

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра географії та методики її навчання

**Ігор Холошин, Ольга Бондаренко,
Олена Ганчук, Ірина Варфоломєєва**

ПРАКТИКУМ ІЗ ЦИФРОВОЇ КАРТОГРАФІЇ

Навчальний посібник

**Oktan Print
Prague
2023**

УДК 528.9:681.518

Рекомендовано до друку Вченою радою Криворізького державного педагогічного університету
(протокол № 2 від 14 вересня 2023 р.)

Рецензенти:

Назаренко Т. Г. – доктор педагогічних наук, професор (Інститут педагогіки НАПН України)

Сивий М. Я. – доктор географічних наук, професор (Тернопільський державний педагогічний університет)

Холошин І. В., Бондаренко О. В., Ганчук О. В., Варфоломєєва І.М.
Практикум із цифрової картографії : навчальний посібник. Прага:
Oktan Print, 2023. 174 с. з іл.

У навчальному посібнику проаналізовано й узагальнено досвід практичної складової технологій цифрової картографії. Висвітлено можливості і підходи використання геоінформаційних систем на всіх етапах цифрового картографування: створення, редагування, просторового аналізу та редагування цифрових карт.

Практикум складається з 20 практичних робіт і є комплексом навчальних вправ для вивчення базових технологій цифрової картографії та методів просторового аналізу. Кожна практична робота ґрунтується на використанні відкритого геоінформаційного додатку Quantum GIS і складається з чотирьох блоків: теоретичного, практичного, рефлексивного та блоку самоосвіти.

Посібник розрахований на студентів-географів, істориків, біологів педагогічних та профільних ЗВО, а також аспірантів, викладачів та вчителів загальноосвітніх закладів. Начальний посібник також може бути корисним для всіх, зацікавлених просторовим аналізом.

The publication is assigned with a DOI number:

<https://doi.org/10.46489/PICK-23-28>

The paper version of the publication is the original version. The publication is available in electronic version on the website:

<https://www.oktanprint.cz/p/praktikum-iz-tsyfrovoi-kartografii>

OKTAN PRINT s.r.o.

5. května 1323/9, Praha 4, 140 00

www.oktanprint.cz

tel.: +420 770 626 166

jako svou 163. publikací

Vydání první

ISBN 978-80-88618-21-8

e-book ISBN 978-80-88618-22-5

Зміст

I. ВСТУП У ПРАКТИЧНУ ЦИФРОВУ КАРТОГРАФІЮ	4
II. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ.....	10
Практична робота 1: ДЖЕРЕЛА ДАНИХ У ГІС. ЗНАЙОМСТВО З ІНТЕРФЕЙСОМ ХМАРНОЇ ПЛАТФОРМИ EO BROWSER	11
Практична робота 2: ОРГАНІЗАЦІЯ ДАНИХ В ГІС. ВЕКТОРНІ ДАНІ. ЗНАЙОМСТВО З ІНТЕРФЕЙСОМ ПРОГРАМИ QGIS	20
Практична робота 3: ОПЕРАЦІЯ КЛАСИФІКАЦІЇ РАСТРОВИХ ДАНИХ. ПОБУДОВА КАРТИ NDVI ЗАСОБАМИ QGIS НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ.....	30
Практична робота 4: ЕЛЕМЕНТИ КАРТИ. ПОБУДОВА КАРТИ ЗАСОБАМИ QGIS	36
Практична робота 5: АНАЛІЗ ПОВЕРХНІ З НАБОРАМИ РАСТРОВИХ ДАНИХ. ПОБУДОВА ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ QGIS	43
Практична робота 6: ПОБУДОВА ПРОФІЛЮ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ QGIS	54
Практична робота 7:ВЕКТОРИЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В QGIS.ШЕЙП-ФАЙЛИ.....	58
Практична робота 8: ОПЕРАЦІЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ МЕТОДОМ IDW В QGIS. ПОБУДОВА ГОРИЗОНТАЛЕЙ	65
Практична робота 9: ПРОСТОРОВА ВИБІРКА. ОПЕРАЦІЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ МЕТОДОМ ТЕПЛОКАРТ В QGIS	76
Практична робота 10: РОБОТА З ТАБЛИЦЯМИ АТРИБУТІВ В ГІС QGIS	85
Практична робота 11: КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЄКЦІЇ. КАРТОГРАФІЧНА ПРИВ'ЯЗКА РАСТРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ В QGIS	91
Практична робота 12: ПОБУДОВА ТОПОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ. ОПЕРАЦІЯ ПРИЛИПАННЯ В QGIS	99
Практична робота 13: ДОДАВАННЯ АТРИБУТИВНИХ ДАНИХ ІЗ ЗОВНІШНІХ ДЖЕРЕЛ В QGIS	107
Практична робота 14: ОПЕРАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ВЕКТОРНИХ ДАНИХ. ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБАМИ ХОРОПЛЕТ І ЗНАЧКІВ У СЕРЕДОВИЩІ QGIS.....	114
Практична робота 15: ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБОМ КАРТОДІАГРАМ В СЕРЕДОВИЩІ QGIS	123
Практична робота 16: ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБОМ АНАМОРФОЗ У СЕРЕДОВИЩІ QGIS	130
Практична робота 17: КАРТОМЕТРИЧНІ ОПЕРАЦІЇ В QGIS.....	135
Практична робота 18: ПОБУДОВА КАРТ ПОТОКІВ В QGIS.....	141
Практична робота 19: ОПЕРАЦІЯ БУФЕРИЗАЦІЇ В QGIS.....	151
Практична робота 20: ОВЕРЛЕЙНІ ОПЕРАЦІЇ В QGIS	156
III. ПРАКТИЧНА СКЛАДОВА ЦИФРОВОЇ КАРТОГРАФІЇ.....	163

I. ВСТУП У ПРАКТИЧНУ ЦИФРОВУ КАРТОГРАФІЮ

1. Теоретичний блок

Сучасна картографія перейшла на якісно новий рівень. Розвиток комп'ютерних технологій сприяє революційним змінам у процесах створення карт, їх аналізі й тиражуванні. Результатом цього є формування нового, самостійного розділу картографії – цифрової картографії.

Цифрова картографія – це технологія, пов'язана зі створенням і використанням комп'ютерних систем для практики картографії та її застосування [4.2]. Вона перебуває на стику взаємодії географії, картографії, математичних методів обробки даних та інформатики.

Цифрову картографію можна уявити в чотирьох змістових формах: як розділ картографічної науки, виробничої індустрії, нової технології та інструмент візуалізації зображень картографічної продукції.

Можна виділити різні напрями, якими сьогодні займається цифрова картографія: цифрове картографування, тривимірне моделювання, комп'ютерні видавничі системи тощо. У зв'язку з цим з'явилися нові картографічні твори: цифрові (електронні та віртуальні) й анімаційні карти, тривимірні картографічні моделі, цифрові моделі місцевості (рис. 1).

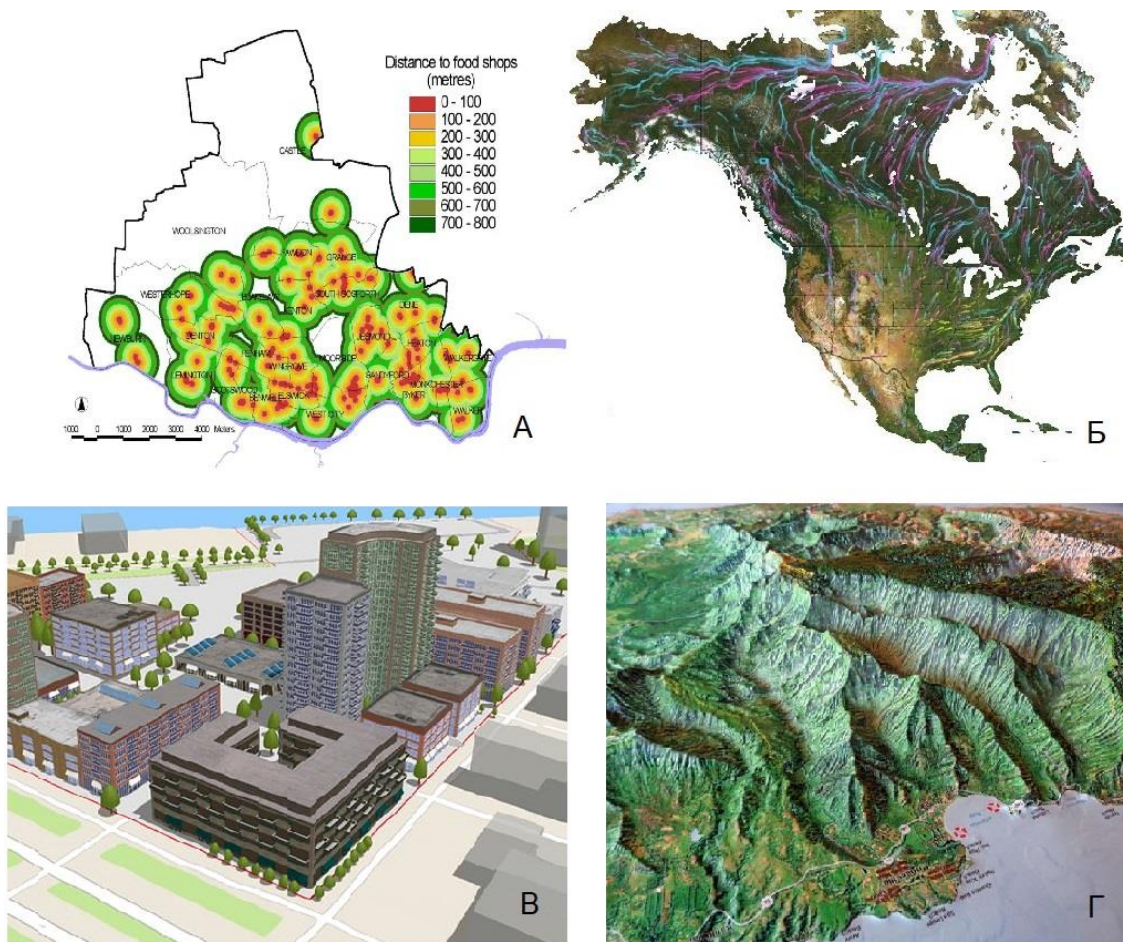


Рис. 1. Приклади цифрових картографічних творів: цифрова карта (А), анімаційна карта (Б), тривимірна картографічна модель (В), цифрова модель місцевості (Г).

