміни в концентраціях Хлоридів та Сульфат-іонів, забезпечуючи більш чітке та зрозуміле представлення даних;

- переконайтесь, що нова серійна діаграма інтегрована в панель управління та що всі елементи правильно відображаються для користувачів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 12

Тема: Створення миттєвого додатку *ArcGIS Instant Apps*. Ознайомлення з додатком *ArcGIS Field Maps*

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з методикою створення додатку *ArcGIS Instant Apps*. Ознайомлення з додатком *ArcGIS Field Maps*.

Обладнання: персональний комп'ютер або ноутбук підключений до мережі інтернет, веб-браузер *Opera/Google Chrome/Mozilla Firefox* тощо, *ArcGIS Online, ArcGIS Instant Apps, ArcGIS Field Maps*.

Завдання:

➤ Створення карти щільності спостережень за птахами:

- завантажте точковий шар з даними про спостереження за птахами, що містить інформацію про

гніздування та сезонні міграції птахів в Азово-Чорноморському регіоні. Цей шейп-файл отримайте з ресурсу *GBIF*;

- змініть стиль відображення даних на теплову карту, яка покаже щільність розподілу птахів у цьому регіоні. Теплова карта дозволить візуалізувати концентрацію птахів у різних зонах на основі спостережень.

➤ Візуалізація меж Рамсарських угідь:

- завантажте векторний шар з межами Рамсарських угідь з доступних даних в *ArcGIS Online*;

- розфарбуйте ці межі різними кольорами відповідно до років їх створення, що допоможе наочно відобразити їх історичний розвиток та зміни.

➤ Створення веб-додатку за допомогою *Instant Apps*:

- ознайомтеся з доступними шаблонами миттєвих додатків у *Instant Apps*;

- виберіть шаблон «*Бічна панель*» і налаштуйте його інструменти для інтеграції карт Рамсарських угідь та карти щільності спостережень птахів;

- налаштуйте доступ до веб-додатку, щоб визначити, хто зможе переглядати та використовувати його;

- опублікуйте додаток, забезпечивши його доступність для користувачів.

➤ Створення та наповнення шару спостережень у *ArcGIS Field Maps*:

- створіть новий шар для власних спостережень у додатку *ArcGIS Field Maps*;

- заповніть цей шар даними про ваші спостереження, забезпечуючи точне та актуальне відображення інформації на карті.

Індивідуальне завдання творчого характеру.

➤ Внесіть ваше поточне місцезнаходження або місцезнаходження вашої організації на карту у додатку

ArcGIS Field Maps. Для цього відкрийте додаток, знайдіть вашу локацію або введіть координати вручну, а потім розмістіть її на карті.

➤ Якщо ви зіткнулися з будь-якими труднощами або не змогли виконати це завдання, будь ласка, детально опишіть проблему, яка виникла. Включіть інформацію про те, які саме перешкоди завадили успішному внесенню даних на карту, та, за можливості, приклади помилок або повідомлень про збої.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Кожен здобувач вищої освіти денної та заочної форми навчання виконує реферат в рамках самостійної роботи з дисципліни *«ГІС технології в екологічних дослідженнях»*.

Мета написання реферату – закріпити, поглибити та узагальнити знання, отримані під час навчання та в процесі самостійного опрацювання матеріалу.

Кожен реферат складається з трьох питань.

Виконаний реферат здобувач вищої освіти здає особисто на перевірку викладачу (*керівнику курсу*) або прикріплює файлом (*формат Word або PDF*) у розділі «Самостійна робота» на освітньому порталі «Moodle» ЛНУ імені Тараса Шевченка у курсі *«ГІС технології в екологічних дослідженнях»* для перевірки викладачем і оцінювання роботи.

Після перевірки роботи здобувач на занятті, публічно, захищає реферат у співбесіді з викладачем та дискусії з одногрупниками.

Вибір першого, другого і третього питань реферату здійснюється за першими трьома літерами прізвища здобувача відповідно до завдань. Наприклад, здобувач на

прізвище Петренко отримує питання, що позначені літерами П, Е, Т.

Рекомендації для виконання реферату

Робота виконується у вигляді реферату із зазначенням плану та переліку використаної літератури.

