

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ГІС

Методичні вказівки та завдання
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності
193 «Геодезія та землеустрій»

Київ 2023

УДК 528.92

I-72

Укладачі: Ю.В. Горковчук, канд. техн. наук, доцент;
Д.О. Кінь, асистент

Рецензент А.А. Лященко, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск Ю.О. Карпінський, д-р техн. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри геоінформатики
та фотограмметрії, протокол № 2 від 26 жовтня 2022 року.*

В авторській редакції.

Інструментальні ГІС: методичні вказівки та завдання до
I-72 виконання лабораторних робіт / уклад.: Ю.В. Горковчук, Д.О. Кінь. –
Київ: КНУБА, 2023. – 48 с.

Містять короткі теоретичні положення, завдання та послідовність виконання лабораторних робіт із застосуванням інструментів сучасних програмних комплексів для освоєння технологій створення та використання геопросторових даних.

Призначено для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
Лабораторна робота № 1. Порівняльний аналіз інструментальних ГІС	5
Лабораторна робота № 2. Векторизація картографічних даних	15
Лабораторна робота № 3. Моделювання рельєфу	22
Лабораторна робота № 4. Методи моделювання тематичних карт в ГІС	25
Лабораторна робота № 5. Моделювання придатності.....	35
Лабораторна робота № 6. Оцінка точності цифрової карти	42
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	48

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета методичних вказівок – надання методичної та практичної допомоги студентам під час освоєння інструментальних засобів створення, оброблення і використання геопросторових даних, що пропонуються сучасними геоінформаційними системами.

Перед виконанням лабораторних робіт студент має освоїти теоретичний матеріал, вивчити принципи класифікації і кодування картографічної інформації, правила цифрового опису даних; топологічні правила просторових об'єктів, методи моделювання тематичних карт, методи оцінювання якості цифрових та електронних карт.

Лабораторні роботи виконує індивідуально кожний студент з оформленням звіту та захистом.

Лабораторні роботи вміщують:

- тему та мету роботи;
- короткі теоретичні положення;
- порядок виконання роботи;
- контрольні запитання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Порівняльний аналіз інструментальних ГІС

Мета роботи: вивчення середовища поширених інструментальних ГІС QGIS та ArcGIS, порівняльний аналіз їх функціональних можливостей.

Вихідні дані: топографічна карта М1:100000.

Короткі теоретичні положення

ArcGIS – інтегрований набір програмних ГІС-продуктів, що надає масштабоване середовище для роботи окремих користувачів ГІС на серверах через WEB і в польових умовах. До його складу входить низка структурних компонентів: настільні ГІС-продукти (ArcGIS Desktop): ArcView, ArcEditor, ArcInfo, ArcReader; вбудовані ГІС-продукти: ArcGIS Engine; серверні ГІС-продукти: ArcGIS Server, ArcIMS, ArcSDE; мобільні ГІС-продукти: ArcGIS Mobile та ArcPAD. ArcGIS базується на загальній модульній бібліотеці роздільних програмних ГІС-компонентів, що має назву ArcObjects. До складу ArcObjects входить широкий набір програмних компонентів, що дають змогу описати як прості об'єкти (окремі геометричні об'єкти), так і складні (об'єкт карти для взаємодії з наявними документами ArcMap). Архітектура кожного продукту ArcGIS побудована на основі ArcObjects та являє собою різні варіанти контейнерів прикладних розробок у складі настільних, вбудованих і серверних ГІС. *Настільні ГІС* – основні робочі місця ГІС-професіоналів для використання географічної інформації та накопиченого знання. ArcGIS Desktop є комплексною, інтегрованою, масштабованою системою, призначеною для задоволення потреб широкого кола користувачів ГІС. Продукти ArcGIS Desktop (рис. 1.1) вміщують інтегрований набір розвинутих ГІС-продуктів. Розширити можливості настільних продуктів ArcGIS Desktop дозволяє набір додаткових модулів (ArcGIS Spatial Analyst та ArcPress для ArcGIS). Розробити свої власні розширення користувачі можуть з використанням ArcObjects. Нові розширення й інструменти можна створювати з допомогою стандартних програмних Windows-інтерфейсів: Visual Basic, .NET, Java та Visual C++ [1, 2].

QGIS (раніше відомий як «Quantum GIS») – вільна геоінформаційна система, основним призначенням якої є оброблення, аналіз геопросторових даних і підготовка різної картографічної продукції. Інтерфейс QGIS

побудований на базі бібліотеки Qt, також доступна гнучка система розширень, які можна створювати на мовах C++ та Python. Підтримуються різноманітні векторні та растрові формати, зокрема DXF, шейп-файли, покриття і персональні бази геоданих. MapInfo, PostGIS тощо, в тому числі Web Map Service та Web Feature Service для використання даних із зовнішніх джерел.

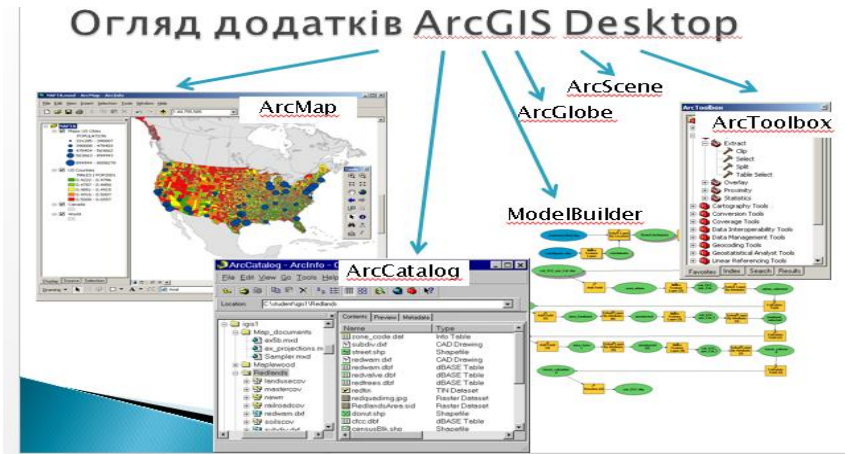


Рис. 1.1. Огляд додатків ArcGIS Desktop

Як вільне програмне забезпечення відповідно до ліцензії GNU GPL, код QGIS можна вільно змінювати для виконання більш спеціалізованих завдань. Сьогодні реалізовані два приклади: QGIS Браузер та QGIS Сервер, які використовують один і той же код для доступу до даних і візуалізації, але подають різні інтерфейси. Широкі функціональні можливості QGIS забезпечують плагіни, написані на Python, C++. Зокрема плагіни для геокодування за допомогою Google Геокодування API, виконання геооброблення (fTools) з інструментами схожими на стандартні засоби оброблення ArcGIS, PostgreSQL/PostGIS, SpatiaLite та MySQL, для візуалізації тощо. QGIS є однією з найбільш функціональних і зручних вільних настільних геоінформаційних систем, що динамічно розвиваються сьогодні. Офіційний сайт та джерело завантаження — <http://www.qgis.org/ru/site/>.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення інструментальної ГІС ArcGIS:

1.1. *Ознайомлення з інтерфейсом ArcMap.* Запустіть додаток ArcMap з робочого столу або меню «Пуск», у діалоговому вікні, що дозволяє створювати нові шаблони карти або відкривати вже наявні, натисніть «Відмінити» (Cancel). Вивчіть інтерфейс програми (рис. 1.2).

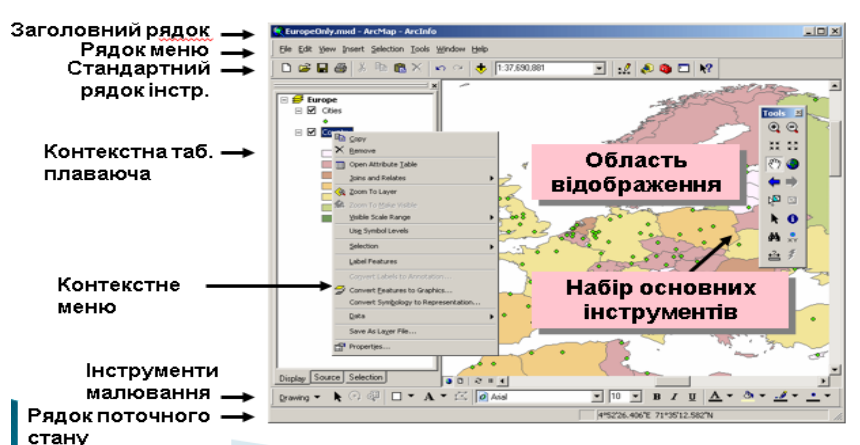


Рис. 1.2. Інтерфейс ArcMap

За допомогою спливних підказок знайдіть кнопки, що запускають ArcCatalog і Toolbox.

1.2. *Додавання даних у проект.* Знайдіть інструмент «Add data» на стандартній панелі інструментів і вкажіть шлях до директорії збереження даних за допомогою кнопки «Connect to folder». Завантажте растрове зображення топографічної карти М 1:100000. **Які інформаційні повідомлення виникають під час завантаження даних?**

1.3. *Прив'язка растру.* Для прив'язки растру необхідно ввімкнути панель просторової прив'язки: Вид (View) / Панелі інструментів (Toolbars) / Просторова прив'язка (Georeferencing) (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Панель інструментів «Просторова прив'язка Georeferencing»

Натисніть на кнопку «Таблиця» (остання на панелі інструментів прив'язки), при цьому з'явиться порожня таблиця.

Приберіть позначку «Автоналаштування» (Auto Adjust) – в такому разі картка не буде автоматично трансформуватися після кожної нової точки прив'язки, це незручно для пошуку контрольних точок.

За допомогою інструменту «Додавання контрольних точок» (Add control points), натискаючи на перетин координатних ліній (або будь-яких інших точок з відомими координатами) на карті та вдруге клацаючи в будь-якому місці карти правою кнопкою і обираючи з контекстного меню «Ввести координати» (Input X and Y...), введіть правильні координати для точки. Координати повинні вводитися у форматі DD.DDDDD (десяткові градуси), якщо координати в іншому форматі, наприклад DD MM SS, необхідно перевести їх в десятковий.

У таблиці зв'язків з кожним новим натисканням будуть з'являтися нові рядки, які за потреби можна коригувати або видаляти.

Після введення всіх точок у таблиці необхідно ввімкнути функцію «Автоналаштування». При цьому карта змінить розміри та положення відповідно до координатної прив'язки. Водночас точки прив'язки наблизяться до точок з відомими координатами. Якщо розставлено понад 6 точок, можна спробувати вибрати поліноміальну модель трансформації 2-го порядку, яка враховує можливу кривизну ліній. Якщо перемикання в цей режим призводить до очевидних сильних спотворень, рекомендується переглянути точки на предмет великої середньої квадратичної помилки та виправити значення їх координат, поки результат не стане задовільним. Після досягнення задовільного результату збережіть результати роботи (кнопка «Зберегти» (Save) в таблиці зв'язків).

Після того, як переконаєтеся, що максимально наблизилися до оптимального результату прив'язки, потрібно в модулі прив'язки вибрати в меню «Просторова прив'язка» (Georeferencing) / «Трансформувати» (Rectify), де потрібно вказати кінцеву директорію збереження та назву файлу. В опції розмір комірки можна округлити число (наприклад до 0,001) у бік зменшення.

Після прив'язки за допомогою ArcCatalog задайте створеному растру систему координат. Для цього в меню «Властивості» (Properties) / «Просторова прив'язка» (Spatial reference) / «Редагувати» (Edit) / «Вибрати WGS_1984_UTM_Zone_36N».

За результатами виконання п. 1.3 покажіть таблицю обчислення контрольних точок та їх нев'язки. Яка мінімальна кількість точок для

прив'язки растру? Чому? Який тип перетворення застосований за замовчанням? Які типи перетворень доступні в ArcMap?

1.4. Векторизація. Створіть новий шар просторових об'єктів. Для цього перейдіть у додаток ArcCatalog, знайдіть власну директорію та в контекстному меню правою кнопкою миші оберіть «Новий» (New) / «Шейпфайл» (Shapefile). У діалогову вікні створення шару просторових об'єктів необхідно вказати ім'я шару (**у форматі прізвище_дані, наприклад Ivanov_river**), тип об'єктів (точка, лінія, полігон, **які ще типи доступні в ArcMap?**), система координат (WGS_1984_UTM_Zone_36N). Новий шар автоматично додається до карти. Для редагування та створення нових об'єктів необхідно ввімкнути панель «Редактор» (Editor) і розпочати сесію редагування набору даних «Редактор» (Editor) \ Start Editing. Після цього в правому нижньому куті вікна додатку будуть доступні інструменти створення та редагування відповідно до типу об'єктів шару. Після векторизації об'єктів у межах території, що визначена варіантом, збережіть зміни та зупиніть сесію редагування «Редактор» (Editor) \ Stop Editing.