Цифрові карти (рис. 1А) є логіко-математичними описами (уявленнями) об'єктів, що картографуються, і відносин між ними, сформованими в прийнятих для звичайних карт координатах, проєкціях, системах умовних знаків з урахуванням правил генералізації та вимог до точності. Подібно до звичайних карт вони різняться за масштабами, тематикою, просторовим охопленням і т. ін. Головне призначення цифрових карт – служити основою формування баз даних і автоматичного складання, аналізу, перетворення карт.

Електронні карти – це цифрові карти, що візуалізуються в комп'ютерному середовищі з використанням програмних і технічних засобів, у прийнятих проєкціях, системах умовних знаків при дотриманні встановленої точності та правил оформлення.

Анімаційні карти (рис. 1Б) – динамічні послідовності електронних карт, що передають на екрані комп'ютера динаміку та переміщення зображуваних об'єктів і явищ у часі й просторі (наприклад, рух атмосферних опадів, переміщення транспорту тощо). Анімації можуть бути плоскими та об'ємними, стереоскопічними та, крім того, можуть поєднуватися з фотозображенням.

Тривимірні картографічні моделі (рис. 1В) являють собою трьохмірні векторні файли, які за допомогою математичних функцій описують лінії та поверхні місцевості, що моделюється. Тривимірне моделювання дає можливість максимально докладно й точно описати і уявити графічно реальну місцевість, усі об'єкти, що знаходяться на певній території та їх розташування відносно один до одного.

Цифрова модель місцевості (рис. 1Г) – цифрове представлення рельєфу земної поверхні, створене на основі даних про рельєф і топологію місцевості. Вона є сукупністю даних (планових координат і висот) про безліч точок на місцевості. Зазначена сукупність може являти собою окремо *цифрову модель рельєфу* (ЦМР) і *цифрову модель контурів* (ЦМК), тобто ситуації місцевості. В останньому випадку елементи ситуації можуть бути задані тільки плановими координатами X чи Y . Цифрова модель рельєфу обов'язково задається одночасно плановими координатами і висотами.

Вимоги до цифрових картографічних творів визначають із переліку розв'язуваних з їх допомогою завдань, які передбачають [4.2]:

1. Забезпечення системи картографічної інформацією вивчення країни, її регіонів та найважливіших об'єктів.
2. Картографічна інформація повинна передаватися в простій та наочній формі без втрати повноти і достовірності.
3. Засоби картографічного забезпечення повинні сприяти отриманню узагальнених відображень місцевості з найменшими витратами часу.

4. Картографічний спосіб передачі інформації про місцевість повинен забезпечувати виконання розрахунків і моделювання ситуацій.
5. Обсяг картографічної інформації, що циркулює в системі, визначається характером розв'язуваних завдань.
6. Картографічні проєкції карт повинні забезпечувати суцільне (без розривів) картографування окремих регіонів і значень їх за обсягом територій, а також максимально можливою для відображення на інших частинах земної поверхні з мінімальними спотвореннями кутів, ліній і площ.
7. Масштабний ряд карт повинен забезпечити відображення сучасного стану місцевості, її типові риси з деталізацією та точністю, необхідною для розв'язання завдань усіма користувачами, а також забезпечувати нанесення елементів оперативної інформації та визначення координат об'єктів, швидко оцінювати місцевість та її властивості.
8. Для спрощення обміну інформацією між різними користувачами, уніфікації засобів передачі інформації, система карт має відповідати змісту та бути уніфікованою за математичною основою й умовними знаками.
9. Зміст карт має бути повним, достовірним, сучасним, точним та забезпечувати розв'язання завдань на користь багатьох користувачів.
10. Повнота змісту карт означає, що на них повинні бути зображені всі типові риси та характерні елементи й об'єкти місцевості, деталі місцевості, а також підписи назв об'єктів. При цьому карти великого масштабу мають містити всі елементи, об'єкти та підписи, які є на картах дрібного масштабу.
11. Достовірність (правильність відомостей, зображених на карті на певний час) та сучасність (відповідність сучасному стану об'єктів, що відображаються) карти означають, що зміст карти повинен відповідати місцевості на момент її використання.
12. Вимога до точності карти полягає в тому, що зображені на ній об'єкти повинні зберігати точність свого розташування, геометричні деталі та розміри відповідно до масштабу карти та її призначення.
13. Основними вимогами до умовних знаків на картах є:
 - передача максимального обсягу інформації про зображувані на карті об'єкти та явища при мінімальній їх кількості;
 - досягнення найбільшої точності і деталей, наочності картографічного зображення та легкості його запам'ятовування;
 - забезпечення автоматизованого читання, обробки й відтворення картографічного зображення.
14. Кольорове оформлення карт повинно здійснюватися:
 - з урахуванням вимог споживачів і законів психології сприйняття об'єднань кольорів на карті;

- кольори на карті повинні сприяти максимальному розчленуванню різних елементів її змісту;

- кольорова гама карти має забезпечувати найбільший кольоровий контраст із зображенням оперативної інформації, статистичних та інших даних.

Створення цифрових картографічних матеріалів ґрунтується на основі логіко-математичної обробки просторової інформації з використанням геоінформаційного моделювання. У результаті відбулася трансформація картографічного методу дослідження в геоінформаційно-картографічний, де всі точні операції (картометричні, морфометричні, аналітичні тощо) здійснюються над цифровими записами об'єктів у базі даних, а картографічне зображення є засобом відображення результатів обробки даних, джерелом інформації в процесі візуального аналізу [4.4].

Геоінформаційне моделювання (ГІМ) можна визначити як моделювання просторових об'єктів, взаємопов'язаних з атрибутивними даними (базами даних) за допомогою математичних методів і програмних засобів географічних інформаційних систем (ГІС).

Загальним для ГІМ є використання трьох інтегрованих груп даних – «місце», «час», «тема». Цей вид моделювання є класом моделювання графічних об'єктів, взаємопов'язаних із базами даних, що містять п'ять основних типів перетворень [4.4]:

– перетворення графічної інформації, що зумовлює зміни графічних і табличних даних;

– перетворення атрибутивних даних, що зумовлює зміни графічних і табличних даних;

– перетворення графічних об'єктів з одного типу на інший;

– побудова цифрових моделей об'єктів, явищ і процесів;

– побудова, редагування або модифікація графічних об'єктів на основі відношень між просторовими об'єктами (без використання графічних редакторів).

2. Практичний блок

Головна мета навчального посібника – оволодіння користувачами практичною складовою цифрової картографії. Практикум складається з 20 практичних робіт і є комплексом навчальних вправ для засвоєння базових технологій цифрової картографії і методів просторового аналізу. Кожна практична робота складається з чотирьох блоків: теоретичного, практичного, рефлексивного та блоку самоосвіти.

У *теоретичному* блоці стисло наведена теоретичну складову конкретної практичної роботи. Це той мінімум теоретичних знань, які має одержати студент для успішного і зрозумілого виконання роботи. Але рекомендованою є

більш глибока підготовка за допомогою джерел, наведених у блоці *самопідготовки*.

Практичний блок містить покроковий опис виконання практичної роботи, виходячи з її мети. Послідовність дій ретельно описана і супроводжується великою кількістю графічного матеріалу – скріншотів відповідних вікон програми. У кінці блоку кожної практичної роботи містяться вимоги до форми здачі роботи студентами. Це може бути або макет готової карти, або скріншот вікна, якщо робота має продовження. Тривалість роботи визначається викладачем і залежить від її складності.

Рефлексивний блок містить перелік питань, за допомогою яких студенти проводять самоаналіз і самооцінку знань, здобутих за результатами виконання практичної роботи.

Для виконання робіт потрібно встановити на комп'ютери геоінформаційний додаток *QGIS*. Це програмне забезпечення, що вільно розповсюджується, для його встановлення не потрібна купівля або реєстрація. *QGIS* належить до категорії міжплатформних ГІС із розвиненим графічним інтерфейсом, тому програму можна встановлювати як в операційних системах сімейства *Windows*, так і в різних дистрибутивах *Linux*.

У цілому, інтерфейс *QGIS* зрозумілий і легкий у сприйнятті, україномовний. Цей програмний продукт підтримує практично всі поширені формати просторових даних, розширюється модулями (наразі їх налічується понад 100).

Проєкт зі створення *QGIS* стартував у 2002 році. За цей період розроблено багато оновлень і нових версій програми. Практикум розроблений на основі версії 3.22.7, що вийшла в середині 2022 року. У разі використання інших версій програми, може знадобитися незначна адаптація до змін в інтерфейсі програми.