Дослівне переписування матеріалу з підручників не допускається. Матеріал має бути творчо опрацьований. Також не допускається копіювання інформації з електронних джерел без посилань на такі. Реферат оформлюється в окремому зошиті чи на аркушах формату А4.

Робота повинна бути виконана охайно, без скорочення у ній слів. У кінці здобувач проставляє особистий підпис і дату виконання роботи.

Обсяг реферату становить 15–20 сторінок тексту (формат А4) комп'ютерного набору з інтервалом 1,5, або 20–25 рукописних сторінок, написаних розбірливим почерком.

Відповіді повинні бути вичерпними, з обов'язковим наведенням формул, таблиць, схем, рисунків тощо.

Реферат потрібно писати розбірливо, охайно і самостійно.

Вибір питань для реферату

- А.* Геоінформаційні технології в сучасному світі.
- Б.* Відмінність ГІС від інших інформаційних систем.
- В.* Історія розвитку геоінформаційних технологій.
- Г.* Складові частини ПК, їх характеристики та роль у підтримці ГІС.
- Д.* Тенденції розвитку апаратного забезпечення у ГІС.
- Ж.* Бази даних як подання об'єктів реального світу.
- З.* Керування даними в ГІС.
- Е.* Джерела вхідних даних для ГІС.

Є. Використання даних ДЗЗ в спеціалізованих ГІС для ґрунтознавства.

И. Методи і технології візуалізації інформації в ГІС.

І. Загальна характеристика аналітичних можливостей сучасних ГІС.

Ї. Програмне ГІС-забезпечення компанії ESRI (США).

Й. Пакет ArcView.

К. ГІС-пакет MapInfo Professional.

Л. Програмні продукти компанії Autodesk.

М. Пакет GeoDraw/GeoGraph.

Н. Застосування та можливості ГІС в лісовому господарстві.

О. Технології «клієнт-сервер» і Internet-технології в ГІС.

П. Internet-сервіси і ГІС.

Р. Застосування та можливості ГІС в науках про Землю.

С. Застосування та можливості ГІС в екологічних дослідженнях.

Т. Застосування та можливості ГІС у садово-парковому господарстві.

У. Класифікація сучасних ГІС.

Ф. Використання космічних знімків у ГІС.

Х. Особливості використання GPS в спеціалізованих ГІС для земельного кадастру.

Ц. Головні функції сучасних ГІС.

Ч. Моделі і бази даних у ГІС.

Ш. Векторизування та геокодування у ГІС.

Щ. Практичне застосування ГІС-технологій в кадастрових системах.

Ю. Застосування та можливості ГІС у землеробстві.

Я. Головні методи і прийоми просторового ГІС-аналізу.

ГЛОСАРІЙ

Агрегація даних – операції з перекласифікації просторових об'єктів, які мають своїм наслідком зменшення кількості вихідних категорій об'єктів внаслідок їхнього обумовленого об'єднання.

Апаратне забезпечення (апаратні засоби, апаратура, технічні засоби) – технічне обладнання інформаційної системи, яке містить власне комп'ютер і інші механічні, магнітні, електричні, електронні та оптичні периферійні пристрої або аналогічні прилади, що працюють під управлінням системи чи автономно, а також будь-які пристрої, необхідні для функціонування системи.

Архітектура ГІС – загальна організація зв'язку елементів апаратно-програмного комплексу ГІС з урахуванням її просторових баз даних і користувачів, а також роботи ГІС у обраних інформаційних мережах, типу зазначеної архітектури (розподілена, централізована і т. ін.) тощо.

Атрибут – будь-яка просторова та/або непросторова, кількісна та/або якісна властивість просторового об'єкта, що не містить інформації щодо його місцезнаходження.

Атрибутування – процес присвоєння просторовим об'єктам атрибутів або поєднання їх з атрибутами.

Бази даних (БД) – сукупність даних, які організовані за визначеними правилами, що встановлюють загальні принципи опису, збереження та маніпуляції даними за допомогою комп'ютерних засобів.

Бібліотека DLL (абр. від англ. Dynamic-Link Library) – динамічно приєднувана бібліотека (прикладних програм), яка використовує файли однойменного розширення.