Знайдіть територію, що відповідає варіанту, та створіть шар об'єктів, які розташовані на цій території. Це може бути річка, місто, дорога або будь які інші об'єкти місцевості, інформація про які найбільш чітко та повно подана на території за варіантом.

Результатом виконання п. 1.4 є два зображення (приклад на рис. 1.4):

- 1) територія растру, що відповідає варіанту;**
- 2) об'єкти нового шару, що є результатом векторизації.**

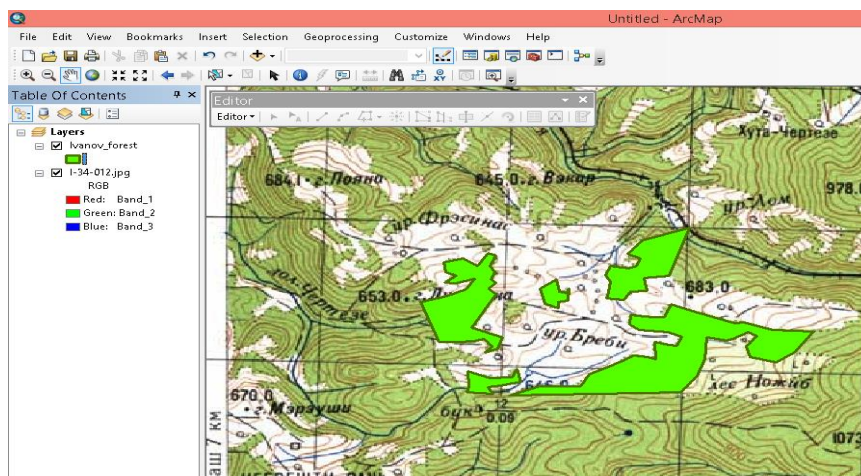


Рис. 1.4. Приклад виконання векторизації об'єктів (лісових насаджень) в ArcMap

1.5. *Робота з атрибутивною інформацією.* Відкрийте атрибутивну таблицю нового шару за допомогою контекстного меню правою кнопкою миші. **Які поля були створені за замовчуванням?** Додайте поля до таблиці, для цього в меню «Опції таблиці» (Option table) оберіть «Додати поле» (Add field). У діалоговому вікні вкажіть ім'я поля та тип даних:

Name_ukr: text (25)

Area: float (6,4)

Для заповнення полів таблиці (або для їх редагування) необхідно розпочати сесію редагування шару.

Для поля ID задайте унікальні значення в межах таблиці шару.

Для поля Area (Площа) розрахуйте значення за допомогою інструменту «Калькулятор геометрії» (Calculate geometry), клацнувши правою кнопкою миші на назві поля. **Які додаткові параметри необхідно вказати для інструменту?**

У тому ж контекстному меню поля знайдіть інструмент «Статистика» «Statistics Area» (Площа) та подайте результати в звіті.

1.6. *Вибірка за розташуванням, вибірка за атрибутами.* Інструменти вибірки знаходяться в меню «Вибірка» (Selection).

Розглянемо інструмент «Вибірка за розташуванням» (Selection by location). **Які опції розташування об'єктів відносно один до одного доступні в ArcMap?**

Знайдіть об'єкти, що розташовані в центрі території. Знайдіть об'єкти, ID яких дорівнює 3 та 4.

2. Вивчення інструментальної ГІС QGIS

2.1. *Запуск QGIS Desktop.* Запустіть додаток QGIS Desktop з робочого столу або меню «Пуск». Вивчіть інтерфейс програми. Правою кнопкою миші на вільному місті функціонального рядка відкрийте доступний перелік панелей інструментів. **Які панелі інструментів доступні для підключення?**

2.2. *Стандартна панель інструментів (Tools) та налаштування користувальницького інтерфейсу.* **Налаштуйте свій робочий стіл QGIS Desktop відповідно до власних потреб.** Обов'язковими для розміщення є такі панелі інструментів: Шари, Управління шарами, Навігація, Файл, Довідка та панель інструментів.

2.3. *Прив'язка растру.* Підключіть панель інструментів «Растр» (Rastr) та за допомогою спливних підказок знайдіть інструмент «Прив'язка растрів». За допомогою кнопки «Відкрити» в рядку інструментів додайте скановане зображення топографічної карти.

У діалоговому вікні інструмента знайдіть кнопку «Налаштування» та додайте необхідні параметри: лінійну модель трансформації, систему координат WGS84, директорію збереження модифікованого файлу. Також поставте параметр «Додати результат в QGIS».

За допомогою кнопки «Додати точку» ті підказок програми ведіть координати контрольних точок. Після введення мінімального набору контрольних точок за допомогою кнопки «Розпочати прив'язку» запустіть процес трансформації.

За результатами виконання п. 2.3 покажіть зображення діалогового вікна інструменту прив'язки з таблицею обчислення контрольних точок та їх нев'язок (рис. 1.5). Які типи перетворень доступні в QGIS?

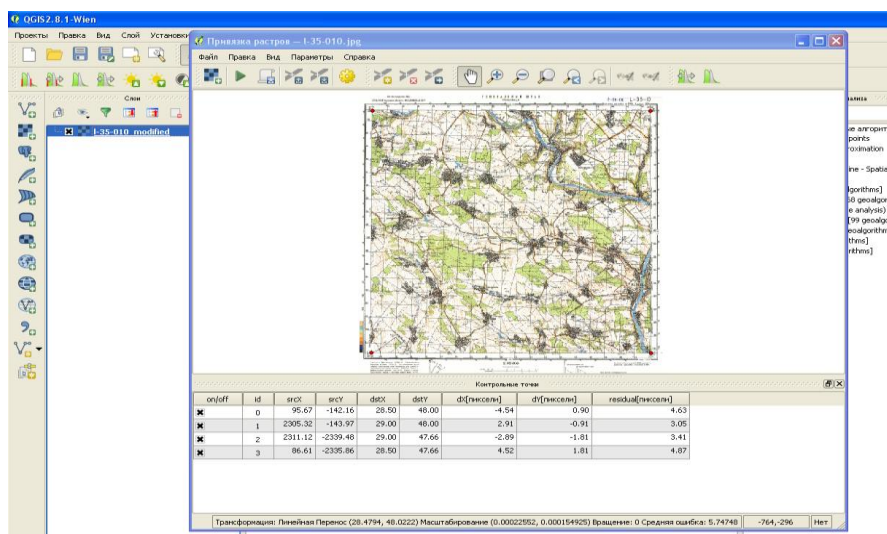


Рис. 1.5. Приклад виконання прив'язки растру

2.4. *Векторизація.* Метою виконання цього пункту є **створення векторного шару об'єктів топографічної карти**, відмінних від попередньої роботи. Наприклад, якщо в першій лабораторній роботі ви цифрували зелені насадження, то в цьому випадку оберіть об'єкти гідрографії.

Для створення нового шару в меню «Шар» оберіть «Створити шар / Створити *shape*-шар». У діалоговому вікні інструменту вкажіть тип геометрії, що відповідає типу об'єктів місцевості (гідрографія, дорожня мережа – лінійний, населені пункти – полігональний, тощо). Також при створенні шару додайте атрибутивні поля до таблиці:

Name_ukr: text (25)

Area: float (10,4) або Length: float (10,4)

Укажіть директорію збереження файлу та його назву у форматі Прізвище_Об'єкт (наприклад, Ivanov_gidro). Після збереження пустий шар буде додано до активної карти вікна QGIS.

Додайте панель інструментів «Цифрування» та розпочніть сесію редагування. За допомогою кнопки «Додати об'єкт» (Add feature) відцифруйте всі об'єкти в межах ділянки за варіантом. Зверніть увагу, для завершення створення об'єкта в QGIS на останній вершині об'єкта натисніть праву кнопку миші та введіть значення атрибутів до відповідних полів атрибутивної таблиці в діалоговому вікні. Обов'язковим є введення ID, усі інші атрибути можна відредагувати пізніше. Але для зручного занесення інформації про поточний об'єкт заповніть всі поля зразу. Для поля ID задайте унікальні значення в межах таблиці шару.

Збережіть зміни та завершіть сесію редагування. Приклад результату виконання п. 2.4 наведено на рис. 1.6.

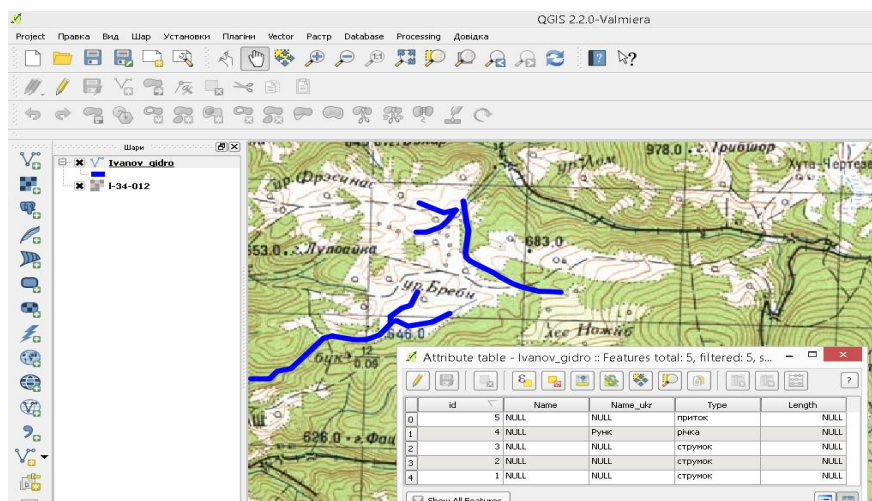


Рис. 1.6. Приклад векторизації об'єктів гідрографії

2.5. *Робота з атрибутивною інформацією.* Відкрийте атрибутивну таблицю нового шару за допомогою контекстного меню правою кнопкою миші. **Які поля були створені за замовчанням?**

Для заповнення полів таблиці (або для їх редагування) необхідно розпочати сесію редагування шару. Для поля «Area» (Площа) або «Length» (Довжина) розрахуйте значення за допомогою інструменту «Калькулятор поля» (Calculate field). У діалоговому вікні інструменту вкажіть параметр «Оновити існуюче поле» та оберіть відповідну функцію.

Додайте додаткове поле атрибутивних даних залежно від об'єктів, які ви обрали (це може бути тип об'єкта, наприклад для населених пунктів – селище, СМТ, місто) та визначте його домен і тип значень.

2.6. *Створення макету карти в QGIS.* У контекстному меню «Проект» (Project) оберіть «Нова компоновка карти». У режимі роботи компоновки картографічного зображення доступні інструменти оформлення макету карти для друку.

Оформіть результат роботи у вигляді макету з такими елементами: заголовок з назвою роботи, умовні позначення, масштабна лінійка, таблиця атрибутів та автор (рис. 1.7). Збережіть результат у форматі .jpg за допомогою інструменту Експорт на панелі інструментів.



Рис. 1.7. Приклад оформлення макету карти

3. За результатами роботи заповніть порівняльну таблицю (табл. 1.1):

Таблиця 1.1

Параметри порівняння	ArcMAP	QGIS
Режими роботи, доступні в кожній інструментальній ГІС.		
Мінімальна кількість точок для прив'язки растрів? Чому?		
Які типи перетворень растру доступні?		
Які поля атрибутивної таблиці створюються за замовчанням?		
Які опції вибірки об'єктів відносно один до одного доступні в ГІС?		
Зазначте загальну кількість груп інструментів геооброблення.		
Зазначте орієнтовний час, що ви витратили на створення макету карти (хвилини).		
Оцініть зручність використання ГІС в межах лабораторної роботи від 1 до 5, де 1 – не зручно, 5 – дуже зручно.		
Оцініть повноту функціональних інструментів ГІС в межах від 1 до 5, де 1 – недостатньо інструментів, 5 – інструментів багато.		

Список рекомендованої літератури

1. Лабораторний практикум у програмному забезпеченні «ArcGIS 9 Desktop» навчального курсу «Технології ГІС» / уклад.: В. Д. Шипулін. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 161 с.