У 20 практичних роботах посібника розглянуто базові види робіт у *QGIS* з метою побудови цифрових карт і проведення просторового аналізу:

- завантаження програми і знайомство з її інтерфейсом;
- використання різноманітних плагінів, адаптованих під роботу з *QGIS*;
- вивчення організації просторових та атрибутивних даних у програмі (збір, введення в програмне середовище та зберігання);
- аналіз растрових даних: класифікація, різноманітні способи інтерполяції, моделювання поверхні тощо;
- векторизація просторових даних різних типів;
- побудова цифрових картографічних профілів;
- побудова тематичних цифрових карт;
- просторовий аналіз векторних даних: буферизація, анаморфози, оверлей, картометричні операції тощо;

- візуалізація результатів просторового аналізу;
- формування макету карти відповідно до вимог.

Структурно практикум побудований так, що кожна наступна робота взаємопов'язана з попередньою, тому рекомендовано дотримуватися послідовності під час виконання практичних робіт курсу.

Головна мета практикуму – розуміння студентами того факту, що побудова цифрової карти не є головним завданням цифрової картографії та ГІС. Кожна карта повинна мати практичну складову, дати можливість досліднику отримати і візуалізувати аналітичну просторову інформацію, яку неможливо отримати іншими картографічними методами.

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Дайте визначення цифрової картографії.
- 3.2. У яких змістовних формах можна уявити цифрову картографію та якими напрямками вона сьогодні займається?
- 3.3. Дайте визначення і коротко охарактеризуйте цифрові карти.
- 3.4. Дайте визначення і коротко охарактеризуйте анімаційні карти.
- 3.5. Дайте визначення і коротко охарактеризуйте тривимірні картографічні моделі.
- 3.6. Дайте визначення і коротко охарактеризуйте цифрові моделі місцевості.
- 3.7. Охарактеризуйте головні вимоги до цифрових картографічних творів, які визначають із переліку розв'язуваних за їх допомогою завдань.
- 3.8. Дайте визначення і стисло охарактеризуйте геоінформаційне моделювання.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Бондаренко Е. Л. Цифрова картографія : конспект лекцій. Київ : Редакційно-видавничий відділ НТУ, 2023. 61 с.
- 4.2. Данілова Н. В. Цифрові плани і карти : конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2023. 123 с.
- 4.3. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.
- 4.4. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Кн. 2. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.
- 4.5. Gretchen N. Peterson. GIS Cartography. A Guide to Effective Map Design. G. Peterson. Taylor & Francis Group, LLC, 2009. 215 p.

II. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Практична робота 1

ДЖЕРЕЛА ДАНИХ У ГІС. ЗНАЙОМСТВО З ІНТЕРФЕЙСОМ ХМАРНОЇ ПЛАТФОРМИ EO BROWSER

Мета роботи: сформувати уявлення про функціонування хмарної платформи *EO Browser*, набути вмінь із пошуку та завантаження супутникових знімків.

1. Теоретичний блок

Дані – це основа цифрової картографії, те, на чому базується ГІС, на основі чого ведеться робота, чим керує ГІС. Без даних немає ГІС. Тому більшість проєктів починається з пошуку необхідних базових даних. Уміння знайти потрібні дані, проаналізувати їх достовірність та інформаційність забезпечують успіх подальшої роботи. За оцінками різних експертів, вартість даних може досягати 80% вартості всього ГІС-проєкту, включаючи вартість апаратних засобів і зарплати висококваліфікованого персоналу.

ГІС оперує двома типами даних: просторовими та атрибутивними. *Просторові* дані – відомості, які характеризують місце розташування об'єктів у просторі відносно один до одного та їх геометрію. З формальної позиції інформатики будь-який простір можна представити *нескінченною безліччю точок*, кожна з яких фіксована за *координатами*. Приклади просторових даних: цифрові карти, дані GPS-моніторингу, аерокосмічні знімки, матеріали польової інструментальної зйомки тощо (рис. 2).

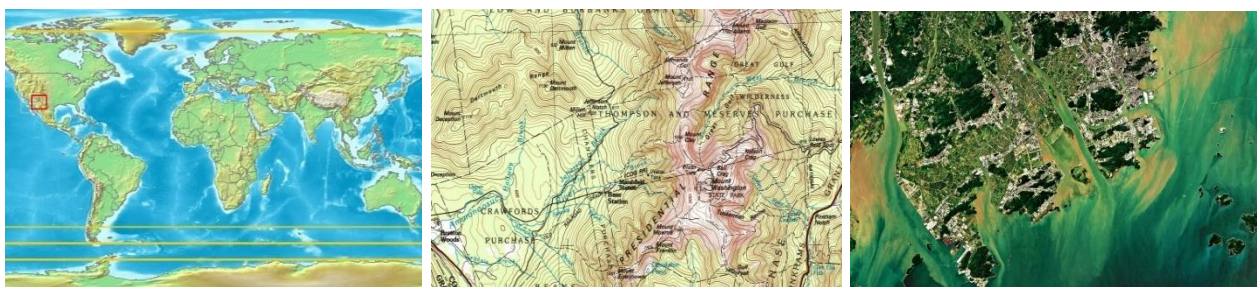


Рис. 2. Приклади просторових даних для використання в середовищі ГІС

Атрибутивні дані – це якісні або кількісні характеристики просторових об'єктів. Атрибутами можуть бути символи (назви), числа (відображають статистичні характеристики), графічні ознаки (колір, малюнок, графічна структура контуру та ін.). Ними також зручно відображати часові параметри. Приклади таких даних: географічні назви, видовий склад рослинності, характеристики порід і ґрунтів, статистичні показники, текстові дані тощо (рис. 3). Важливо, щоб атрибутивні дані мали географічну прив'язку. Наприклад, статистичні дані обов'язково характеризують конкретні регіони або міста.

Year	Month	Day	Time_UTC	Latitude	Longitude	Magnitude	Depth	Shape
2009	1	1	12:43:12 PM	-15.43	-173.14	4	35	Point
2009	1	1	19:36:00 PM	17.22	40.52	5	10	Point
2009	1	1	19:50:24 AM	-55.16	-29.09	4.7	35	Point
2009	1	1	1:26:24 PM	80.85	-3.03	4.8	10	Point
2009	1	1	6:28:48 AM	-8.92	155.18	4.6	82	Point
2009	1	1	10:18:12 AM	-8.33	129.99	4.7	50	Point
2009	1	1	12:00:00 PM	-33.8	-72.72	4.6	0	Point
2009	1	1	12:57:36 PM	-58.29	-21.81	4.4	10	Point
2009	1	1	3:21:36 AM	-8.86	155.93	4.7	50	Point
2009	1	1	7:55:12 PM	1.12	120.73	4.7	40	Point
2009	1	1	11:16:48 AM	-11.86	166.75	4.7	254	Point
2009	1	1	2:09:36 AM	40.62	123.02	4.1	10	Point
2009	1	1	5:16:48 AM	-34.84	-107.65	5.8	10	Point
2009	1	1	11:40:48 PM	-9.61	120.72	4.2	20	Point
2009	1	1	2:38:24 AM	-22.04	-179.6	4.5	601	Point
2009	1	1	6:43:12 AM	1.32	121.84	5.1	33	Point
2009	1	1	4:19:12 PM	14.73	-91.39	4.7	169	Point
2009	1	1	5:45:36 PM	9.43	124.15	4.5	525	Point
2009	1	1	4:48:00 PM	-34.88	-107.78	5	10	Point
2009	1	1	6:09:36 PM	44.58	146.22	4.2	59	Point
2009	1	1	2:38:24 AM	-4.33	101.3	5.5	19	Point
2009	1	1	2:52:48 AM	-4.33	101.24	5.3	26	Point

Журнал технічного нівелювання

Дата: _____ Роль: _____ Сторона: _____
 Південь: _____ Топографічне: _____ Висота: _____

№ станції	№ маяка	Відстані у з'єднанні			Порівняння висот						Горизонтальний проєкція (ДПМ)	Висота точки (ДМ)	
		між ст.	між ст.	між ст.	абсолютна висота	висота	висота	висота	висота				
I	7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	7 м	2615	2728	4881	1795	2144	2144	-1	2144	2144		260.750	214.04
	10 м	4688	4688	4688									260.278
II	+8	2421	2106	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688			
	+8	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688			
III	+16	6631	2321	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688			
	+16	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688			
IV	+40	6437	2141	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688			
	+40	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688			
Інтервалний контроль		$\sum a$	$\sum b$	$\sum c$	$\sum d$	$\sum e$	$\sum f$	$\sum g$	$\sum h$	$\sum i$	$\sum j$	$\sum k$	219.100

Питома територія України

Адміністративно-територіальна одиниця	Відомо площа території, га	Питома площа, %	Питома територія, га	Питома територія, %
АРХОНІДІА	2068.1	291.2	278.7	18.7
ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ	2492.2	366.4	346.5	13.9
ВОЛИНЬКА ОБЛАСТЬ	2044.4	290.7	253.0	12.4
ДОНЕЦЬКА ОБЛАСТЬ	1192.3	170.8	170.2	5.6
ЛЬвівська область	2851.7	409.9	184.1	6.9
Луганська область	2851.7	409.9	184.1	6.9
Закарпатська область	1373.3	197.9	166.7	5.1
Закарпатська область	1373.3	197.9	166.7	5.1
Івано-Франківська область	1192.7	171.0	171.0	4.8
Київська область	2813.1	404.1	624.1	22.2
Кіровоградська область	2458.8	351.3	164.5	6.7
Львівська область	2668.3	380.7	253.0	12.4
Львівська область	2131.1	311.8	621.2	28.3
Миколаївська область	2458.5	351.3	98.2	4.0
Одеська область	1313.3	189.0	203.0	8.1
Одеська область	2875.0	414.4	341.4	8.4
Рівненська область	2061.7	293.4	129.2	8.4
Сумська область	2383.2	342.1	451.0	17.3
Тернопільська область	1192.4	171.0	181.2	13.1
Харківська область	1141.8	164.3	178.0	12.9
Херсонська область	2444.1	351.3	116.3	4.1
Хмельницька область	2062.9	293.4	263.1	12.9
Хмельницька область	2061.6	293.1	151.1	11.1
Черкаська область	4096.6	585.2	246.2	29.2
Чернівецька область	1198.3	171.0	661.7	28.2
Чернівецька область	83.6	11.9	11.9	0.4
м. Севастополь	106.4	15.2	106.4	3.9
Усього	68354.8	10378.7	9573.0	15.0

Рис. 3. Приклади атрибутивних даних для використання в середовищі ГІС

Сукупність просторової та атрибутивної інформації створює інформаційну базу ГІС, а джерела даних – основа їх інформаційного забезпечення. Сьогодні можна знайти велику кількість відкритих джерел даних для введення їх у ГІС. Різноманітні державні, а також комерційні установи мають розділи власних веб-сайтів із безкоштовною інформацією, необхідною для створення ГІС-проектів. Це значні масиви даних, які охоплюють майже всі аспекти розвитку нашої планети. У блоці 4 наведено приклади джерел просторової та атрибутивної інформації для створення тематичних ГІС-проектів.