Буферизація – складна операція з перекласифікації просторових об'єктів на основі їхнього місцезнаходження

та просторових і непросторових атрибутів, результатом якої є побудова різних видів буферів – полігонів з межею на обумовленій відстані від точки, лінії або контуру області.

Векторний метод графічного подавання географічного простору – метод, з його векторною структурою (моделлю) даних, який базується на задаванні точних координат просторових об'єктів явним чином, виходячи з того, що географічний простір є суцільним, а не квантованим на дискретні комірки.

Векторно-растрове перетворення (растеризація) – перетворення (конвертування) векторного подавання просторових об'єктів у растрове шляхом присвоєння елементам растра значень, які відповідають належності або неналежності до них елементів векторних записів об'єктів.

Візуалізація (графічне відтворення, відображення) – проєктування та генерація тексту, зображень, включаючи геозображення, картографічних зображень і іншої графіки найчастіше на екрані монітора на основі певних вихідних цифрових даних та правил і алгоритмів їхнього перетворення.

Географічна інформаційна система (геоінформаційна система, ГІС) – система комп'ютерних апаратно-програмних засобів і алгоритмічних процедур, створена для цифрової підтримки, поповнювання, управління, маніпуляції, аналізу, математично-картографічного моделювання та образного відтворення географічно (просторово) координованих даних.

Географічні (сферичні, еліпсоїдальні, геодезичні) системи координат – системи координат, які використовують широту та довготу для визначення положень об'єктів, розташованих на сферичній поверхні Землі чи проміжному глобусі.

Географічно (просторово) координовані дані (географічні або просторові дані) – дані про просторові об'єкти, які містять інформацію щодо їхнього місцезнаходження (позиційний складник) та атрибутів (непозиційний складник).

Геоінформаційні технології (ГІС-технології) – технологічна основа створення та використання географічних інформаційних систем, яка дозволяє реалізувати функціональні можливості ГІС.

Глобальні системи позиціонування (англ. Global Positioning System(s), GPS) – комплекс навігаційних супутників, наземних станцій і індивідуальних польових приймачів (апаратури), який дозволяє визначати координати та висотну відмітку заданої точки місцезнаходження на поверхні Землі.

Дані дистанційного зондування (ДЗ, дані аерокосмічного зондування) – дані щодо поверхні Землі та об'єктів, розташованих на ній або у її надрах, які отримані в процесі зйомок будь-якими неконтактними, тобто дистанційними методами.

Дешифрування – процес вивчення за аеро- та космічними зображеннями територій, акваторій і атмосфери, який базується на залежності між властивостями об'єктів, які дешифруються, та характером їхнього відтворення на знімках.

Дистанційне зондування (ДЗ, дистанційні зйомки, аерокосмічні зйомки) – процес отримання інформації щодо поверхні Землі (як і інших космічних тіл) та об'єктів, розташованих на ній або в її надрах, дистанційними методами.

Електронна (комп'ютерна) карта – результат постійного виводу у ГІС, який є картографічним виробом в електронній (безпаперовій) формі та являє собою цифрові дані (у т. ч. цифрові, векторні чи растрові, карти та/або

шари ГІС), як правило у записах на компакт-диску/флеш-диску, разом з програмними засобами їхньої візуалізації, які призначені для генерації такої карти.

Електронний (комп'ютерний) атлас – систематизована збірка на компакт-диску/флеш-диску електронних карт, виконаних за єдиною програмою та обраною тематичною спрямованістю.

Замовник проєкту ГІС – одна чи декілька фізичних і/або юридичних осіб, які заінтересовані у реалізації процесу проєктування ГІС, спрямовують на це свої та/або залучені чи доручені капітали (інвестують проєктування) та є власниками (інколи співвласниками) проєкту ГІС (як і, досить часто, результатів його реалізації).

Запит – завдання на пошук інформації, що задовольняє певним умовам, в базах даних.

Зшивання – автоматичне об'єднання у ГІС векторних цифрових записів двох окремих суміжних цифрових карт чи їхніх аркушів або суміжних шарів чи їхніх частин (фрагментів), а також монтаж окремих цифрових знімків або інших цифрових зображень у растровому форматі.