2. Энди Митчелл Руководство по ГИС-анализу. Часть 1: Модели пространственного распределения и взаимосвязи.; Пер. с англ. – К.: ЗАО ЕСОММ Со. 2000.

3. ArcMap посібник користувача компанії Esri [Електронний ресурс]: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/get-started/introduction/arcgis-tutorials.htm> – назва з титул екрана (дата звернення 20.12.2022).

4. Інтернет-ресурс інформаційний портал ГІС QGIS [Електронний ресурс]: <https://qgis.org/uk/site/> (дата звернення 20.12.2022).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Векторизація картографічних даних

Мета роботи – створення та редагування векторних даних, векторизація картографічних даних з дотриманням правил топологічної узгодженості геометрії об’єктів. Програмне забезпечення ГІС QGIS.

Вихідні дані: растр міського кварталу, джерело даних Google Earth Pro.

Короткі теоретичні положення

Векторизація або оцифрування растрового зображення виконують з розділенням цифрового плану на шари в програмному забезпеченні. Шари подають усі об’єкти плану за темами згідно із запропонованим класифікатором. Растрова основа слугує інформаційним фоном, на якому поетапно оцифровуються необхідні об’єкти. Усі об’єкти повинні векторизуватися в певній послідовності: будівлі і споруди; дороги; промислові об’єкти; колодязі; об’єкти комунікацій; кабелі; форми рельєфу; рослинність; об’єкти гідрографії; текстові надписи.

Процес векторизації по растру завершується контролем якості й оцінкою точності. Питанням контролю і вимогам до якості присвячені відповідні інструкції та стандарти.

Цифрові топографічні карти (плани) передбачають графічне відображення топографічних об’єктів і підписів для забезпечення наглядності карти згідно з наявними умовними знаками і подальшим графічним їх виведенням. Між об’єктами, які відображаються на топографічних картах, і їх цифровим відображенням повинна встановлюватися залежність. Для цього розроблені правила цифрового опису.

Атрибутивні дані в ГІС можуть мати різні способи та технології формалізації, обробки і подання. До атрибутивної відносять ту інформацію, яка або не має просторового прив’язування, або характеризує просторові об’єкти без зазначення місця їх розміщення. Наприклад, порядкові номери просторових об’єктів, їхні власні імена, числові кількісні

або якісні значення. Блок атрибутивної інформації, прив'язаної до будь-якого просторового об'єкта, може містити від одного до багатьох сотень окремих атрибутивних значень різного типу, що характеризують різні параметри цього об'єкта.

Для використання в середовищі ГІС атрибутивна інформація підлягає систематизації, структуризації та формалізації, що дає змогу використовувати для подальшого її введення й обробки різні засоби автоматизованого пошуку, обчислень і візуалізації. *Для кожного типу просторових об'єктів обирається набір атрибутів, що дають можливість ідентифікувати конкретний тип об'єкта серед інших та з максимальною повнотою описати його властивості.*

Одним із найбільш поширених атрибутів просторових об'єктів є їхні власні назви – назви населених пунктів, адміністративних одиниць, ділянок рельєфу, рік, водойм, природних урочищ, об'єктів господарювання та ін. Такий тип атрибута ідентифікує об'єкт, виокремлює його серед інших однотипних об'єктів і дозволяє звернутися саме до цього об'єкта. Такий спосіб опису атрибута об'єкта називається *номінальним* – об'єкт просто одержує своє окреме ім'я, він рівнозначний у списку таких самих об'єктів. До цих атрибутів можна віднести: «м. Одеса», «Біляєвський район», «КСП «Світанок» та ін.

Атрибути, що показують місце розміщення об'єкта серед інших аналогічних об'єктів, їхню взаємну ієрархію, пріоритет, мають назву *порядкових атрибутів*. Таким чином описується ієрархія: ділянок дорожньої мережі (автостради, шосе, дороги з удосконаленням покриттям, ґрунтові дороги); елементів річкової мережі (припливи I, II чи III порядку); ієрархічні рівні ландшафтних одиниць, ранги населених пунктів тощо. Здебільшого такі атрибути описують порядковим номером деякої рангової шкали.

Для кількісних даних (температура, тиск, зміст забруднювачів у повітрі, воді чи ґрунті, висота над рівнем моря, кількість рослин на квадратний метр, вміст гумусу та ін.) використовуються розімкнені або замкнені числові шкали. Ці величини можна порівнювати одну з одною, над ними можна робити різні математичні операції. При використанні універсальної розімкненої шкали числа можуть набувати значень від «мінус безкінечності» до «плюс безкінечності», замкнена числова шкала обмежена двома крайніми величинами, що характеризують набір припустимих значень для предметної сфери (наприклад, 0 - 100 %; 0 - 1

безрозмірних одиниць; 0 - 360 компасних градусів; 0 - 90 градусів нахилу тощо).

Різні системи класифікації та кодування дозволяють скоротити описи різноманітних просторових об'єктів до одного або кількох десятків символів. У наш час розроблені системи буквено-цифрових кодувань для геологічних, ґрунтових, ландшафтних, геоботанічних карт.

Для цифрових топографічних карт і архітектурно-містобудівних планів розроблені відомчі позиційні коди-класифікатори. Весь перелік об'єктів, що картографуються, поділяється на окремі тематичні групи, розділи яких перебувають в ієрархічному підпорядкуванні. Наприклад, «Класифікатор інформації, яка відображується на топографічних картах масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000» передбачає виділення дев'яти основних класифікаційних груп, кожна з яких розбита на стандартні підрозділи.

Після певної обробки атрибутивна інформація може бути організована у вигляді бази даних певного формату. База даних створення векторної карти формується у вигляді шарів з атрибутивними даними.

Порядок виконання роботи

1. Завантажити вихідне растрове зображення карти.

У додатку Google Earth Pro за допомогою інструменту пошуку знайдіть квартал розташування Київського національного університету будівництва і архітектури.

Налаштуйте параметри відображення: в контекстному меню «Вид» позначте прапорцем відображення сітки та в підменю «Скинути» – уклін.

Для зменшення похибок при визначенні координат контрольних точок у налаштуваннях програми оберіть параметри подання координат в градусах з десятинними долями.

Збережіть растр у максимальний якості.

2. Прив'язка растра в ГІС QGIS.

Підключіть панель інструментів «Растр» (Rastr) та за допомогою спливних підказок знайдіть інструмент «Прив'язка растрів». За допомогою кнопки «Відкрити» в рядку інструментів додайте скановане зображення топографічної карти.

У діалоговому вікні інструмента знайдіть кнопку «Налаштування» та додайте необхідні параметри: полігональна модель трансформації,

система координат WGS84 (4326), директорію збереження модифікованого файлу. Також вкажіть параметр «Додати результат в QGIS».

За допомогою кнопки «Додати точку» та підказок програми введіть координати контрольних точок. Після введення мінімального набору контрольних точок за допомогою кнопки «Розпочати прив'язку» запустіть процес трансформації.

За результатами виконання п. 2 покажіть зображення діалогового вікна інструменту прив'язки з таблицею обчислення контрольних точок та їх нев'язок. Яка мінімальна кількість контрольних точок? Чому?

3. Створюючи просторові шари, необхідно визначитися з атрибутами, які матиме кожен клас об'єктів.

У лабораторній роботі необхідно створити класи просторових об'єктів (табл. 2.1):

Таблиця 2.1

Назва	Опис	Код класу в класифікаторі
Buld_name	Будинки	44 000 000
Road_Name	Дороги	45 200 000
Green_Name	Деревна рослинність	71 100 000
Kvart_Name	Квартали в населених пунктах	45 100 000

Для кожного класу об'єктів знайдіть перелік характеристик і складіть атрибутивну таблицю на основі класифікатора інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 00, 1:1000000.

4. Створення векторного шару.

Оберіть на головній панелі меню Layer / Шар ▸ Create / Створити ▸ New Shapefile / Новий shape файл. У контекстному меню створення файлу вкажіть назву, тип геометрії (точка, лінія, полігон) та проекцію. Базова топографічна карта знаходиться в системі координат EPSG: 4326 – WGS 84, оберіть ту ж СК для нового шару. **Будьте уважні, при введенні назви необхідно вказати директорію збереження шару, в іншому випадку файл не буде створений.**

Також на головній панелі меню Layer / Шар ▸ Create / Створити ▸ можна обрати New Spatialite Layer / Новий шар Spatialite – це відкритий формат бази даних, аналогічний базі геоданих ESRI. База даних Spatialite зберігається в одному файлі на жорсткому диску і може містити різні типи просторових (точкових, лінійних, полігональних) шарів, а також непросторові шари. Це дає змогу набагато простіше переміщати дані порівняно з купою Shape-файлів. У межах лабораторної роботи ви можете обрати тип векторних даних для векторизації об'єктів. У подальшому завжди можна завантажити шар Spatialite та зберегти його як Shape-файл або в будь-якому іншому просторовому форматі.

У цьому випадку у діалоговому вікні New Spatialite Layer збережіть нову базу даних Spatialite під назвою Lab_2_Name.sqlite. Укажіть ім'я шару та виберіть тип геометрії. Увімкніть параметр Create an autoincrementing primary key / Створення автоматичного первинного ключа. У такому випадку, ГИС створить поле під назвою «pkuid» у таблиці атрибутів і присвоїть унікальний числовий ідентифікатор автоматично кожному об'єкту.

При створенні ГИС-шару необхідно визначитися з атрибутами, які матиме кожен об'єкт згідно з класифікатором інформації, яка відображається на топографічних картах, визначте назви та домени значень для всіх атрибутів. Наприклад, якщо шар доріг має два атрибута: назва і клас, то введіть Name / ім'я в поле Name атрибута в секції New attribute / новий атрибут і натисніть Add to attribute list / додати до переліку атрибутів (рис. 2.1). Аналогічно, створюється атрибут «Class» типу Integer. Натисніть «ОК».

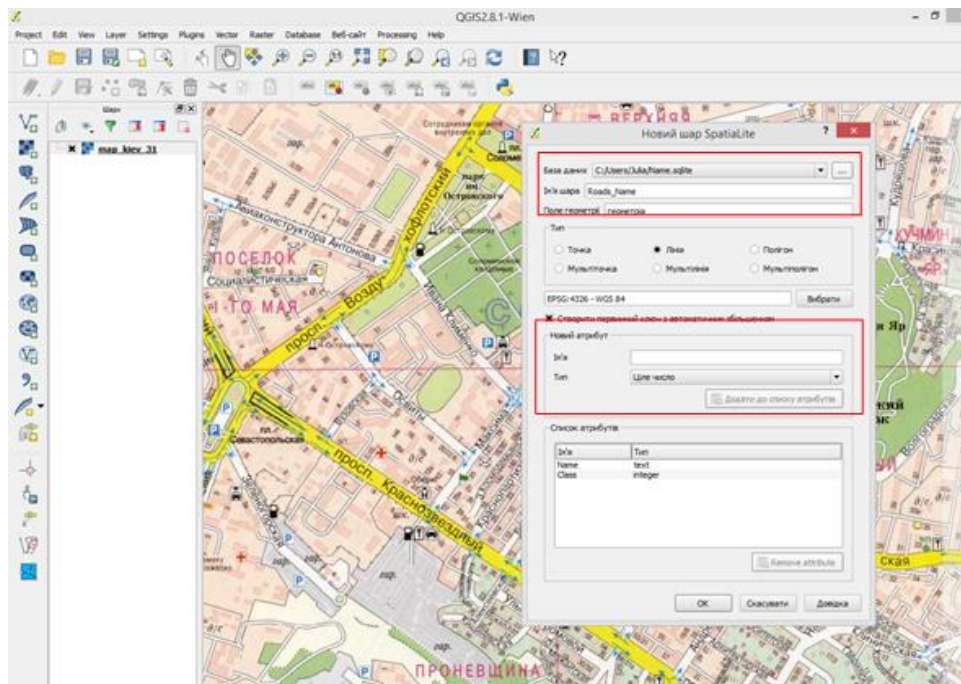


Рис. 2.1. Створення векторного шару

Перед початком векторизації потрібно встановити налаштування: перейдіть до меню *Settings / Налаштування* ▶ *Options / Опції* та оберіть вкладку *Digitizing / Векторизація*. Оберіть у полі *Default snap mode / Режим прилипання* значення *To vertex and segment / До вершин та сегментів*.