Ці дані називають первинними. Вони служать основою інформаційного забезпечення в ГІС у вигляді необробленої інформації. Вторинні дані отримують на основі обробки первинних даних або з уже наявних моделей даних (сканування карт, знімків).

Супутникові знімки разом із традиційними картографічними творами складають джерело важливої просторової інформації для ГІС-технологій. Вони відрізняються різним рівнем оглядовості та детальності відображення об'єктів природного та антропогенного середовища в різних діапазонах спектру (видимий та ближній інфрачервоний, тепловий інфрачервоний та радіодіапазон). Важливо, що, окрім просторової інформації, супутникові знімки також є джерелом атрибутивних даних.

Серед декількох відкритих сервісів, що забезпечують вільний доступ до різночасових супутникових знімків, треба відзначити *EO Browser* – безкоштовний хмарний інструмент для візуалізації та завантаження доступних знімків середньої і низької роздільної здатності з супутників: *Sentinel-1*, *Sentinel-2*, *Sentinel-3*, *Sentinel-5P*, *Landsat*, *Envisat Meris*, *MODIS*, *Proba-V*, *GIBS*. *EO Browser* поєднує в собі безліч додаткових функцій: синтез каналів, вимірювання площ, отримання статистичних даних у вигляді графіків тощо. Зареєстровані користувачі мають можливість експортувати результати обробки даних у файли з географічною прив'язкою і зберігати алгоритми обробки знімків.

2. Практичний блок

2.1. Реєстрація акаунту в хмарній платформі EO Browser

Відкрийте *EO Browser* за посиланням: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser> (рис. 4).

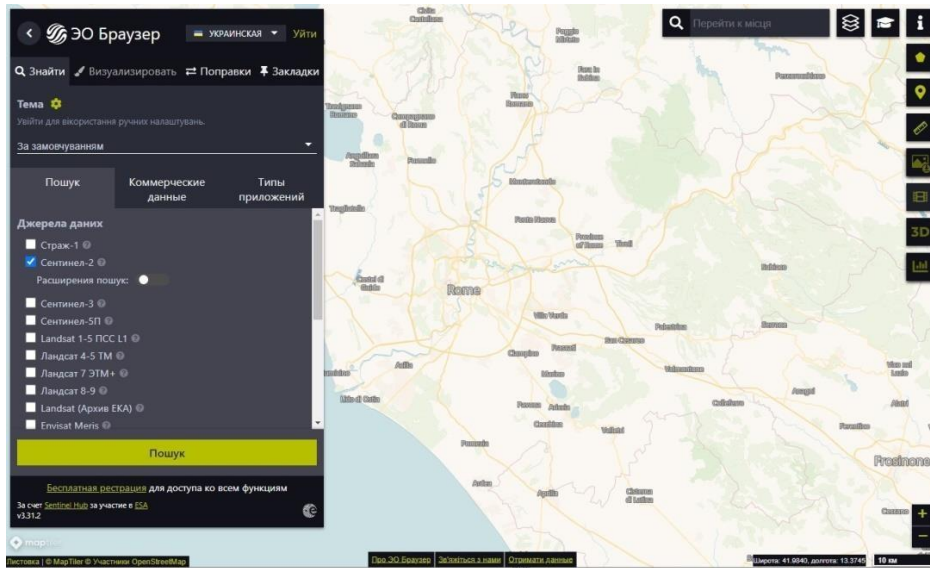



Рис. 4. Початкове вікно хмарної платформи EO Browser

Зареєструйтеся на порталі за допомогою функції *Безкоштовна реєстрація*. Заповніть усі розділи форми реєстрації (рис. 5) і в листі, що надійде на електронну скриньку, підтвердьте реєстрацію на сайті. Майте на увазі, що лист може надійти у спам.

Зайдіть на сайт платформи за своїм персональним логіном та паролем.

2.2. Пошук супутникових знімків території вивчення

У рядку пошуку території введіть географічну назву об'єкта пошуку і натисніть на лупу  (рис. 6).

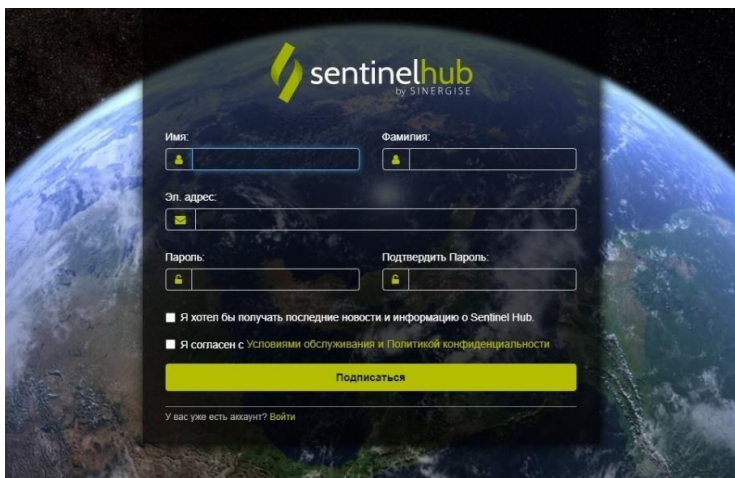


Рис. 5. Вікно реєстрації порталу EO Browser

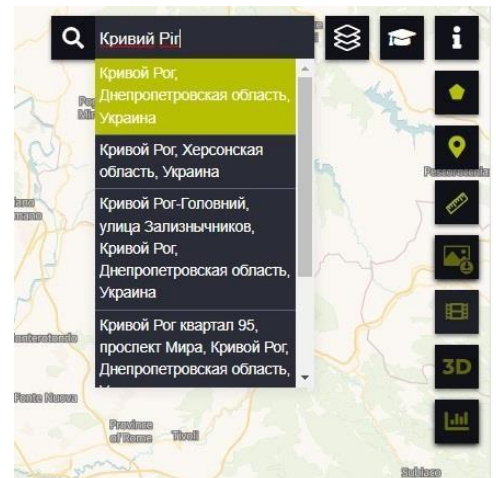


Рис.6. Пошук території на платформі EO Browser

На панелі інструментів для визначення параметрів зйомки^o в розділі *Джерела даних* виберіть супутник **Сентинел-2** (рис. 7). Натисніть знак питання біля назви супутника та вивчіть його характеристику.

Включить *Розширений пошук*, установіть *Макс. хмарність* 10% і встановіть рівень яскравості *L1C* (див. рис. 7).

На панелі *Часовий проміжок* установіть часовий інтервал пошуку знімків. Дату потрібно обирати в календарі порталу (рис. 8).

Натисніть *Пошук*.

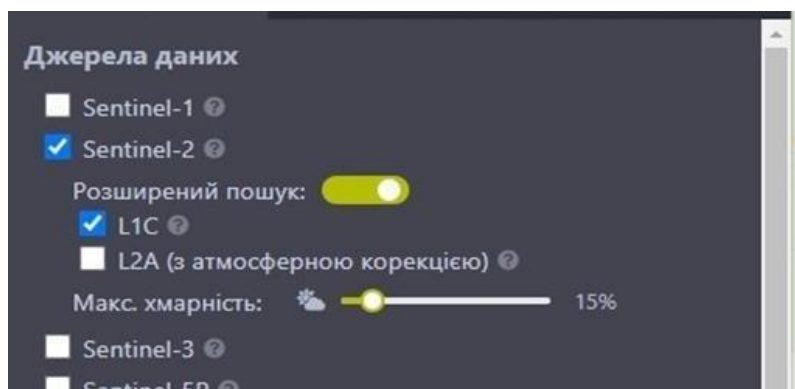


Рис. 7. Вибір супутників на панелі *Джерела даних* в порталі *EO Browser*

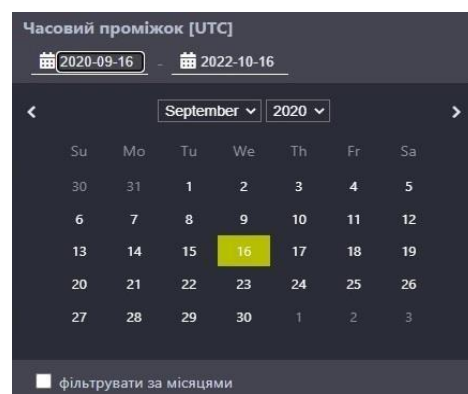


Рис. 8. Вибір часового інтервалу пошуку знімків

У результаті завантажиться перелік наявних у каталозі знімків за визначеними критеріями, які можна переглянути в закладці *Знайти* (рис. 9).

Перегляньте знімки, гортаючи їх перелік на лівій панелі інструментів, оберіть потрібний і натисніть кнопку *Візуалізувати* для його відображення в робочому вікні *EO Browser*.