Ідентифікатор – унікальний номер, який присвоюється просторовому об'єкту автоматично чи призначається в процесі введення цього об'єкта у ГІС, або його номер (код) за певним переліком тощо. Править для зв'язку позиційного (локатора) та непозиційного (атрибутивів) складника просторових даних.

Ієрархічна (деревоподібна) структура баз даних – структура, що відображає взаємозв'язок між елементами даних згідно з відношенням «один до багатьох» («багато хто до одного») або «один до одного» (т. зв. взаємозв'язок «предок – нащадок»).

Ієрархія – розташування елементів системи у певному порядку: від вищого до нижчого за умови, що

кожний вищий елемент є домінантним (більш значущим) стосовно кожного нижчого елемента.

Ізолінії – загальна назва ліній, які поєднують точки однакових значень третього виміру поверхні (Z-параметра) як випадкової величини.

Ізотропна поверхня – поверхня з однаковими властивостями незалежно від напрямку руху за нею (на відміну від анізотропної поверхні).

Інтерполяція поверхні – визначення всіх потрібних відсутніх значень Z-параметра поверхні та їхнього місцезнаходження на основі відомих (наявних) даних.

Інтерфейс ODBC (абр. від англ. Open DataBase Connectivity) – відкритий інтерфейс доступу до баз даних, який є вбудованим в операційну систему Windows і підтримує набір функцій, які можна застосовувати з метою доступу до будь-якої реляційної СУБД.

Інформаційна мережа – різна за організацією, архітектурою, територіальним охопленням (локальна, глобальна і т. ін.) і призначенням (робочої групи, корпоративна тощо) сукупність комп'ютерів і периферійних пристроїв обумовленого класу, з'єднаних для взаємодії за допомогою апаратно-програмних компонентів.

Інформаційна система (ІС) – комп'ютеризована система, що виконує процедури з даними для отримання інформації, корисної для прийняття рішень.

Інформаційні системи екологічного менеджменту (ІСЕМ) – інформаційні системи природоохоронного спрямування, які містять в явному вигляді спеціально розроблений програмно-алгоритмічний блок (модуль або підсистему) – систему підтримки прийняття рішень (СППР).

Ітерація – повторюване застосування певної операції, у т. ч. модельної тощо, зі зміною її параметрів

і/або умов з метою поступового, максимально можливого наближення до бажаного результату.

Карта – математично визначене, зменшене, генералізоване зображення поверхні Землі, іншого небесного тіла або космічного простору, яка показує розташовані або спроектовані на них об'єкти в прийнятій системі умовних знаків.

Картографічна проекція – математично визначений спосіб зображення поверхні Земної кулі або еліпсоїда (чи іншої планети) на площині.

Картографічне накладання – комбінування картографічного подавання тематичної інформації однієї обраної теми з іншою (іншими). У ГІС реалізується як операції з накладання шарів, які ще називають оверлейним аналізом.

Картографічні (планові) системи прямокутних (плоских) координат – системи координат, які використовують для побудови карт, спроектованих із проміжного глобуса на площину.

Категорювання просторових об'єктів – визначення категорій (класів) просторових об'єктів за спільними категоріями їхніх атрибутів, у т. ч. власне атрибутами, їхніми значеннями тощо (синонімом може бути термін «типізація за класифікаційними ознаками»).

Кластерний аналіз – набір методів моделювання, спрямованих на класифікацію та виявлення однорідних змінних у їхніх підмножинах (кластерах).

Ключові складники ГІС – апаратні засоби, програмне забезпечення, просторові дані, розробники та користувачі, режими (плани) та регламенти (правила) роботи.

Компанія ESRI Ltd. (абр. від англ. Environmental System Research Institute – компанія «Інститут досліджень систем довкілля») – один із світових лідерів

постачання програмного забезпечення ГІС, який є «патріархом» ринку ГІС-технологій, працюючи на ньому з 1969 р. Сучасним комплексним програмним ГІС-пакетом цієї американської компанії є сім'я пакетів ArcGIS.

Компоновка карти – розміщення картографічного зображення, назви карти, легенди та інших даних всередині рамок карти, на її полях або в межах аркуша.

Комп'ютерний файл – сукупність інформації, якій присвоїли ім'я та яка зберігається у певному електронному середовищі. Такий файл може бути як документом, так і програмою.