Це дасть змогу прилипати до найближчої вершини або сегменту. Також встановіть поріг прилипання *Default snapping tolerance* та радіус пошуку для редагування вершин *Search radius for vertex edits* у пікселях, а не в одиницях карти – у такому випадку відстань прилипання не буде залежати від масштабу. Залежно від роздільної здатності монітора, можна вказати відповідне значення. Для переведення векторного шару в режим редагування натисніть на кнопку «*Toggle Editing*». Натисніть кнопку «*Add feature*» для створення об'єкта та на карті додайте нові вершини уздовж ділянок вулиць. Після завершення ділянки дороги натисніть правою кнопкою для збереження об'єкта, після чого з'явиться діалогове вікно *Attributes / Властивості*, в якому потрібно ввести атрибути щойно створеного об'єкта. Введіть назву вулиці або інші запроєктовані атрибути. Зберігайте зміни редагування за допомогою *Save Layer Edits*. Корисним інструментом при векторизації є *Node Tool*, що дозволяє редагувати вершини вже наявних векторних об'єктів. Налаштуйте стиль подання нового шару просторових об'єктів у вікні *Properties / Властивості шару*.

5. Для зменшення помилок введення атрибутивних даних і наявності визначених доменів значень для ознак об'єктів скористайтесь налаштуванням користувацької форми атрибутивної таблиці в меню *Properties / Властивості шару ▸ Attributes form* оберіть тип «користувацька». Для кожного з полів зазначте відповідний *Widget type / Тип подання*. Наприклад, карта значень дозволяє ввести перелік смислових значень ознак характеристик та їх кодів. За потреби додайте обмеження *Not null / Не нуль* для полів, що за змістом не можуть мати нульове значення (наприклад, кількість поверхів).

6. За подібною методикою створіть усі інші векторні шари даних зі збереженням вимог до топологічного узгодження геометрії. Налаштуйте розташування шарів і стилі візуалізації, відповідно до чинних умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000 або 1:2000.

7. Збережіть зображення карти з поданням усіх розроблених шарів.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення векторної моделі даних.
2. Атрибутивні дані.
3. Назвіть та охарактеризуйте типи атрибутів.
4. Що таке домен атрибуту?
5. Принципи класифікації та кодування інформації.

Список рекомендованої літератури

1. Класифікатор інформації, яка відображується на топографічних картах масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 [електронний ресурс]: Наказ / Головне управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України № 25 від 09.03.2000 р. — Режим доступу: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/klasif_umov_znakiv_10000_i_t..pdf (дата звернення 20.12.2022).

2. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Моделювання рельєфу

Мета роботи: створення цифрової моделі рельєфу інструментами ГІС QGIS.

Джерело даних: <http://www.naturalearthdata.com>.

Короткі теоретичні положення

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) (digital terrain model, DTM; digital elevation model, DEM; Digital Terrain Elevation Data, DTED) – цифрове подання рельєфу у вигляді множини тривимірних точок підстильної земної поверхні відкритих ділянок (bare ground), що дає змогу побудову функції визначення висоти в будь якій точці з заданою точністю. Цифрова модель місцевості ЦММ (англ. Digital Terrain Model, DTM) – цифрове подання рельєфу земної поверхні, створене на основі даних про рельєф та топології місцевості. Часто плутають з терміном цифрової моделі рельєфу, ЦММ є більш універсальним терміном. ЦММ є точні дані про висоту земної поверхні, включаючи будівлі, рослинність та інші висотні об'єкти, а ЦМР містять інформацію про висоту безпосередньо над поверхнею Землі.

Основою для створення будь-якої цифрової моделі рельєфу є векторні дані у вигляді регулярного або нерегулярного масиву точок, що мають третю координату, наприклад значення висоти. На першому етапі необхідно створити інтерпольовану поверхню.

Інтерполяція – спосіб знаходження проміжних значень величини за наявним дискретним набором відомих значень. Завданням просторової інтерполяції є побудова на основі мережі вихідних точок суцільної поверхні із заданим розміром кроку сітки вузлів.

GRID – цифрове подання рельєфу у вигляді матриці – множини значень висоти у вузлах регулярної сітки, заданих з певним кроком або в регулярно розташованих чарунках (комірках) однакового розміру та форми (GRID-модель чарункова).

Триангуляційна модель рельєфу, TIN-модель (TIN of digital elevation model, Triangulated Irregular Network model) – цифрове подання рельєфу у вигляді нерегулярної мережі трикутників, яка формується на основі нерегулярно розташованих тривимірних точок і структурних ліній

рельєфу, описує топологічні відношення між геометричними об'єктами мережі: вузлами, сторонами і трикутниками.

Метод зворотних зважених відстаней (IDW) однозначно передбачає, що об'єкти, які знаходяться поблизу, більш подібні, ніж об'єкти, віддалені один від одного. IDW припускає, що кожна виміряна точка має локальний вплив, який зменшується зі збільшенням відстані. Це надає більшої ваги точкам, що розташовані ближче до точки з невідомим (інтерпольованим) значенням. Вага точки зменшується як функція від відстані. Тому метод носить назву зворотних зважених відстаней.

Нерегулярна тріангуляційна мережа (TIN) – система трикутників, що не перекриваються. Вершинами трикутників є вихідні опорні точки. Рельєф у цьому випадку подається багатогранною поверхнею, кожна грань якої описується або лінійною функцією (багатогранна модель), або поліноміальною, коефіцієнти якої залежать від значень у вершинах граней трикутників. Для отримання моделі поверхні потрібно з'єднати пари точок ребрами певним способом, що має назву тріангуляція Делоне.

TIN метод зазвичай використовують для даних рельєфу, в той час як метод IDW використовують для інтерполяції інших типів даних, таких як концентрації мінералів, населення тощо.

Порядок виконання роботи

1. Завантажте вихідний набір даних у вигляді нерегулярної сітки точок рельєфу `ne_10m_geography_regions_elevation_points.shp` до проекту.

2. Проаналізуйте властивості шару та налаштуйте відображення даних у градаціях одного кольору залежно від висоти (атрибут «elevation»). ***Знайдіть найвищу точку на території України (г. Говерла) та визначте її висоту з атрибутивної таблиці (name = Gora Goverla).*** Налаштуйте підписи точок висот російською або англійською мовою для полегшення подальшої навігації.

3. Створіть суцільну поверхню рельєфу за дискретними даними висот точок.

3.1. З множини точок висот інструментами вибірки оберіть невелику кількість для подальшого моделювання та збережіть в окремий шар просторових об'єктів. Для цього в контекстному меню шару `ne_10m_geography_regions_elevation_points.shp` знайдіть функцію *Зберегти як* – та встановіть параметр *Зберегти лише обрані об'єкти*. Назвіть новий шар просторових об'єктів `PointSet_Name.shp`.

На панелі інструментів знайдіть інструмент інтерполяції за методом TIN і застосуйте з такими параметрами.

- шар `ne_10m_geography_regions_elevation_points.shp`;
- атрибут інтерполяції – `elevation` (необхідно додати);
- екстент даних – використовувати з вихідного шару точок висот; розмір по вертикалі та горизонталі – 3000;
- вихідний фал – `TIN_Name`.

Додайте результат до проекту. Інші параметри залиште за замовчуванням.

3.2. На панелі інструментів знайдіть інструмент інтерполяції за методом IDW та застосуйте з однаковими параметрами, збережіть результат з назвою `IDW_Name`. Порівняйте результати. **Який спеціальний параметр інтерполяції IDW потрібно вказати? Що він визначає? Яке його значення за замовчанням?**

4. Налаштуйте відображення рельєфу методом відмивки. Відмивка (англ. Shaded relief) є способом зображення рельєфу, за якого об'ємність зображення рельєфу досягається за допомогою напівтонового відтінення нерівностей земної поверхні. Відмивка рельєфу на карті створює враження бічного висвітлення рельєфної моделі, коли освітлений схил показується світлішими тонами, а затінений — темнішими.

5. У меню *Растр (Rastr) > Аналіз (Analyze)* оберіть інструмент «Теневої рельєф» і вкажіть параметр масштабування по осі Z 0,1 та директорію збереження файлу з назвою `DEM_TIN_Name.tiff` **Спробуйте різні параметри відмивки рельєфу: масштаб, азимут і висота джерела освітлення. Збережіть отримані результати у вигляді зображення в форматі .png.**

6. Скористайтеся 3D Map View для перегляду результатів моделювання: в меню «Вид» (View) додайте *New 3D Map View*. У новому вікні тривимірного перегляду даних для керування зображенням застосуйте інтуїтивно-зрозумілі елементи – колесо миші для зміни масштабу, а також елементи керування камерою – клавішу «Shift» та ліву кнопку миші (ліво\право) та клавішу «Shift» та праву кнопку миші (вниз\вгору). **Які параметри режиму тривимірного перегляду можна налаштувати у вікні 3D Map View?**

7. Створіть ізолінії рельєфу з інтерпольованого растру меню *Растр – Вилучення – Створити ізолінії* з такими параметрами: вихідний файл

_TIN_Name, відстань між ізолініями 100, ім'я поля значень – ELEV, вихідний файл Izo_Name.shp.

8. *Налаштуйте відображення шару результатів з підписами значень висот і збережіть результат у вигляді зображення у форматі .png.*

9. Проаналізуйте отриману ділянку рельєфу, визначте уклон поверхні. У меню засобів аналізу знайдіть інструмент «Slope» (Нахил) та задайте лише один параметр – масштабування по осі Z. Інструмент обчислює кут нахилу для кожної комірки в градусах (на основі оцінки похідних першого порядку). Збережіть вихідний файл з назвою Slope_test.tiff .

10. Експортуйте результати моделювання з центруванням на вершині Говерла. Збережіть результат у вигляді зображення у форматі .png.

11. Повторіть усі дії п. 4-8 для ЦМР за методом IDW.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення ЦМР.
2. Інтерполяція за методом зважених зворотних відстаней (Inverse Distance Weighting – IDW).
3. Тріангуляція нерегулярних мереж в QGIS: параметри інструменту.
4. Відмивка рельєфу – поняття та визначення.

Список рекомендованої літератури

1. <http://www.qgistutorials.com> (дата звернення: 20.12.2022).
2. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. – Д. : Східний видавничий дім, 2004. – 2013.
3. СОУ 742-33739540 0013:2010 "Комплекс стандартів База топографічних даних Правила цифрового опису рельєфу".
4. Карпінський Ю.О. Орографічна-тріангуляційна цифрова модель рельєфу / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко // Вісник геодезії та картографії. – 2000. – № 3(18). – С 28-32.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Методи моделювання тематичних карт в ГІС

Мета роботи: освоїти практичну методику підготовки тематичних карт з використанням базових функцій тематичного картографування інструментальної ГІС QGIS, вивчити та дослідити основні методи класифікації.

Програмне забезпечення ГІС QGIS.

Вихідні дані: boundary_poligon.shp., vegetation_poligon.shp., poi_point.shp. Джерело даних: www.openstreetmap.org.

Короткі теоретичні положення

Тематичні карти відносяться до одного з основних засобів наглядного картографічного подання стану об'єктів і/або результатів моделювання в ГІС. На таких картах відображається географічний (територіальний) розподіл фізичних, економічних, демографічних, соціально-культурних та інших явищ.

Тематичні карти ґрунтуються на якісній або кількісній інформації. Прикладом першого типу слугує карта, на якій *подається просторовий розподіл об'єктів за певною якісною ознакою*, наприклад технічний стан будівель, шляхів або територіальний розподіл людей за рідною мовою або за релігією. На відміну від них, *на кількісних тематичних картах подається інформація про відносні розміри об'єктів або інтенсивність певних явищ*, наприклад, рівень забруднення повітря, грошова оцінка земельних ділянок, рівень захворюваності, щільність населення тощо.

За методом подання показників на тематичних картах виділяють такі основні види карт: хороплетні, точкові, масштабованих знаків, картодіаграми, рельєфні карти та ін.

Побудова тематичних карт і картодіаграм із використанням просторової основи у вигляді точкових, лінійних і полігональних об'єктів та пов'язаних з ними записів із табличних базах даних є однією з найбільш поширених функцій ГІС. При побудові картодіаграм пов'язана з об'єктом інформація візуалізується у вигляді картографічних знаків, що відбивають якісні або кількісні характеристики кожного об'єкта. Процедура побудови тематичної карти або картодіаграми звичайно реалізована у вигляді спеціального програмного модуля, виклик якого здійснюється за допомогою спеціального пункту меню. У більшості програмних продуктів ГІС реалізована побудова декількох типів карт за тематичними шаблонами. Користувач має можливість вибрати тип створюваної карти, вибрати з атрибутивної бази дані характеристики, за якими буде

будуватися карта, вибрати стиль оформлення карти (колір, тип символу та ін.).