Обраний знімок відобразиться в робочому вікні (рис. 10), а на лівій панелі відкриється меню для налаштування відображення знімка *Візуалізувати*. За замовчуванням знімок відображається в *True color*.



Рис. 9. Перелік знімків за визначеними критеріями

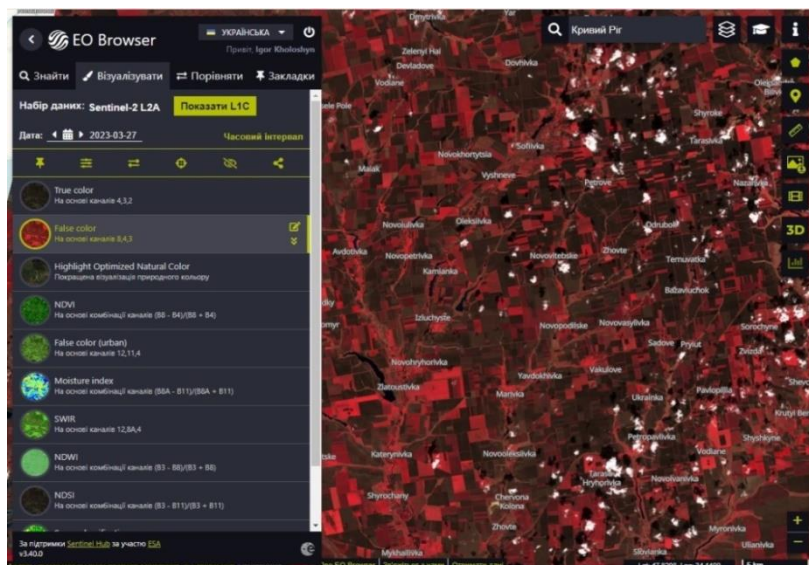


Рис. 10. Робоче вікно порталі *EO Browser* з вибраного знімка

2.3. Знайомство з функціоналом порталу EO Browser

Використовуючи отриманий знімок, ознайомтеся з головними функціями порталу EO Browser. Так, на панелі зліва, у вкладці *Візуалізувати* можна вибрати різні попередньо налаштовані або стандартні користувацькі комбінації спектральних каналів для перегляду даних щодо вибраного супутникового знімка.

Деякі з поширених варіантів:

True color (природні кольори) – візуальна інтерпретація поверхні Землі у видимому діапазоні.

False color (штучні кольори) – композит штучних кольорів, що складається з ближнього інфрачервоного, червоного та зеленого каналів.

HONC (покращена візуалізація природного кольору) – відображення Землі в оптимізованих природних кольорах.

NDVI (нормалізований диференціальний вегетаційний індекс) – ефективний показник на основі комбінації каналів $(B8 - B4) / (B8 + B4)$ для кількісної оцінки зеленої біомаси.

False color (штучний колір) – композит на основі каналів 12, 11, 4, використовується для точнішого представлення урбанізованих територій.

Moisture index (індекс вологості) – індекс, що відображає вміст вологи, на основі каналів $(B8A - B11) / (B8A + B11)$.

SWIR (короткохвильовий інфрачервоний індекс) – композит короткохвильового інфрачервоного діапазону на основі каналів 12, 8A, 4 дає можливість оцінити вміст води в рослинах та ґрунті.

NDWI (нормалізований диференційний водний індекс) – індекс води на основі комбінації каналів $(B3 - B8) / (B3 + B8)$, використовується для картографування водних об'єктів.

NDSI (нормалізований диференційний індекс снігу) – індекс снігу на основі комбінації каналів $(B3 - B11) / (B3 + B11)$ для розрізнення хмарного та снігового покриву.

За допомогою стрілки, розташованої біля кожної з комбінацій спектральних каналів, перегляньте опис їх використання.

Для більшості джерел даних доступна опція *Індивідуальні налаштування*. Кликніть на ньому, щоб обрати власні комбінації діапазонів, комбінації індексів або напишіть власний скрипт класифікації для візуалізації даних (рис. 11).

Окрім візуалізацій, на цій панелі є додаткові інструменти. Але їх доступність залежить від джерела даних. Наприклад, за допомогою функції *Додати до Закладок* можна зберегти знімок для подальшого використання, натиснувши значок *Закладки*. За допомогою функції *Показати візуалізацію* можна застосувати різні ефекти, такі як контраст (підсилення) і яскравість

(гама), натиснувши на відповідний повзунок.

Додаткові можливості функціоналу програми відкриваються за допомогою панелі справа (рис. 12):







- за допомогою інструмента *Шари*  можна вибрати базовий шар і накладення (дороги, межі, мітки), які відобразатимуться на карті;
- використовуйте функцію *Створити область інтересу* , щоб накреслити прямокутну або багатокутну область інтересу;
- використовуйте інструмент *Позначити об'єкт дослідження* , щоб позначити точку на карті;
- за допомогою інструмента *Виміряти*  можна вимірювати відстані і площі на карті.
- використовуйте функцію *Завантажити зображення*  для збереження знімків у різних форматах;
- за допомогою інструмента *Створити покадрову анімацію*  можна створити покадрову анімацію візуалізованого шару.




Рис. 11. Вибір індивідуальних налаштувань комбінації спектральних діапазонів




Рис. 12. Панель додаткових інструментів порталу EO Browser

Самостійно ознайомтесь із можливостями використання головного функціоналу програми.

2.4. Збереження знімків.

Для того, щоб мати швидкий доступ до обраного знімка, потрібно натиснути на значок *Додати до закладок*  на панелі інструментів з лівої частини екрана, і він з'явиться в переліку визначених знімків у вкладці *Закладки* (рис. 13).

Для збереження знімка треба клацнути *Завантажити зображення*  на панелі інструментів праворуч. Після чого відкриється вікно збереження знімків (рис. 14).

Для збереження знімка з географічною прив'язкою слід перейти на іншу вкладку у вікні збереження *Аналітичні*, потім змінити *Формат зображення* на *TIFF (16-bit)*, *Система координат* на *Web Mercator (EPSG:3857)*, а також вибрати варіант візуалізації – *Необроблені*, що дає змогу зберегти окремо вибрані канали супутникового знімка.

Збережіть усі необроблені знімки з географічною прив'язкою об'єкта досліджень.

На останній у цьому вікні вкладці *Високоякісний друк*, можна зберегти знімок для високоякісного друку.

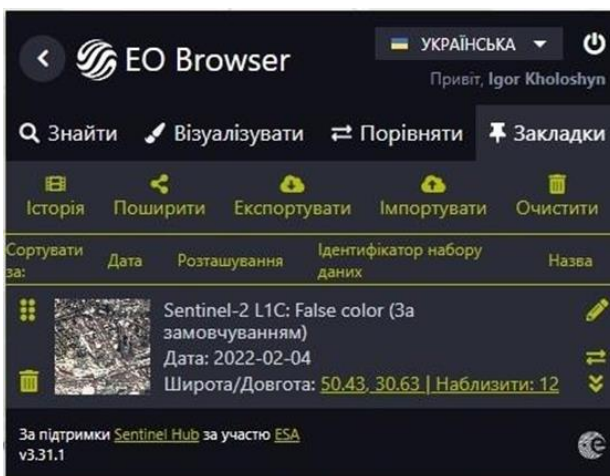


Рис. 13. Вікно функції **Закладки** платформи *EO Browser*

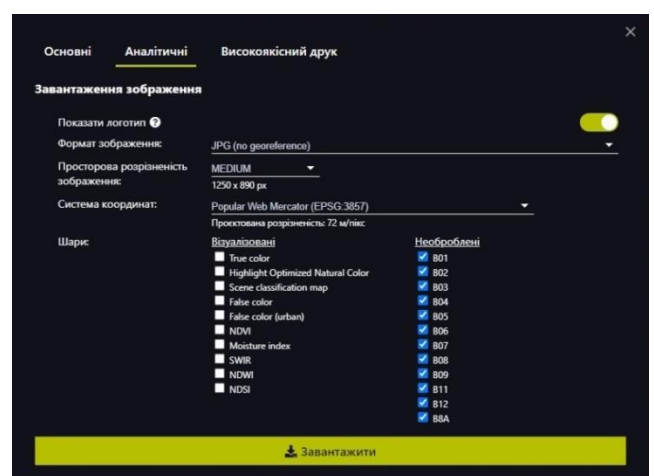


Рис. 14. Вікно збереження знімків у програмі *EO Browser*

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Охарактеризуйте роль даних у створенні ГІС-проектів.
- 3.2. Опишіть просторовий тип даних.
- 3.3. Опишіть атрибутивний тип даних.
- 3.4. У чому різниця між первинними та вторинними даними.
- 3.5. Охарактеризуйте джерела відкритих даних для створення ГІС-проектів.
- 3.6. Дайте загальний опис функціоналу хмарної платформи *EO Browser*.
- 3.7. Охарактеризуйте супутникові знімки як складову інформаційного забезпечення ГІС.
- 3.8. За якими критеріями забезпечується вибір супутникових знімків у хмарній платформі *EO Browser*?
- 3.9. Опишіть порядок дій, пов'язаних із пошуком знімків за вимогами в хмарній платформі *EO Browser*.