Конфігурація – сукупність функціональних частин апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи. Інколи під конфігурацією розуміють і сукупність структурно-функціональних елементів певної системи у цілому.

Крігінг – метод нелінійної інтерполяції поверхні, який оптимізує процедуру інтерполяції на основі статистичної (імовірнісної) природи поверхні, використовуючи ідею регіоналізованого змінного Z-параметра поверхні та його складників (тренду, випадкових скорельованих флуктуацій і випадкового шуму).

Легенда карти – зведення умовних позначень, використаних на карті, з текстовими поясненнями до них.

Лінійна інтерполяція поверхні – інтерполяція, яка базується на апріорній тезі про зміну значень третього виміру поверхні за лінійною залежністю.

Лінійний об'єкт (лінія) – неперервний одновимірний просторовий об'єкт у прямокутному координатному просторі.

Маршрутизація – задача відшукування найбільш ефективного маршруту (маршруту найменшої вартості) між вузлами мережі.

Межа – тип лінійного об'єкта високого рівня у вигляді лінії, при перетині якої передбачається суттєва зміна одного чи багатьох атрибутів прилеглих до межі областей.

Мережа – тип лінійного об'єкта високого рівня у вигляді набору з'єднаних вузлами лінійних об'єктів, вздовж яких є можливим просування (рух) від одного вузла до іншого

Мережа точок (регулярна та нерегулярна) – спосіб точкової фіксації третього виміру поверхонь (Z-параметра) на основі регулярної чи нерегулярної сітки (гратки), утвореної прямими паралельними вертикальними та горизонтальними лініями, перетини яких (вузли гратки) власне і визначають місцезнаходження точок, які обирають для фіксації значень третього виміру поверхонь, формуючи таким чином мережу точок як їхню систему (точкову матрицю третього виміру, яка, як матриця висотних відміток, є основою цифрових моделей рельєфу, ЦМР).

Мережна структура баз даних – структура, яка використовує відношення «багато хто до багатьох», за якого один елемент даних може мати багато атрибутів і при цьому кожний атрибут явно взаємопоеднаний з багатьма елементами.

Метадані («дані про дані») – каталоги, довідники, словники і інші форми опису (супроводу) наборів різноманітної інформації. Такі форми містять відомості про склад цих наборів, їхній зміст, статус (актуальність і поновлення), місцезнаходження, якість, формати та форми подавання, умови доступу, придбання та використання, авторські та суміжні з ними права на інформацію тощо.

Метод аналізу квадратів – метод аналізу просторових розподілів точок, який визначає рівномірність цих розподілів на основі заданих співвідношень між

характеристиками однакових за площею квадратних субобластей загальної області дослідження, які власне і називаються квадратами.

Міксел – піксел, утворений змішуванням декількох суміжних з ним комірок растра з відмінними значеннями класів, а також піксел, що при дешифруванні не піддається віднесенню до жодного з класів з визначеного їхнього набору.

Мірило – відношення довжини нескінченно малого відрізка на геозображенні до нескінченно малого відрізка на поверхні еліпсоїда або кулі.

Мова JavaScript – мова сценаріїв, яка створена на основі мови програмування Java і застосовується у мультимедійних технологіях.

Модель (технологія) «клієнт-сервер» – модель (технологія) розподіленої обробки інформації, коли частину роботи виконує сервер як головний потужний комп'ютер (включаючи суперкомп'ютери), а частину – комп'ютер користувача.

Мультимедійні технології – різновид інформаційних технологій, який є інтеграцією технологій, що дозволяють інформаційним системам спільно вводити, обробляти, зберігати, передавати та відтворювати такі типи даних, як текст, графіка, нерухомі зображення, анімація, відео, звук тощо, забезпечуючи інтерактивний доступ користувачів до цих даних, об'єднаних у різних комбінаціях.

Накладання полігонів – варіант картографічного накладання та накладання шарів у ГІС, а саме площинних об'єктів.

Неперервна поверхня – поверхня, утворена величинами, визначеними у всіх точках досліджуваної її координатної області.