Атрибутивна інформація, на основі якої будується карта (одне чи кілька полів бази даних), називається *тематичною змінною*.

ГІС QGIS функції створення тематичних карт реалізовані в меню налаштування стилів відображення об'єктів контекстного меню «Властивості» (рис. 4.1).

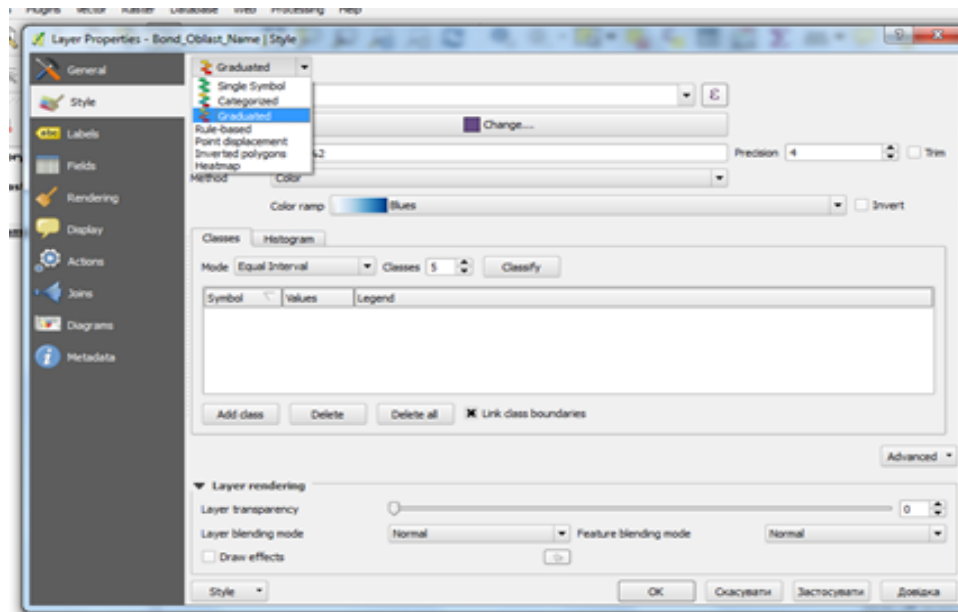


Рис. 4.1. Діалогове вікно налаштування стилів відображення об'єктів контекстного меню

Типи тематичних карт, що реалізовані в більшості інструментальних ГІС:

Метод відображення у вигляді діапазонів – групує записи із близькими значеннями тематичної змінної, з поданням груп об'єктів різними кольорами або типами ліній.

Стовпчасті й кругові діаграми дають змогу аналізувати значення декількох змінних одночасно. На такій карті значення визначають величину відповідного стовпця на графіку або сегменту діаграми. Користувач має можливість:

- задавати колір кожного стовпця або сегмента, зафарбовувати фоновим кольором рамку навколо кожного графіка або тип границь секторів;

- змінювати орієнтацію стовпців (вертикальна або горизонтальна) або задавати кут, що визначає початкове положення першого сектора діаграми;

- задавати місце розташування діаграм;

- змінювати вид діаграм (наприклад, діаграма складається з декількох стовпців, або стовпці можна накладати один на одного);

- задавати різні розміри для різних стовпців.

Метод розмірних символів – тематична змінна відображається символом, розмір якого пропорційний її значенню, при цьому колір, тип і гранично припустимі розміри значків вибирає користувач.

Метод щільності крапок дозволяє показувати дані крапками, при цьому число крапок у кожній області пропорційне значенню тематичної змінної. Можна регулювати значення (задавати кількість крапок), змінювати розмір крапок на карті (збільшувати або зменшувати). На карті крапки розставляються хаотично.

Метод окремих значень дозволяє виділяти крапки, лінійні й площинні об'єкти за окремим значенням із заданого поля таблиці, зіставляючи кожне значення своїм кольором.

Метод поверхні відображає дані у вигляді растрової поверхні з безперервним колірним розфарбуванням карти. Цей метод в основному використовується для ілюстрації змін температури або зображення рельєфу топографічної поверхні. У лабораторній роботі цей метод можна застосувати для показника щільності населення.

Процес створення тематичних карт складається з таких кроків:

1. Вибір типу тематичної карти.
2. Вибір тематичних змінних (назва таблиці і її поля).
3. Налаштування тематичної карти.

Методи класифікації об'єктів тематичного картографування за значенням тематичної змінної. Залежно від призначення карти та закону розподілу значень тематичної змінної для визначення груп (класів) об'єктів тематичної карти використовують різні методи класифікації, результатом якої є розбиття вибірки числових значень тематичної змінної на діапазони.

У більшості ГІС доступні наступні методи класифікації об'єктів тематичного картографування за значенням тематичної змінної.

Метод рівних інтервалів (Equal Ranges) – кожний діапазон має приблизно рівну різницю між верхнім і нижнім значеннями діапазону.

Зазвичай, крок діапазону вибирається як результат ділення мінімаксного інтервалу значень тематичної змінної на задане число класів (груп).

Метод рівної кількості значень (Equal Count) – у кожний діапазон входить рівна кількість об'єктів. Якщо число об'єктів не кратне кількості діапазонів, спірні об'єкти відносяться до найближчого діапазону значення тематичної змінної.

Метод природного розбиття або природних розривів (Natural Break) – діапазони створюються на основі розривів між групами близьких числових значень (подібний до кластерної класифікації).

Метод розбиття з використанням середньоквадратичного відхилення (Standard Deviation) – середина середнього діапазону відповідає середньому значенню усієї вибірки значень тематичної змінної; верхній діапазон містить значення, що перевищують суму середнього і середньоквадратичного відхилення; нижній діапазон містить значення, що не перевищують різниці середнього і середньоквадратичного відхилення.

Метод ручного розбиття (Custom) – довільно встановлювані користувачем верхні і нижні межі діапазонів.

У всіх випадках кожному діапазону присвоюється визначена графічна змінна (умовне позначення, легенда) залежно від типу картографічного об'єкта (точка, лінія або полігон). Графічні характеристики (тип, колір і розмір символу; колір, тип і товщина лінії; заповнення і колір полігона) вибираються з відповідних бібліотек, так само користувачу може бути запропонована деяка кількість готових шаблонів оформлення карти.

Порядок виконання роботи

1. Завантажте до проекту шар boundary_poligon.shp. Відкрийте таблицю атрибутів. **Який атрибут подає значення рівня адміністративно-територіального поділу? Які значення відповідають областям та адміністративним районам?**

2. Подайте адміністративно-територіальні утворення України за категоріями адміністративних рівнів. Для цього у властивостях шару налаштуйте відображення на основі категоріального знаку. У вікні символів натисніть «Класифікувати» та змініть стиль відображення на однаковий для всіх рівнів адміністративних утворень, окрім 4, для якого встановіть колір межі червоний (рис. 4.2).

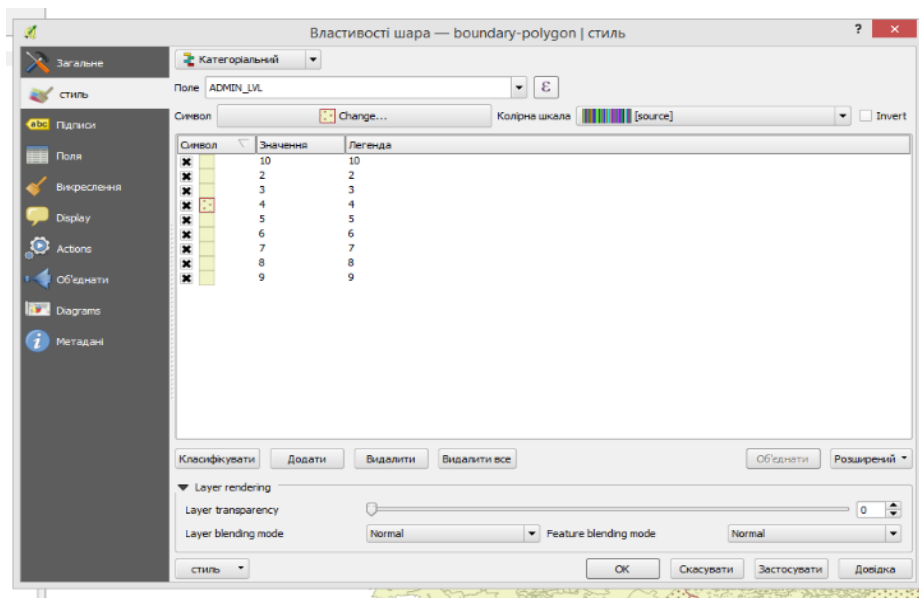


Рис. 4.2. Налаштування стилів відображення векторних даних

3. Налаштування підписів для шару адміністративних утворень України. На вкладці «Підписи» увімкніть опцію «Підписати об'єкти *Label this layer with...*» та оберіть поле для підпису «Name».

Для коректного підпису лише певних об'єктів у векторному шарі (наприклад, лише областей) необхідно скласти вираз, за яким підписи буде додано до карти:

`CASE WHEN "ADMIN_LVL" = '4' THEN "NAME" END`

У діалоговому вікні підписів змініть стилі підписів на карті: шрифт, розмір, стиль, колір тощо.

4. Обчислення тематичних змінних:

4.1. Перед початком розрахунку тематичних змінних підготуйте дані. Для цього з просторового шару адміністративних районів збережіть в окремий шар об'єкти, що відповідають певній області України за вашим варіантом (за допомогою інструментів «Вибірка» (*Selection*) оберіть необхідні об'єкти та збережіть в окремий шар «Зберегти шар як ...» (*Save layer as ...*) / увімкніть опцію «Лише виділені об'єкти» та вкажіть ім'я шару `Bond_Oblast_Name`). **При підготовці даних на демонстраційному відео застосований інструмент «Вибірка за просторовим розташуванням», що призвело до необхідності ручного видалення об'єктів, що розміщені за межами Харківської області. Який з параметрів інструменту можна змінити для того, щоб не виконувати такі дії?**

4.2. Повторіть дії для збереження об'єктів шару `vegetation_poligon.shp`. лише для області за варіантом і вкажіть ім'я шару `Vegetation_Oblast_Name`. За допомогою калькулятора полів додайте поле «Площа» (`Area_Veg`) та розрахуйте його значення в гектарах функцією розрахунку площі `$Area` з групи геометричних операцій (вираз для заповнення колонки у вікні калькулятора полів `$Area*10000`).

4.3. Поверніться до шару адміністративних районів `Bond_Oblast_Name`, відкрийте атрибутивну таблицю та видаліть усі зайві райони (з іншої області), якщо такі є. Увімкніть режим редагування та додайте до атрибутивної таблиці поле `IDbond`: тип – ціле число, розмір – 5. Заповніть це поле унікальними значеннями для кожного району. Видаліть поле `ADMIN_LVL`.

За допомогою калькулятора полів додайте поле «Площа» (`Area_Bond`) та розрахуйте його значення в гектарах функцією розрахунку площі `$Area` з групи геометричних операцій (вираз для заповнення колонки у вікні калькулятора полів `$Area*10000`).

4.4. Знайдіть території зелених насаджень у межах кожного адміністративного району. Для цього застосуйте інструмент «Перетин» (*Intersection*) (в меню «Оброблення» (*Processing*) знайдіть панель інструментів «Toolbox» та оберіть інструмент «Перетину» (*Intersection*) в групі «Геоалгоритми» (*Geoalgorithms*) > «Вектор» (*Vector*) > «Накладання» (*Overlay*) > «Перетин» (*Intersection*). У діалоговому вікні інструменту вкажіть вхідний, вихідний шари та ім'я нового шару `Intersec_Oblast_Name` та директорію для збереження (рис. 4.3).