4. Блок самоосвіти

4.1. Джерела відкритих просторових даних

Назва ресурсу	Загальна характеристика ресурсу	Посилання на ресурс
Глобальні бази		
OpenStreetMap	Веб-картографічний проєкт із детальною вільною та безкоштовною географічною картою світу	https://www.openstreetmap.org/
Natural Earth	Доступні для скачування картографічні набори з покриттям усієї планети тощо	http://www.naturalearthdata.com/
Global Administrative Areas	Картографічна база адміністративного поділу як на весь світ, так і для окремих країн	http://gadm.org/home
WorldClim	База глобальних даних про погоду та клімат для картографування й просторового моделювання	https://www.worldclim.org/
EarthStat	Сервіс з геоданими про сільськогосподарські угіддя, типи посівів тощо	http://www.earthstat.org/
EO Browser	Хмарний георесурс супутникових знімків середньої і низької роздільної здатності з картографічною прив'язкою	https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser
Esri Open Data Hub	База даних, у якій зберігається понад 250 000 відкритих даних різних компаній та організацій зі всього світу	https://hub.arcgis.com/search
USGS	Джерело даних рельєфу Землі (SRTM)	http://earthexplorer.usgs.gov/
Open Topography	Open Topography зібрав 300 картографічних наборів даних високої роздільної здатності Америки, Європи та Азії	https://opentopography.org/
Україна		
GISFile	Кадастрова карта України з додатковою геопросторовою інформацією про рельєф та ґрунти	http://gisfile.com/
Mapgroup	SRTM-дані для території України й областей	https://mapgroup.com.ua/services/srtm-ukrainy

4.2. Джерела відкритих атрибутивних даних

Назва ресурсу	Загальна характеристика ресурсу	Посилання на ресурс
Глобальні бази		
GeoNetwork	Портал із різноманітними агрегованими геоданими для країн світу	http://www.fao.org/geonet/work/srv/en/main.home
International Monetary Fund	База відкритих даних МВФ макроекономічних та фінансових показників 189 країн світу	http://data.imf.org/?sk=388DFA60-1D26-4ADE-B505-A05A558D9A42&sid=1469115547122&ss=1469115547122
Peace Research Institute Oslo	База містить дані про збройні конфлікти у світі та дані щодо торгівлі зброєю, розташування джерел конфліктів	https://www.prio.org/Data/
Eurostat	База статистичних даних з економіки, демографії, промисловості, торгівлі тощо	http://ec.europa.eu/eurostat/data/database
FAO	Статистичні дані у сфері світового продовольства	https://www.fao.org/statistics/
WHO	Статистичні дані у сфері охорони здоров'я	http://www.who.int
NASA (SEDAC)	База центру соціально-економічних даних і додатків NASA містить соціально-економічні дані: сільське господарство, клімат, здоров'я тощо	http://sedac.ciesin.columbia.edu/
Terra Populus	Об'єднує дані перепису з понад 160 країн світу й охоплює до шести десятиліть для рівня домогосподарств і сукупних даних для більш ніж 80 країн	https://terra.ipums.org/
Україна		
Укрстат	Статистична інформація на сайті Державної служби статистики України	https://www.ukrstat.gov.ua/
CGO	База з геоданими про гідрологію, кліматологію, метеорологію та радіоекологію в Україні	http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/

Практична робота 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ДАНИХ В ГІС. ВЕКТОРНІ ДАНІ. ЗНАЙОМСТВО З ІНТЕРФЕЙСОМ ПРОГРАМИ QGIS

Мета роботи: отримати уявлення про основи інтерфейсу користувача *QGIS* та ознайомитися з організацією даних у програмі.

1. Теоретичний блок

Особливістю зберігання інформації в ГІС є те, що вона організовується у вигляді шарів, які можна назвати тематичними. Кожен шар складається з даних за певною темою. Наприклад, під час вивчення певної території один шар карти може містити дані про дороги, інший – про будівлі та споруди, окремий – про рослинність тощо (рис. 15).



Рис. 15. Шарова структура зберігання інформації в ГІС

Шари також є не лише фундаментальною одиницею для тематичних даних, але й для різномасштабної інформації, що дає змогу оптимально розділяти й організовувати географічну інформацію. Концепція шару як фундаментальної одиниці географічної інформації в ГІС має велике значення, оскільки вона є базовою структурою для більшості операцій.

Двома основними моделями представлення даних у ГІС є растрова і векторна моделі. Шари, що використовують ці моделі, зазвичай відомі як *растрові шари* та *векторні шари*.

У *векторній* моделі даних кожен об'єкт може бути описаний одним або кількома геометричними примітивами й атрибутами. Разом вони можуть представляти більшість природних і соціальних феноменів. Опис місця розташування об'єктів здійснюється шляхом зазначення координат об'єктів і їх складників.

Усі об'єкти реального світу у векторній моделі відображаються за допомогою примітивних графічних об'єктів: точок, ліній та полігонів (рис. 16). Чим складнішою є картина реального світу, тим більше графічних об'єктів використовується.

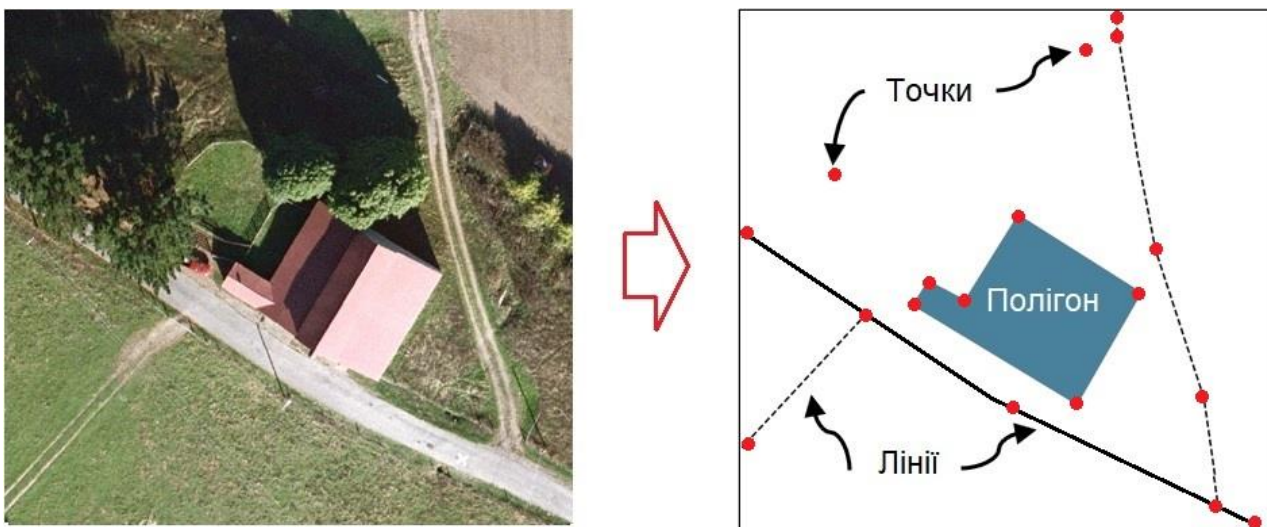


Рис. 16. Відображення даних реального світу за допомогою графічних об'єктів (точок, ліній і полігонів) у ГІС

Точки – це об'єкти, кожен із яких розташований тільки в одній точці простору і представлений парою координат X , Y . Точки зазвичай використовуються для моделювання окремих дискретних об'єктів, таких як будівлі, колодязі, опори ліній електропередач, місця вибірки тощо. Точки мають лише властивість розташування. Інші типи точкових об'єктів включають вузол і вершину. Зокрема, точка – це окремий об'єкт, а вузол – це топологічна сполука, що представляє загальну пару координат X , Y між лініями, що перетинаються. Вершини визначаються як вигин уздовж лінійного чи полігонального об'єкта, що не є перетином ліній чи полігонів.

Лінії – це одновимірні об'єкти, які складаються з кількох з'єднаних точок. Лінії використовуються для представлення лінійних об'єктів, таких як дороги, струмки, розломи, межі тощо. Лінії мають властивість довжини. Лінії, які безпосередньо з'єднують два вузли, іноді називають ланцюжками, ребрами, сегментами чи дугами.

Полігони – це двовірні об'єкти, створені кількома лініями, які зациклюються, щоб створити «замкнутий» об'єкт. У разі багатокутників перша пара координат (точка) на першому відрізку прямої збігається з останньою парою координат на останньому відрізку прямої. Полігони використовуються для представлення таких об'єктів, як межі міст, геологічні утворення, озера, рослинні угруповання тощо. Багатокутники мають властивості площі і периметра. Багатокутники також називають областями.

Векторні дані зберігають як геометричне положення об'єктів, так і пов'язану з ними атрибутивну інформацію. Наприклад, шар «Озера» має атрибутивну таблицю, у якій, для кожного географічного об'єкта цього шару – озера, можуть бути описані такі характеристики, як назва, максимальна та середня глибини, кількість видів риби, що мешкають в озері і т. ін. Зв'язок між атрибутивною та просторовою інформацією про об'єкт здійснюється за допомогою унікального *ідентифікатора* (id). Він зберігається у спеціальному полі атрибутивної таблиці (рис. 17).