Об'єкти проектування ГІС – майбутні (потенційні) користувачі ГІС, просторові дані та їхні бази (предметна область ГІС), програмне забезпечення ГІС, апаратне забезпечення ГІС, режими та регламенти роботи (використання) ГІС, проектно-кошторисна документація (власне проєкт ГІС) і розробник ГІС («реалізатор» проєкту ГІС).

Операційна система (ОС) – програмний комплекс комп'ютеризованої системи, який забезпечує підтримку всіх програм та їхню взаємодію з апаратними засобами та користувачем, управляючи пам'яттю, у т. ч. зовнішньою, доступом у системі та здійснюючи її захист, облік використання ресурсів, обробку командної мови і т. ін.

Перекласифікація просторових об'єктів – комбінування наявних атрибутів просторових об'єктів для створення їхньої класифікації, яка краще відповідає поставленим задачам або наміченим рішенням, що має наслідком зміну і координат об'єктів.

Перфорований регіон – регіон у вигляді зв'язної просторової області, з якої виключено певні внутрішні полігони, які називають отворами або островами регіону (на відміну від фрагментованого, такий регіон не складається з окремих полігонів, а виключає їх).

Піксел (пел) – двовимірний елемент зображення, найменший з його складників, який отримують в результаті дискретизації (квантування) зображення (його поділу на далі неподільні елементи – прямокутні комірки (чарунки) растра).

Площинний об'єкт (область, полігон) – двовимірний просторовий об'єкт, який відтворюється серією пар плоских координат таким чином, що має і довжину, і ширину.

Побудова тривимірних зображень (рендерінг) – одна з операцій обробки цифрової моделі рельєфу.

Поверхня (об'ємний об'єкт) – тривимірний просторовий об'єкт, який тим чи іншим способом подається значеннями його параметра (головного атрибута) Z , розподіленими за досліджуваною областю (випадковим полем) параметра, яка визначена координатами X і Y . Зазвичай у ГІС використовується термін «статистична поверхня», тому що оперування зі значеннями її параметра Z передусім можна трактувати як статистичне подавання кількісних значень явищ, процесів або об'єктів, що досліджуються.

Пошарова (багат шарова) організація даних у ГІС – виконання поділу інформації щодо просторових об'єктів на тематичні шари з вирізненням об'єктів, віднесених до одного шару.

Програма – послідовність команд і даних до них, які призначені для управління конкретними компонентами комп'ютеризованої системи з метою реалізації заданого алгоритму.

Програмне забезпечення (ПЗ) – сукупність програм певної комп'ютеризованої системи та програмних документів, необхідних для експлуатації цих програм. Розрізняють загальне, у т. ч. системне, та прикладне ПЗ.

Проектант ГІС – спеціалізована підрядна проектна організація (фірма), у т. ч. консалтингова та/або інжинірингова, яка забезпечує весь процес розробки проектно-кошторисної документації щодо майбутньої ГІС.

Проектування ГІС (підготовка проекту ГІС) – загальний процес обґрунтування та формування уявлень і розробки відповідної технічної та технологічної документації щодо ключових складників ГІС, спрямований на стратегічно-документальне забезпечення кінцевого створення ГІС у якості апаратно-програмного комплексу та інформаційної основи певної предметної просторової області.

Просторове розрізнення зображення – розмір порції земної поверхні, який охоплюється одним пікселем.

Просторовий аналіз (у географічних і суміжних з ними дисциплінах) – група функцій, які забезпечують аналіз розташування, зв'язків і інших просторових відношень просторових об'єктів як систем довкілля.

Просторовий аналіз (у ГІС-інструментарії) – операції з дослідження просторових даних для їхнього вилучення або створення нових даних.

Просторовий запит – завдання на пошук просторових об'єктів за умовами, що містять координати, який здійснюється у вікні прямокутної, круглої або довільної форми.

Процеси проєктування ГІС – складники загального процесу проєктування ГІС: установче (ініціальне) проєктування, стратегічне проєктування, проєктування програмного забезпечення, проєктування апаратного забезпечення; експлуатаційне проєктування, завершальне проєктування. Процеси проєктування програмного та апаратного забезпечення методично доцільно об'єднувати в гіперпроцес системного проєктування ГІС.