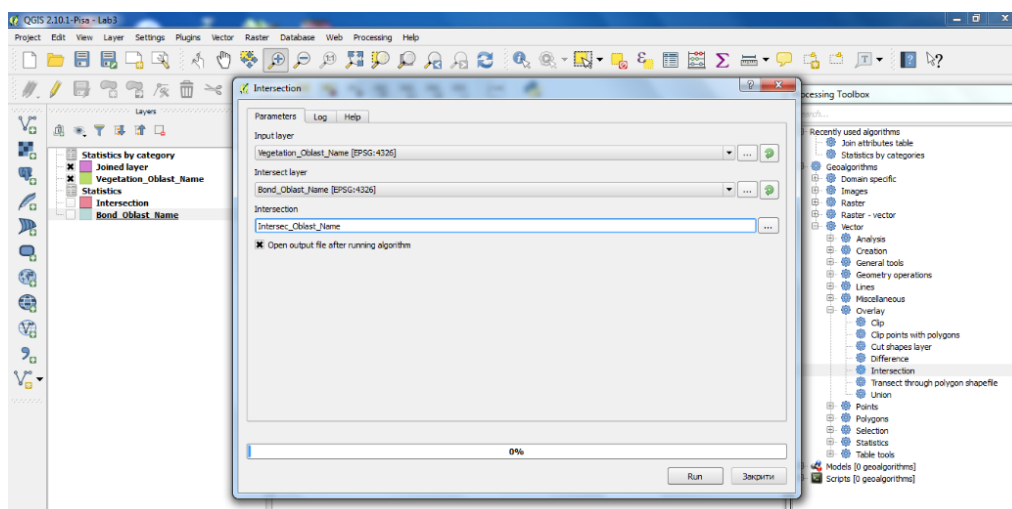


Рис. 4.3. Налаштування інструменту «Перетин» (Intersection)

Після завершення роботи інструменту новий шар векторних даних буде доданий до активної карти. Відкрийте атрибутивну таблицю та знайдіть нові дані, що додані до складу атрибутів.

Для отримання статистичної інформації щодо площі зелених насаджень у межах кожного району застосуйте інструмент *«Статистики за категоріями» (Statistics by category) – Геоалгоритми (Geoalgorithms) > Статистика (Statistics) > Статистика за категоріями (Statistics by category)* – та в діалогову вікні інструменту вкажіть вхідний векторний шар, поле для розрахунку статистики (Area) та поле, де вказана категорія об'єкта (IDbond). Результат буде збережений в окремій таблиці. **Які поля та дані обчислені за результатами роботи інструменту?**

4.5 Додайте значення статистичного розрахунку до шару адміністративних районів за допомогою інструменту *«З'єднання таблиць» (Join attributes table): Геоалгоритми (Geoalgorithms) > Інструменти таблиць (Tools table) > З'єднання таблиць (Join attributes table)*. Для кожної з таблиць, що з'єднуються, вкажіть поле однакового значення (IDbond).

4.6. Розрахунок тематичної змінної *«відносний показник площі зелених насаджень для адміністративних районів області»*. За допомогою калькулятора полів розрахуйте значення показника зелених насаджень відносно загальної площі для кожного адміністративного району. Результат розрахунку збережіть у новому полі Zelen_vid. **Наведіть вираз, який необхідно ввести в калькуляторі полів для правильного розрахунку.**

5. Побудова тематичних карт для показника площі зелених насаджень для адміністративних районів області (за варіантом):

5.1. Вибір типу тематичної карти виконують у вікні налаштування стилів відображення векторних даних. Для побудови хороплетної карти оберіть тип подання *«Градірований знак»* і вкажіть поле тематичної змінної. Ліворуч у діалоговому вікні доступні режими класифікації та кількість класів подання просторових об'єктів. Застосуйте різні методи класифікації для побудови тематичних карт і заповніть порівняльну таблицю з показниками різних методів (кількість об'єктів у кожному із п'яти класів для кожного методу класифікації (табл. 4.1):

Таблиця 4.1.

№ пор.	Назва методу класифікації	Кількість об'єктів у класі з номером				
		1	2	3	4	5

Обґрунтувати вибір оптимального методу класифікації для тематичної змінної Zelen_vid.

5.2. Змініть кількість класів подання адміністративних районів на три: низький (Low), середній (Medium) та високий (Hight) (рис. 4.4):

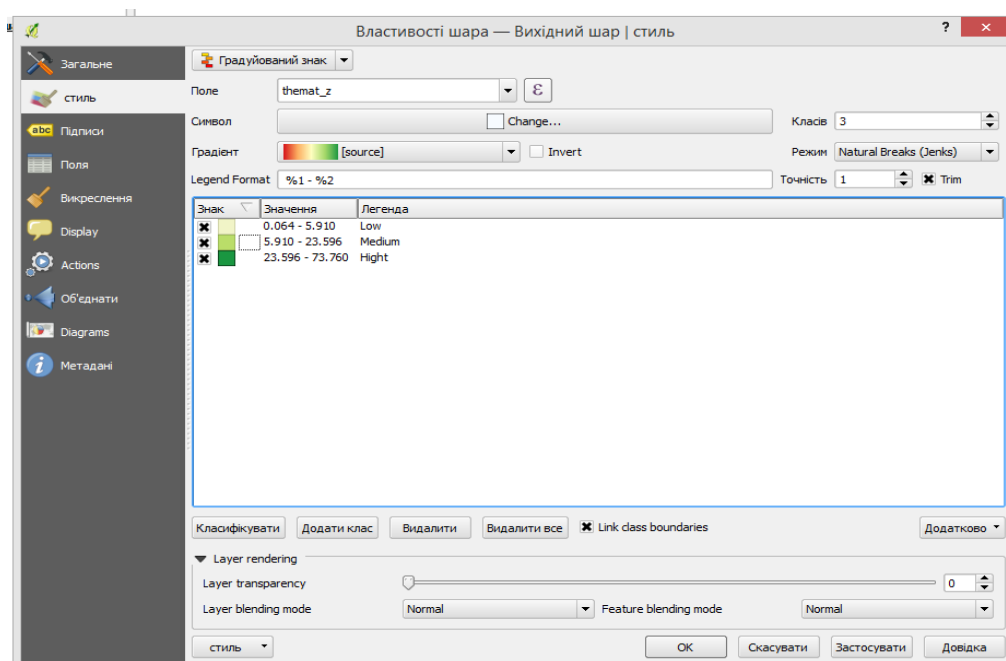


Рис. 4.4. Налаштування хороплетної карти

6. Побудувати точкову тематичну карту. Завантажити шар з точками інтересу poi_point.shp та обрати об'єкти в межах області за варіантом в окремий шар Tur_poi_Name. **Налаштуйте відображення шару за типами об'єктів туризму з призначенням окремих значень для кожного. Дотримуйтеся загальнозрозумілих позначок об'єктів.**

7. Побудувати теплову карту. Зберегти в окремому шарі точки інтересу з атрибутом Man_made = Chimney (димохід). У межах лабораторної роботи будемо вважати ці точки джерелом забруднення повітря. Оберіть тип знаку «теплова карта» (Heatmap) та встановіть радіус розповсюдження 20 м. Приклад побудови теплової карти на територію України наведено на рис. 4.5.

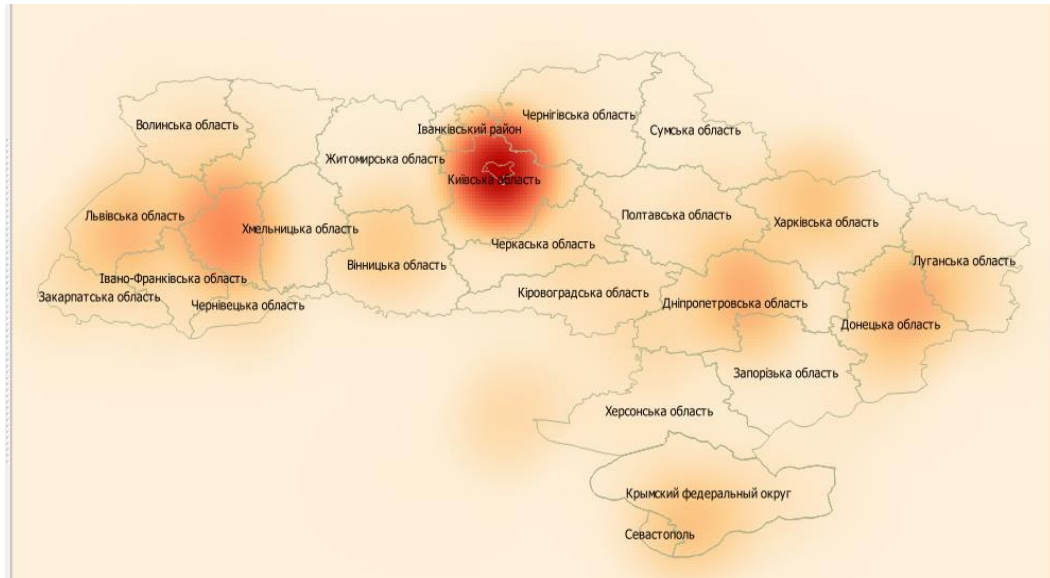


Рис. 4.5. Приклад побудови теплової карти

7.1. За допомогою плагіну Heatmap Plugin в меню Раст Raster > Heatmap зберегти отриману теплову карту в растровому форматі. У діалогову вікні збереження карти вкажіть ім'я вихідного файлу Zabrud_Obl_Name та опції налаштування вихідного растрового зображення (рис. 4.6.).

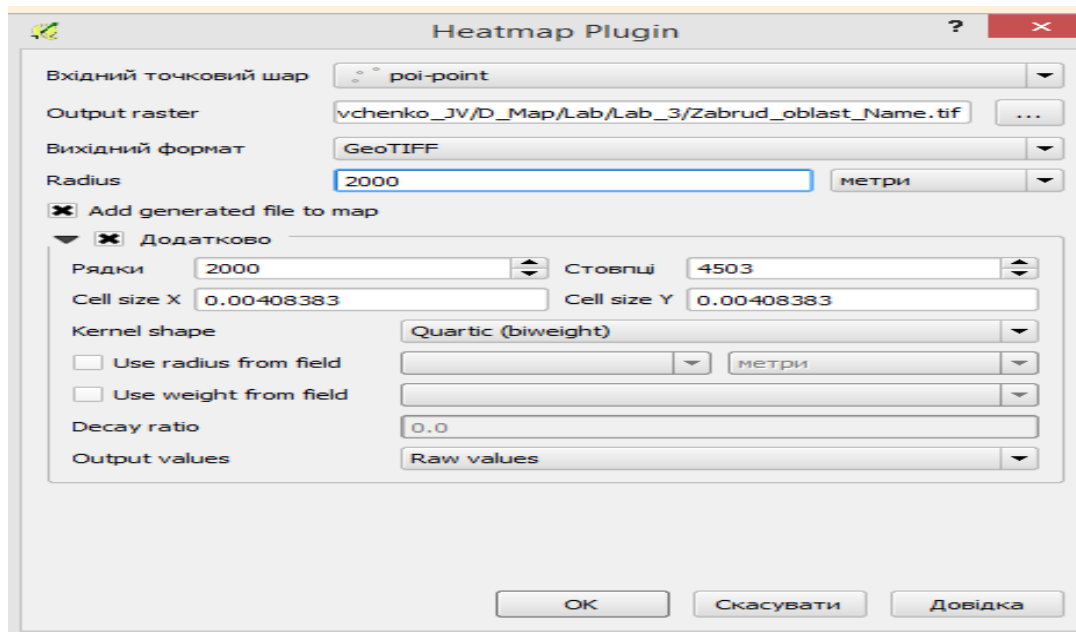


Рис. 4.6. Налаштування вихідного растрового зображення

7.2. Зберегти результати моделювання областей забруднення в окремий векторний шар. Для цього скористайтесь інструментом перетворення в меню Растер Raster > Перетворення Convension > Poligonize (Raster to Vector). Ім'я вихідного шару Zabrud_zone_Name. Налаштуйте відображення об'єктів у вигляді трьох зон забруднення, рівень забруднення подайте збільшенням градієнта одного кольору.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення «Тематична карта».
2. Класифікація тематичних карт за методом подання показників.
3. Розкрийте метод класифікації тематичної змінної метод рівної кількості значень (Equal Count).

Список рекомендованої літератури

1. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с. ISBN 966-680-234-1
2. Бусыгин Б.С, Гаркуша И.Н., Серединин Е.С., Гаевенко А.Ю. Инструментарий геоинформационных систем: Справочное пособие. – К.: ИРГ «ВБ», 2000. – 172 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Моделювання придатності

Мета роботи: освоїти завдання моделювання придатності територій для розміщення об'єктів залежно від низки факторів засобами ArcGIS на прикладі моделювання місцеположення нового гірськолижного комплексу.