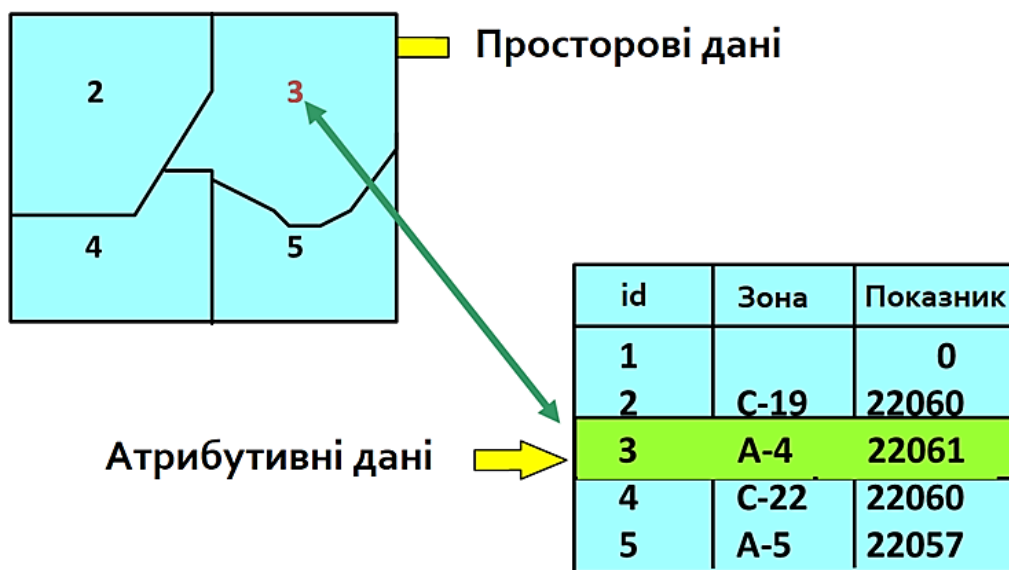


Рис. 17. Взаємозв'язок між просторовими та атрибутивними даними в ГІС

Взаємозв'язок між просторовими даними і таблицями атрибутів автоматичний, тому під час вибору об'єкта (або об'єктів) на картографічному зображенні, в атрибутивній таблиці шару буде вибрано рядок (або рядки), що описує(-ють) цей об'єкт. І, навпаки – при виборі запису в таблиці на карті буде позначено об'єкт, що описується цим рядком. Цей же зв'язок відбивається і на будь-яких інших операціях з даними в ГІС.


2. Практичний блок

2.1. Інсталяція QGIS

Для установки програми на комп'ютер треба зайти за посиланням на офіційну сторінку програмного забезпечення:

<https://www.qgis.org/uk/site/forusers/download.html>.

На цьому сайті можна вибрати різноманітні версії програми для завантаження, а також ознайомитися з детальною інструкцією її установки (починаючи з версії 3.20, програма використовується тільки з 64-розрядною системою Windows). Установлюємо українську мову та вибираємо потрібний пакет (наприклад, пакет для Windows) і завантажуюмо його. Запускаємо після

завантаження інсталяційний файл і дотримуємося всіх інструкцій. По завершенню установки програми з'явиться вікно *Completing the Quantum GIS...* Натискаємо кнопку *Finish*. Ярлик Quantum GIS  з'явиться на робочому столі комп'ютера, а назва програми – у списку програм у меню *Пуск*.

Знайомство з інтерфейсом програми QGIS

Відкрийте *QGIS*, для цього клікніть на ярлику програми. Відкриється вікно програми *Quantum GIS*.

Зайдіть на сайт *Natural Earth* (загальнодоступний набір картографічних даних) за посиланням:

<https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-cultural-vectors/>.

Завантажте із сайту два пакети файлів: *Admin 0 – Countries* (векторизовані кордони 258 країн світу) та *Populated Places* (векторизовані місця розташування найбільших міст світу). Розархівуйте їх і перемістіть за допомогою мишки файли в ліву частину вікна програми (*список шарів*). У списку шарів з'явиться два рядки з їх назвою, а в діалоговому вікні карти візуалізується зображення карти світу. Шар *ne_10m_populated_places* повинен бути розташований у списку вище шару *ne_10m_admin_0_countries*. Це забезпечує візуалізацію позначень міст зверху на зображенні кордонів країн.

Ознайомтеся з призначенням головних компонентів інтерфейсу.

Зокрема, у вікні програми виділіть (рис. 18):

1. Головне меню
2. Панель інструментів
3. Список шарів
4. Область карти
5. Рядок стану.

Головне меню надає доступ до всіх можливостей *QGIS* у вигляді стандартного ієрархічного меню. Незважаючи на те, що більшості пунктів меню відповідає свій інструмент, і навпаки, – меню і панелі інструментів організовані по різному. Панель інструментів, у якій знаходиться інструмент, відображена після кожного пункту меню у вигляді прапорця.

Панель інструментів забезпечує доступ до більшості одних і тих же функцій, що й меню, а також містить додаткові інструменти для роботи з картою. Для кожного пункту панелі інструментів також доступна спливаюча підказка. Для її отримання затримайте мишу над пунктом панелі інструментів. Кожну панель інструментів можна переміщати залежно від ваших потреб. Окрім того, кожна панель інструментів можна приховати за допомогою контекстного меню, яке викликається кліканням правою кнопкою миші на відповідній панелі.

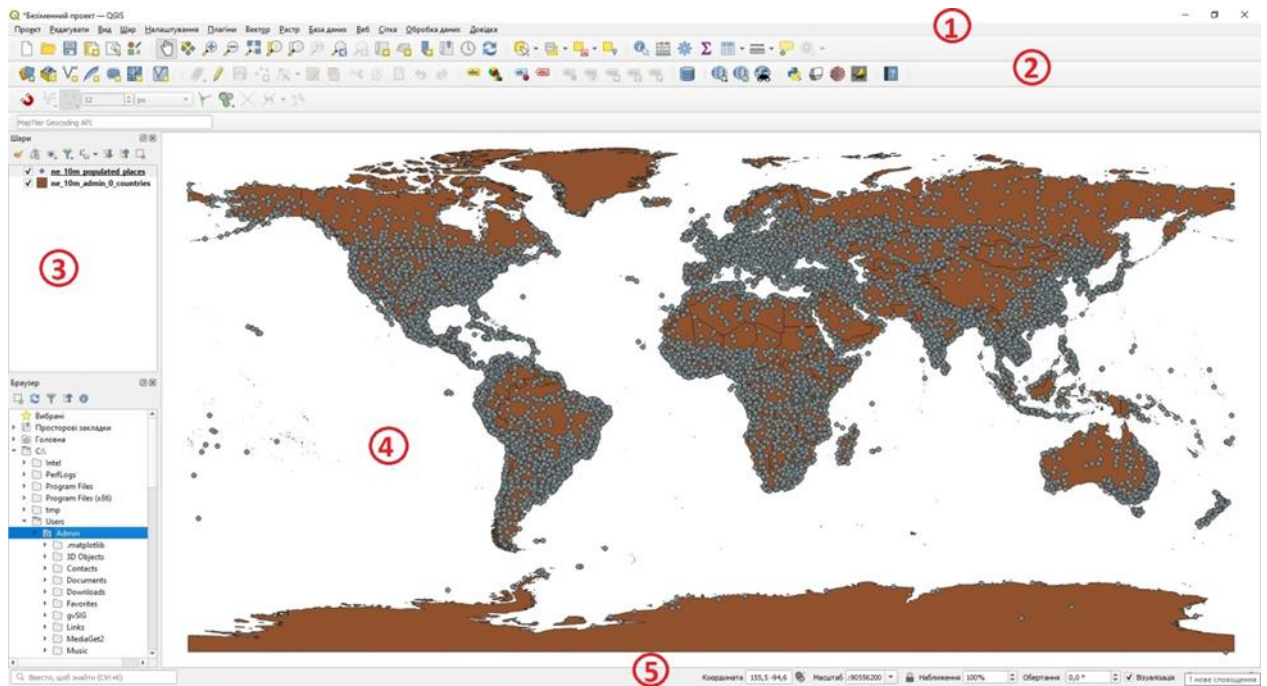


Рис. 18. Інтерфейс програми QGIS

Область **Список шарів** містить список всіх шарів проєкту. Прапорець у кожного елемента легенди використовується для демонстрації чи приховування шару. Наведення курсору на шар дає можливість отримати основну інформацію: назву шару, тип геометрії, систему координат і повний шлях розташування на вашому пристрої.

Виділений шар можна перетягувати вище або нижче інших шарів, змінюючи їх порядок розташування. Порядок розташування шарів означає, що шари знаходяться ближче до верхньої частини легенди, відображеної у вікні карти над шарами, перерахованими в легенді нижче. Шари можна об'єднувати в групи наведеними нижче способами.

Помістіть курсор миші у вікні легенди карти, натисніть праву кнопку миші і виберіть пункт *Додати групу*. Уведіть ім'я групи та натисніть *Enter*. Тепер можна виділити шар і перемістити його на значок групи.

Прибрати шар з групи можна перемістивши його з групи на вільне місце в області легенди. Прапорець біля імені групи дає змогу переключати видимість усіх шарів у групі однією дією.

Область карти – це найбільш важлива частина QGIS, у якій відображаються карти. Карта, що відображається в області, залежить від того, які векторні і растрові шари завантажені в QGIS. Дані у вікні карти можна панорамувати (прокручувати, зміщувати фокус відображення карти на іншу область) і масштабувати (збільшувати або зменшувати). Також із картою можна виконувати багато інших операцій, перерахованих вище в описах меню і панелях інструментів. Область карти і легенда тісно пов'язані одне з одним – карта відображає зміни, що вносяться в легенді.

Для збільшення чи зменшення масштабу карти можна користуватися

колесом миші. Помістіть курсор миші всередині області карти і обертайте колесо вперед (від себе) для збільшення масштабу (наближення) і назад для зменшення масштабу (видалення). Масштабування проводиться щодо центру, яким є положення курсору миші.

Для панорамування (прокрутки) карти можна користуватися клавішами управління курсором (клавіші зі стрілками). Помістіть курсор миші всередині області карти, натисніть клавішу вправо для панорамування на схід, вліво – для панорамування на захід, вгору – для панорамування на північ і вниз – для панорамування на південь. Також можна панорамувати карту використовуючи клавішу пробіл: наведіть курсор мишею, утримуючи клавішу «пробіл».