Растровий метод графічного подавання географічного простору – метод, з його растровою структурою (моделлю) даних, який базується на квантуванні, тобто розподілі простору на множину дискретних елементів растра (у т. ч. його комірок), кожен з яких являє собою невелику, але цілком визначену частину земної поверхні.

Растрово-векторне перетворення (векторизація) – автоматичне або напівавтоматичне перетворення (конвертування) растрового подавання просторових об'єктів у векторне за допомогою набору операцій.

Регіон – тип площинного об'єкта високого рівня, який є великою групою об'єднаних суміжних або

несуміжних полігонів, що мають певну єдність параметрів (атрибутів).

Режим (роботи) «он-лайн» – може трактуватися як:
1) неавтономний (оперативний, діалоговий) режим роботи;
2) режим роботи під управлінням основного обладнання (центрального процесора тощо);
3) режим роботи по мірі надходження інформації;
4) режим роботи в реальному часі (реальному мірілі часу).

Реляційна (таблична) структура баз даних – структура, за якої дані зберігаються як табличні рядки значень атрибутів об'єктів. Такі значення групуються в цих окремих рядках у вигляді т. зв. відношень, позаяк вони зберігають свої положення у кожному рядку та визначено (ситуаційно, неявно) поєднані з об'єктами та між собою.

Розробник ГІС («реалізатор» проєкту ГІС) – одна чи декілька найчастіше юридичних осіб, що бере на себе відповідальність за реалізацію проєкту ГІС на умовах, визначених договором підряду (контрактом) із власником проєкту ГІС чи уповноваженою ним особою.

Система – сукупність взаємопов'язаних елементів і процесів.

Система управління базами даних (СУБД) – комплекс програм і мовних засобів, які призначені для створення, ведення та використання баз даних.

Системи автоматизованого проєктування (САПР) – системи, головним призначенням яких є підтримка виготовлення креслень проєктів і планів споруд та інфраструктури.

Системи настільного картографування (Mapping-системи) – системи, призначені для професійного виробництва карт, які і є в них базами даних.

Стратегічне проєктування ГІС – процес, що містить підпроцеси: оцінки потреб у ГІС, концептуального проєктування ГІС і проєктування баз даних ГІС.

Суб'єкти проєктування ГІС – замовник проєкту, власне проєктант і інші суб'єкти, що залучаються до загального процесу проєктування замовником і/або проєктантом.

Тимчасовий (нетривалий) вивід результатів аналізу у ГІС – вивід, зазвичай на екран монітора, з метою демонстраційної візуалізації результатів аналізу чи попереднього перегляду файлів для вирішення питання про їхнє використання при аналізі або про постійний вивід.

Топологічна інформація – явна інформація щодо зв'язності та просторових відношень об'єктів.

Точковий об'єкт (точка) – дискретний нульвимірний просторовий об'єкт, який визначається однією парою плоских координат X і Y .

Установче (ініціальне) проєктування ГІС – процес, що містить підпроцеси: ідентифікації основних суб'єктів проєктування, визначення інших суб'єктів проєктування, розробки плану, графіка та кошторису підготовки проєкту ГІС.

Формат файлу (у ГІС, комп'ютерній графіці та обробці зображень) – загальна назва способу комп'ютерної реалізації подавання (моделі) просторових даних (наприклад, векторний формат, растровий формат тощо) або формат даних конкретної системи, програмного засобу, засобу стандартизації, обміну даними.

Фрагментування – операція у ГІС, обернена до зшивання.

Центроїд – тип точкового об'єкта високого рівня, який, в залежності від виду, маркує певну центральну точку просторових об'єктів або їхніх розподілів.

Цифрова модель рельєфу (ЦМР, англ. Digital Elevation Model, DEM, син. Digital Terrain Model, DTM) – цифрове відображення топографічної поверхні за допомогою растрової моделі рельєфу у вигляді матриці

висотних відміток у точках регулярної мережі (за DEM як стандартом Геологічної зйомки США) або за допомогою векторної моделі TIN – нерегулярної триангуляційної мережі (англ. triangulated irregular network), яка початково використовує зазначену матрицю у точках нерегулярної мережі.