Програмне забезпечення ГІС ArcGIS.

Вихідні дані: srtm_41_03.tiff – растр абсолютних висот у метрах для території Карпатських гір (джерело: <http://srtm.csi.cgiar.org>); summ_tmax3.tiff – середній температурний максимум за зимовий період (у градусах С); ski_resorts.csv – таблиця місцеположень наявних гірськолижних комплексів в Україні.

Короткі теоретичні положення

Для аналізу придатності до розташування гірськолижного комплексу визначимо такі загальні параметри:

а) середня місячна максимальна температура протягом зимових місяців не повинна перевищувати 0 °С;

б) значні висоти – краще щонайменше 750 м та більше;

с) круті ухили – краще щонайменше 15 градусів та крутіші;

д) віддалення від існуючих гірськолижних комплексів – краще щонайменше на 15 км і далі.

Багатофакторний аналіз просторових даних у лабораторній роботі ґрунтується на застосуванні методів управління та перетворення даних поверхонь і тривимірних векторних даних у таких форматах як растр, terrain, тріангуляційна нерегулярна мережа (TIN) або набір даних LAS. Аналіз геометричних відносин і властивостей об'єктів, інтерполяція растрових і різних TIN моделей, а також аналіз властивостей поверхні – це лише деякі з великого числа можливостей, що надаються інструментами сучасних ГІС.

Растрова модель (screen model) – модель просторових даних, що ґрунтується на способах квантування простору за допомогою регулярної сітки розмірністю N x M, якій у відповідність ставиться прямокутна матриця такої ж розмірності, кожний елемент якої характеризується набором ознак, а його місцеположення номером рядка і стовпчика цієї матриці.

До основних характеристик растрової моделі відносять:

- роздільна здатність (англ. *resolution*) – кількість пікселів (чарунок, комірок) на одиницю довжини зображення;

- глибина кольору, бітова глибина (англ. *Color Depth, Bits per Pixel*) – кількість бітів, які використовуються для кодування кольору одного пікселя растрового зображення;

- об'єм графічної інформації, або розмір файлу, що визначається кількістю пікселів за горизонталлю та вертикаллю і розраховується за формулою: $V = dWH$, де d – глибина кольору (у бітах), W та H – відповідно ширина і висота зображення в пікселях.

Моделювання придатності є просторово-аналітичною процедурою, що визначає найбільш придатні місцеположення на основі набору критеріїв. Це один з класичних прикладів використання ГІС та добре усталена методика, яка стала популярною з перших днів застосування ГІС для просторового аналізу. Існують два основні різновиди моделювання придатності залежно від того, як будуються та поєднуються карти критеріїв. Перший і найпростіший підхід називається «булевим». Він

передбачає для кожного критерію відображення на карті територій, які або відповідають критерію (так), або не відповідають йому (ні). Ви можете розглядати ці карти, як карти формату «так/ні» або бінарні карти. При булевому моделюванні придатності комбінацію критеріїв виконують шляхом накладання карт і визначення ділянок, де зустрічаються усі критерії. Кінцевим результатом є карта, що відображає придатні та непридатні території. Другим підходом до моделювання придатності є *застосування балів та рейтингів*. За цим підходом кожен критерій представлений на карті діапазоном значень, від дуже низької до дуже високої придатності з кількома значеннями між ними. За такого підходу окремі критерії мають діапазон значень, а не просто як зараховані або незараховані. Придатність виражена у вигляді безрозмірного балу, що надалі дає змогу безпосередньо порівнювати різні критерії. Алгебру карт використовують для поєднання карт критеріїв і при цьому критерії можуть бути по-різному зважені. Кінцевим результатом є карта, яка показує діапазон значень різної придатності.

Для того, щоб перевести критерії на карти, для кожного критерію виконується *перекласифікація* до спільних балів, що також називають «*градуюванням*». Тоді як в булевому моделюванні придатності є лише дві категорії (тобто так чи ні), то у другому випадку є більше категорій, що представлені балами, тобто безрозмірними числами. Тоді як теоретично можуть використовуватися різні діапазони значень, типовим є застосування балів або від 1 до 3, або від 1 до 5, або від 1 до 9. Яка б система ранжування не була обрана, одним із ключових елементів моделювання придатності є те, що кожен критерій використовує той самий діапазон чисел. Іншими словами, усі критерії повинні бути класифіковані за однаковою шкалою, тобто від 1 до 3 для ухилів та від 1 до 5 для землекористування. Найчастіше найменше число представляє найменшу придатність, а найбільше – найвищу придатність. Однак, дійсні бали не мають жодного значення поза моделлю придатності.

Агрегування критеріїв моделювання передбачає застосування зважених факторів. Замість визначення загальної суми або середнього значення балів для різноманітних критеріїв, може бути застосоване зважене середнє. По суті, загальна сума або середнє неявно передбачають, що всі критерії мають однакову вагу, однак це може бути нереалістичним представленням. Значення ваги можуть бути застосовані для відображення передбачуваного впливу кожного критерію. Типовий підхід полягає у

використанні відсотку для кожного критерію таким чином, щоб сума відсотків становила 100 %. Відсоток показує ступінь впливу, кожного шару на результат.

Хід роботи

1. Завантажити до проекту дані *srtm_41_03.tiff*, *summ_tmax3.tiff*, а також *ski_resorts.csv* – таблицю місцезнаходжень наявних гірськолижних комплексів в Україні. Натисніть правою клавішею миші на таблицю *ski_resorts.csv* та оберіть *Display XY Data* (Відобразити дані X, Y). У діалоговому вікні *Display XY Data* оберіть поле *Longitude* для X та поле *Latitude* для Y. Таблиця використовує географічні координати, тому підходить система координат за умовчанням GCS WGS 1984.

2. Для подальшого аналізу налаштуйте середовище роботи ArcGIS в меню *Geoprocessing / Геообробка* оберіть *Environments / Параметри середовища*, для параметра *Workspace / Робоча область* встановіть папки, де результати роботи інструментів зберігаються за умовчанням. Іншими важливими параметрами середовища є системи координат, екстент обробки, маска аналізу растру та розмір комірки растру. Значення за умовчанням цих параметрів зазвичай відповідають параметрам вхідних даних. ***Які значення змінені в відеоматеріалі до лабораторної роботи? Чому?***

3. Дослідження критерію «Середня місячна максимальна температура протягом зимових місяців не повинна перевищувати 0 °C». Використайте інструмент *Reclassify / Перекласифікація*, щоб класифікувати за максимальною температурою. Застосуйте систему ранжування від 1 до 5, де 1 відповідає найменш придатним умовам, а 5 – найбільш придатним. Результат збережіть у форматі *geotif* з ім'ям *Reclass_summ_tm1_Name*. ***Чому результат моделювання обмежений територією Карпат, якщо екстент вхідного шару відповідає всій території України? Кількість класів рекласифікації – 5, чому перший клас – пустий?***

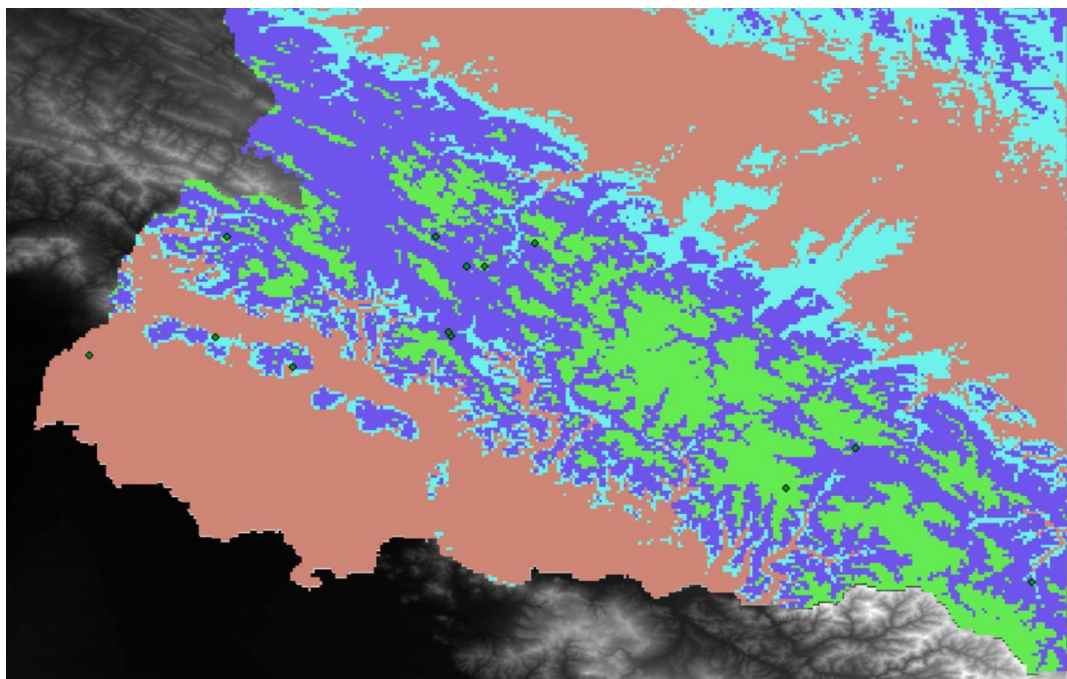


Рис. 5.1. Результат рекласифікації растру середньої температури summ_tmax3.tiff

4. Дослідження критерію висот. Використайте інструмент «Reclassify» / «Перекласифікація» для створення нового растру на основі ЦМР зі значеннями придатності відповідно до наведених в табл. 5.1. Результат збережіть з назвою Reclass_srtm_412_Name.

Таблиця 5.1

Діапазон висот	Клас придатності
< 500 м	1
від 500 до 750 м	2
від 750 до 1000 м	3
від 1000 до 1250 м	4
> 1250 м	5

5. Для врахування фактору ухилу в аналізі придатності необхідно визначити цей показник у градусах на дослідну територію, для цього скористайтеся інструментом «Slope» / «Ухил» групи інструментів «Surface» / «Поверхня». **Що представляє Z-фактор? Яке значення тут має бути використане?**

Використайте інструмент «Reclassify» / «Перекласифікація», щоб створити новий растр на основі растру ухилів зі значеннями придатності

відповідно до наведених у табл. 5.2. Результат збережіть з назвою *Reclass_Slope_Name*.

Діапазон ухилів	Клас придатності
< 10 градусів	1
від 10 до 15 градусів	2
від 15 до 20 градусів	3
від 20 до 30 градусів	4
> 30 градусів	5

Таблиця 5.2

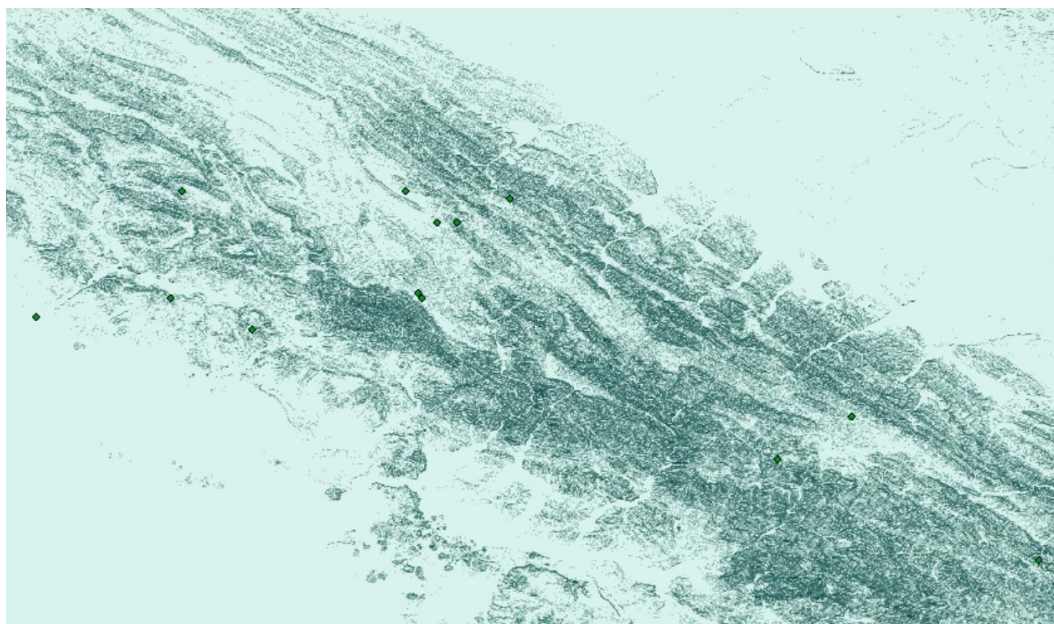


Рис. 5.2. Результат рекласифікації растру ухилу

6. Наступний критерій – відстань до існуючих гірськолижних комплексів. Ви будете використовувати наступну класифікацію. Для створення растру відстаней від існуючих гірськолижних комплексів у метрах застосуйте інструмент «*Euclidean distance*» / «Евклідова відстань». За замовчуванням властивості вихідного набору даних будуть такими ж, як і вхідного (тобто гірськолижних комплексів). Є декілька гірськолижних комплексів за межами території, покритої ЦМР, що також мають бути враховані. Перед тим як запустити інструмент у параметрах середовища