Цифрування (дигіталізація) – процес отримання позиційної інформації щодо просторових об'єктів з вихідного її джерела (карти, плану, знімка, графічного файлу тощо) за допомогою певних спеціальних пристроїв або програм з одночасним (чи наступним) введенням цієї інформації у цифровому вигляді в комп'ютеризовану систему для векторної чи растрової структури просторових даних.

Шар ГІС – сукупність однотипних (за властивостями чи вимірністю) просторових об'єктів, що віднесені у ГІС до однієї теми (класу об'єктів) в межах певної території та в системі координат, спільної для набору шарів.

Шар-шаблон – шар, інформація якого вважається найбільш достовірною при стикуванні чи спільному розгляді декількох шарів ГІС.

Шейп-файл (англ. shapefile – букв. «файли форми»), повна назва ESRI shapefile – базове методичне поняття подавання та збереження просторових даних у всіх головних ГІС-пакетах компанії ESRI Ltd. Шейп-файл є створеним цією компанією векторним форматом даних для ГІС щодо точкових, лінійних та площинних об'єктів, який завдяки його всесвітньому поширенню та вельми широкому застосуванню перейшов у розряд «неформальних стандартів» для ГІС.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрейчук Ю. М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. / Ю. М. Андрейчук Т. С. Ямелинець. Львів : «Простір-М». 2015. 284 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Andreichuk_Yurii/HIS_v_ekolohi_chnykh_doslidzhenniakh_ta_pryrodookhoronni_spravi.pdf.
2. Бондар О. І., Фінін Г. С., Унгурян П. Я., Шевченко Р. Ю. Дистанційні методи моніторингу довкілля. Навч. посібн. 2019. 298 с. URL: <https://oldiplus.ua/files/contents/456.pdf>.
3. Вовк В. М., Мацібора О. В. Геоінформаційні технології в географії: навчально-методичний посібник. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2015. 76 с.
4. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.
5. Костріков С. В., Сегіда К.Ю. Теоретична и прикладна геоінформатика: навч. посіб. : Для студентів вищ. навч. закл. Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. 591 с
6. Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: Навч. посібник. Рівне. 2017. 504 с.
7. Міхно О. Г., Патракеєв. І. М. Прикладні геоінформаційні системи (ГІС в транспортно-логістичних системах та плануванні і управлінні розвитком територій). Навч. посібник. Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2020. 98 с.
8. Самойленко В. М., Даценко І. О., Діброва І. О. Проектування ГІС: Підручник. К.: «Прінт сервіс». 2015. 256 с. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/gis_sam_daz.pdf.

9. Шевченко Р. Ю. Геоінформаційні системи в екології. Електронний підручник для здобувачів другого та третього рівня вищої освіти галузей знань: 10 – «Природничі науки», спеціальностей 101 – «Екологія», 103 – «Науки про Землю», 106 – «Географія»; 12 – «Інформаційні технології», спеціальність 126 – «Інформаційні системи та технології»; 18 – «Виробництво та технології», спеціальність 183 – «Технології захисту навколишнього середовища»; 19 – «Архітектура та будівництво», спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій». Київ, 2022. 224 с. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/91eb2ad6-fc05-4b98-a9ff-bd4d87808bae/content>.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ЛНУ імені Тараса Шевченка - URL: <http://du.luguniv.edu.ua>.
2. Національна бібліотека України ім. І. І. Вернадського. - URL: <http://www.nbu.gov.ua>.
3. Офіційний сайт компанії ESRI. - URL: <http://www.esri.com>.
4. Сайт Української ГІС-Асоціації. - URL: <http://www.gisa.org.ua>.
5. Сайт платформи ArcGis. - URL: <http://www.arcgis.com>.
6. Цифровий архів World Imagery Wayback. - URL: <https://livingatlas.arcgis.com/wayback>.
7. ГІС та ДЗЗ Малої академії наук України. - URL: <https://gis-rs-lab.maps.arcgis.com>.

Навчально-методичне видання

Сопов Дмитро Сергійович

**ГІС ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЧНИХ
ДОСЛІДЖЕННЯХ**

Методичні рекомендації до вивчення освітнього
компонента для здобувачів вищої освіти другого
(магістерського) рівня освітньої програми
«Науки про Землю»

За редакцією автора