Geoprocessing > Environments / Геообробка > Параметри середовища встановіть *Raster Analysis Cell Size / Розмір комірки Аналізу растру* Minimum in inputs та *Mask / Маска вихідного шару*. Результат збережіть з ім'ям *EucDist_ski_Name*. Використайте інструмент «*Reclassify*» / «*Перекласифікація*», щоб створити новий растр придатності на основі растру відстаней від існуючих гірськолижних комплексів зі значеннями відповідно до наведених у табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Діапазон відстаней	Клас придатності
< 10 км	1
від 10 до 15 км	2
від 15 до 20 км	3
від 20 до 30 км	4
> 30 км	5

7. Таким чином, ви створили чотири карти критеріїв, кожен з значеннями придатності від 1 до 5. Тепер ви поєднаєте їх у результуючий растр придатності, використовуючи інструмент «*Weighted Overlay*» / «*Зважене накладання*», з вагою 25 % для температури, 20 % – для висот, 30 % – для ухилів і 25 % – для відстані до існуючих гірськолижних курортів.

Перед завантаженням будь-якого з растрів налаштуйте *Evaluation Scale / Шкала оцінки as «1 to 5 by 1» (1 до 5 крок 1)* – це упередить перекодування вхідних растрів в інші числа. Використовуючи кнопку додавання растру *Add*, додайте кожен з трьох карт класифікованих критеріїв. Повторно перевірте, щоб значення у стовпчику *Scale Value / Значення шкали* були однаковими зі значеннями у стовпчику *Field / Поле* – тут ви можете налаштувати те, як будуть використовуватися вхідні значення, однак у такому разі ви вже підготували дані, використовуючи інструмент *Reclassify / Перекласифікація*, тому немає потреби тут налаштовувати значення. Встановіть % впливу, перевіривши, що сума становить 100, та визначте відповідний вихідний растр *Weighte_Reclass_Name*. Якщо в інструменті *Weighted Overlay* можна перекодувати вхідні значення у нові значення шкали для застосування під час обчислень, то чому перекласифікація є необхідною?

8. Який відсоток території дослідження вважається найбільш придатним (тобто має значення 5). Яким чином ви визначили це значення? Завершіть роботу візуалізацією результату в довільній (але зрозумілій) формі макету.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення растрової моделі. Назвіть основні характеристики растру.
2. Назвіть і розкрийте підходи до моделювання придатності.
3. Перекласифікація, зміст поняття.

Список рекомендованої літератури

1. ArcMap Руководство пользователя [Електронний ресурс]: посібник користувача компанії Esri у форматі pdf, 2013. – 625с. – назва з титулу екрана.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Оцінка точності цифрової карти

Мета роботи: опанувати методи оцінювання точності геопросторових даних на основі оцінки точності створеної цифрової карти.

Вихідні дані: результат лабораторної роботи № 4 – векторні шари даних Будинки, Дороги, Деревна рослинність і Квартали в населених пунктах.

Короткі теоретичні положення

Точність як паперових, так і цифрових карт регламентується нормативно-правовими актами в сфері топографо-геодезичної діяльності та залежить від масштабу (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Масштаб карти	Точність планового положення об'єктів, м
----------------------	---

1:1 000 000	100
1:500 000	50
1:200 000	20
1:100 000	10
1:50 000	5
1:25 000	2,5
1:10 000	1
1:5 000	0,5
1:2 000	0,2

Кількісні показники якості цифрових карт визначають на основі оцінки точності планового положення. Значення допустимих середніх квадратичних похибок розташування об'єктів залежать від типу об'єкта, масштабу, характеристик місцевості; розрахунків для обчислення одиничного показника якості, що визначається для кожного показника (правильність визначення коду об'єкта, повнота характеристик об'єкта тощо).

Точність топографічних планів оцінюють за величинами розходжень положень контурів і висот точок, виміряних на плані з даними контрольних вимірів на місцевості. *Критеріями оцінки якості є середні, граничні та грубі похибки, які не повинні перевищувати величини похибок, встановлених у [1].*

Середня похибка у положенні на плані предметів і контурів місцевості з чіткими контурами відносно ближніх точок зйомочної основи не повинна перевищувати 0,5 мм, а в гірській та залісненій місцевості – 0,7 мм у масштабі плану.

Середня похибка у взаємному положенні на плані чітких контурів на забудованій території (роги капітальних будівель, люки інженерних комунікацій та інші, визначені з допомогою координування), розташованих один від одного на відстані до 100 м, не повинна перевищувати 0,3 мм у масштабі плану.

Середня похибка зйомки рельєфу відносно ближніх точок геодезичної основи не повинна перевищувати за висотою:

- 1/4 прийнятої висоти перерізу рельєфу при кутах нахилу до 2°;
- 1/3 – при кутах нахилу від 2° до 6° для планів масштабу 1:5000, 1:2000; і до 10° для планів масштабу 1:1000 та 1:500;

- 1/3 – при перерізі рельєфу через 0,5 м на планах масштабів 1:5000 та 1:2000.

У місцевостях з кутами нахилу рельєфу понад 6° для планів масштабів 1:5000 та 1:2000, а також понад 10° для планів масштабів 1:1000 та 1:500 кількість горизонталей повинна відповідати різниці висот, визначених на характерних перегибах схилів, а середні похибки висот, визначених на характерних типах рельєфу, не повинні перевищувати 1/3 прийнятої висоти перерізу рельєфу.

Граничні похибки у положенні на плані предметів і контурів місцевості з чіткими контурами відносно ближніх точок зйомочної геодезичної основи не повинні перевищувати 1,0 мм, а в гірській та залісненій місцевості – 1,4 мм у масштабі плану. Граничні похибки у взаємному положенні на плані чітких контурів на забудованій території не повинні перевищувати 0,6 мм у масштабі плану. Кількість граничних похибок не повинна перевищувати 10 % від загальної кількості контрольних вимірів. За наявності грубих (випадкових) похибок їх кількість не повинна перевищувати 5 %. Якщо таких похибок більше 5 % – робота бракується.

Порядок виконання роботи

1. Обчислення показника точності місцеположення об'єктів на основі аналізу точності визначення відстаней за таким алгоритмом:

1) Еталонні відстані між чіткими контурами місцевості (наприклад, кути будинків) d_{ie} : AB = 135,15 м, CD = 64,17 м, FK = 59,80 м (рис. 6.1).

2) У QGIS інструментом «Лінійка» виміряйте відстань d_i між тими ж об'єктами шару OSM не менше ніж п'ять разів. Розрахуйте середнє значення за формулою:

$$d_1 = \frac{\sum d_i}{n},$$

де n – кількість вимірювань.

Аналогічно визначте відстані d_2 і d_3 .

Дані для роботи в папці kyiv_shape. Проекція 3395 World Mercator. Якщо зміст атрибутивної таблиці відображається некоректно,

необхідно змінити кодування для української мови на вкладці «Загальні властивості шару» (General Properties) (UTM-8).



Рис. 6.1. Еталоні відстані між чіткими контурами

3) Визначте похибки вимірювань відстані V_i та обчисліть середнє значення похибки взаємного положення точок V :

$$V_i = d_{ie} - d_i;$$

$$V = \frac{V_i}{3}.$$

4) **Порівняйте отриману точність зі значенням граничної похибки у масштабі карти. Зробіть висновки.**

2. Обчислення показника точності місцеположення об'єктів на основі середньої похибки визначення площ за таким алгоритмом:

1) Відкрийте атрибутивну таблицю шару Будинків і в режимі редагування створіть нове поле *Area*. Заповніть поле за допомогою інструменту «Калькулятор полів»: увімкніть опцію «Оновити існуюче поле» та у списку, що випадає, виберіть новостворене поле, знайдіть

функцію \$Area у списку функцій (група Геометрія) та натисніть «Ok». QGIS автоматично визначить площі полігонів.

2) Еталоні площі S_{ie} : $S_1 = 3044,01$ кв. м, $S_2 = 1099,91$ кв. м, $S_3 = 1147,40$ кв. м.

3) Визначте похибки визначення площі як різниці $V_i = S_i - S_{ie}$ і розрахуйте значення похибки на одиницю площі за формулою:

$$V_{si} = \frac{V_i}{S_{ie}}.$$

Після цього розрахуйте середнє значення похибки на одиницю площі:

$$V_s = \frac{V_{si}}{3}.$$

4) Порівняйте отримане значення з нормативним показником точності для обраного масштабу карти та зробіть висновки.

3. Оцінювання повноти даних ґрунтується на аналізі наявності чи відсутності об'єктів, їх атрибутів і відношень у наборі даних на основі порівняння ситуації, що відображена на карті з реальною ситуацією на місцевості. Для цього обчисліть показник повноти даних для кожного векторного шару за таким алгоритмом:

1) Визначте кількість об'єктів у шарі будинків і доріг.

2) Визначте реальну кількість об'єктів на тій самій території за допомогою Google Maps або скористайтесь малюнком (рис. 6.1).

3) Розрахуйте кількість невідповідностей V між картографічним матеріалом і реальною ситуацією:

$$V = N_{OSM} - N_{GM},$$

де N_{OSM} – кількість об'єктів у відповідному шарі;

N_{GM} – кількість об'єктів, визначена на Google Maps.

4) Визначте показник повноти даних R_i у %:

$$R_i = \frac{V}{N_{GM}} * 100 \ %.$$

5) Розрахуйте інтегральний показник повноти даних цифрової карти як добуток показників кожного шару за формулою:

$$R = \prod R_i.$$

6) *За результатами роботи сформууйте файл з розрахунками.*

7) Зробіть висновок щодо якості геопросторових даних.

Контрольні запитання:

1. Як визначити кількісну оцінку якості цифрової карти?
2. Назвіть критерії оцінки якості.
3. Яка кількість граничних похибок від загальної кількості контрольних вимірів допускається?
4. За якою формулою розраховують значення похибки на одиницю площі?
5. Як обчислити інтегральний показник повноти даних цифрової карти?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000, затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України № 156 від 31.12.1999 р. і погоджені з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/156_1999.pdf (Дата звернення 20.12.2022).

2. Редакційно-технічні вказівки “Створення (оновлення) цифрових топографічних карт та класифікатора картографічних даних на території України за складом топографічних карт та Класифікатора картографічних даних на території України за складом топографічної карти масштабу 1:50 000 з уніфікованим змістом”. Версія 2.0. К: ДП «НДІГК» – 2020, с. 247.

3. Редакційно-технічні вказівки “Створення (оновлення) цифрових топографічних карт та класифікатора картографічних даних на території України за складом топографічних карт та Класифікатора картографічних даних на території України за складом топографічної карти масштабу 1:10 000 з уніфікованим змістом”. Версія 1.0. К: ДП «НДІГК» – 2021, с. 314.

4. А. Доскоч, В. Тарнавський, В. Літинський. Оцінювання точності великомасштабних цифрових карт – [Електр. ресурс] / Режим доступу: http://vlp.com.ua/files/37_23.pdf. – Назва з екрану (дата звернення 20.12.2022).

5. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України № 3 від 24.01.94 р. – [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/3_1994.pdf (дата звернення 20.12.2022).

Навчально-методичне видання

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ГІС

Методичні вказівки та завдання
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності
193 «Геозембудівництво та землеустрій»

Укладачі: **ГОРКОВЧУК** Юлія Вікторівна,
КІНЬ Данило Олександрович

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Д.М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 2023. Формат 60x84_{1/16}
Ум. друк. арк. 2,79. Обл.-вид. арк. 3,0.
Електронний документ. Вид. № 26/III-23

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.