Рядок стану відображає поточну позицію в координатах карти (наприклад, у метрах або десяткових градусах) курсору миші під час його переміщення у вікні карти. Зліва від відображуваних координат у рядку стану, знаходиться маленька кнопка, яка дає змогу перемикатися між відображенням координат позиції курсору і координат меж виведення карти під час масштабування і панорамування.

Поряд з полем відображення координат курсору відображено масштаб карти. Під час масштабування це значення змінюється автоматично. Масштаб можна вибирати зі списку попередньо встановлених значень від 1 : 500 до 1 : 1000000. Індикатор виконання в рядку стану демонструє процес відображення кожного шару у вікні карти. Останнім праворуч у рядку стану знаходиться код *EPSG* поточної системи координат.

2.2. Створення проєкту у QGIS

Файл, створений у QGIS, називають *проєктом*. Під назвою проєкту записують геометричну інформацію і належні до цього дані. Файли проєкту мають розширення *.qgs*. Для проєкту необхідно створити окрему папку, а для його збереження виконуємо: *Проєкт* ▶ *Зберегти як ...* ▶ Вказуємо адресу папки та назву проєкту ▶ *Зберегти*.

Share-файли, завантажені після відкриття програми, містять декілька різновидів файлів різних форматів (топографічний формат, атрибутивна інформація, індексний файл).

Отже, кожна точка з позначенням міста на карті share-файлу *Populated Places* має пов'язані атрибути зі статичною інформацією. Для її перегляду знайдіть і натисніть кнопку *Визначити об'єкти*  на панелі інструментів.

Виберіть курсором у вигляді стрілки будь-яку точку позначення міста на екрані і натисніть на ліву кнопку миші. Пов'язані атрибути цієї точки (червоний колір) відобразатимуться на новій панелі справа *Результати ідентифікації* (рис. 19).

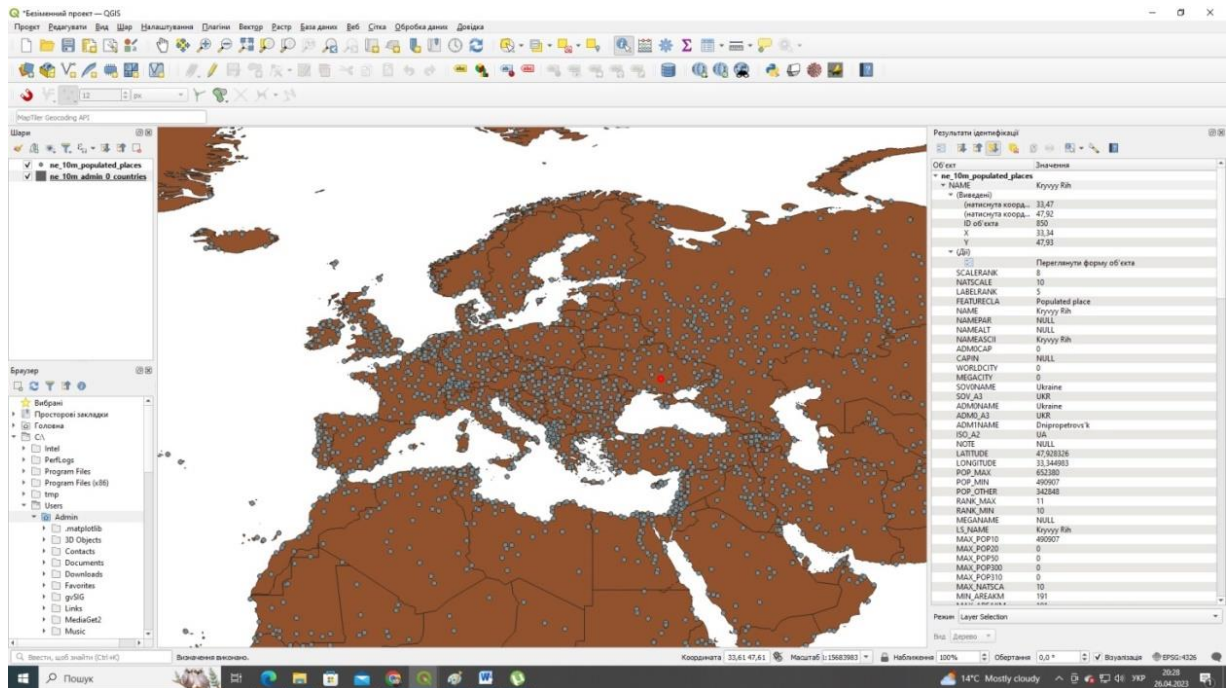



Рис. 19. Вікно QGIS з відкритою панеллю Результати ідентифікації.

Серед атрибутів – назва міста, країна, регіон, координати, чисельність населення тощо. По закінченню вивчення атрибутів різних точок натисніть кнопку *Закрити*.

Для перегляду таблиці атрибутів натисніть на кнопку  *Відкрити таблицю атрибутів* (рис. 20). Знайдіть стовпець *pop_max*. Це поле містить чисельність населення відповідного міста. Якщо двічі клацнути на заголовку поля, можна відсортувати стовпець за спаданням показників чисельності населення міст.


ne_10m_populated_places_simple — ne_10m_populated_places_simple.shp — Features Total: 7343, Filtered: 7343, Selected: 0

scalerank	natscale	labelrank	featurecla	name	namepar	namealt	diffascii	nameascii	adm0cap
1	10	1	8 Admin-1 capital	Colonia del Sac...	NULL	NULL	0	Colonia del Sac...	0
2	10	1	8 Admin-1 capital	Trinidad	NULL	NULL	0	Trinidad	0
3	10	1	8 Admin-1 capital	Fray Bentos	NULL	NULL	0	Fray Bentos	0
4	10	1	8 Admin-1 capital	Canelones	NULL	NULL	0	Canelones	0
5	10	1	8 Admin-1 capital	Florida	NULL	NULL	0	Florida	0
6	10	1	8 Admin-1 capital	Bassar	NULL	NULL	0	Bassar	0
7	10	1	8 Admin-1 capital	Sotouboua	NULL	NULL	0	Sotouboua	0
8	10	1	7 Admin-1 capital	Medenine	NULL	NULL	0	Medenine	0
9	10	1	7 Admin-1 capital	Kebili	NULL	NULL	0	Kebili	0
10	10	1	7 Admin-1 capital	Tataouine	NULL	NULL	0	Tataouine	0
11	10	1	7 Admin-1 capital	L'Ariana	NULL	NULL	0	L'Ariana	0
12	10	1	7 Admin-1 capital	Jendouba	NULL	NULL	0	Jendouba	0
13	10	1	7 Admin-1 capital	Kasserine	NULL	NULL	0	Kasserine	0
14	10	1	7 Admin-1 capital	Sdid Bouzid	NULL	NULL	0	Sdid Bouzid	0
15	10	1	7 Admin-1 capital	Siliana	NULL	NULL	0	Siliana	0
16	10	1	7 Admin-1 capital	Mahdia	NULL	NULL	0	Mahdia	0
17	10	1	7 Admin-1 capital	Monastir	NULL	NULL	0	Monastir	0
18	10	1	7 Admin-1 capital	Zaghouan	NULL	NULL	0	Zaghouan	0

Показати всі об'єкти

Рис. 20. Вікно QGIS з відкритою таблицею атрибутів

2.3. Операція вибору.

Для виконання запиту щодо атрибутів клікніть на кнопці *Вибрати об'єкти*, використовуючи вираз  .. У вікні *Вибір за виразом* (рис. 21) розгорніть розділ *Поля та значення* і двічі клікніть мітку *pop_max*.

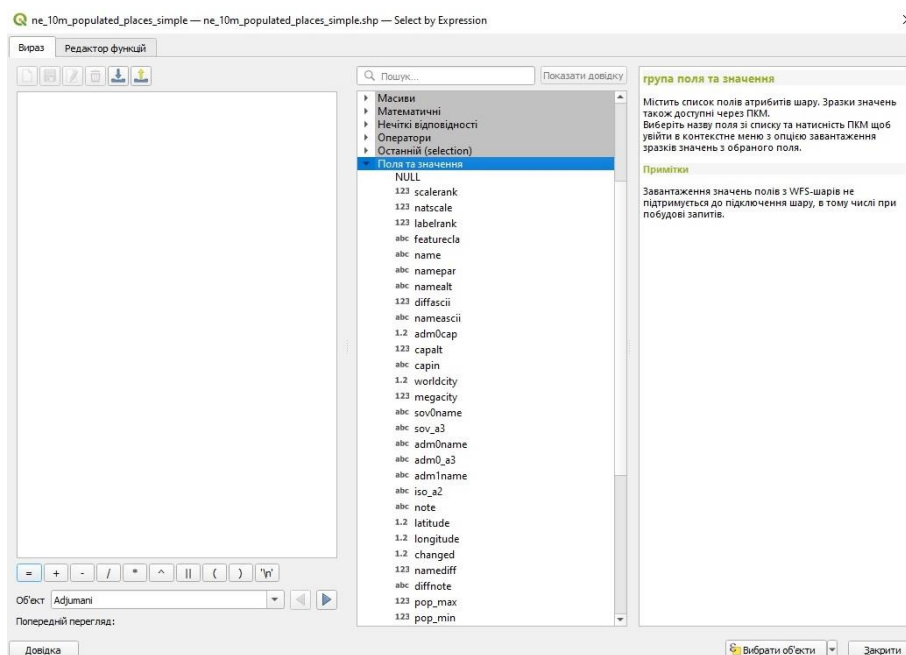


Рис. 21. Вікно **Вибір за виразом** у програмі QGIS

Вираз буде додано до розділу виразів. Для пошуку міст із населенням більше 5 мільйонів слід заповнити за допомогою клавіатури вираз *pop_max > 5 000 000* і натиснути *Вибрати об'єкти* (рис. 22).

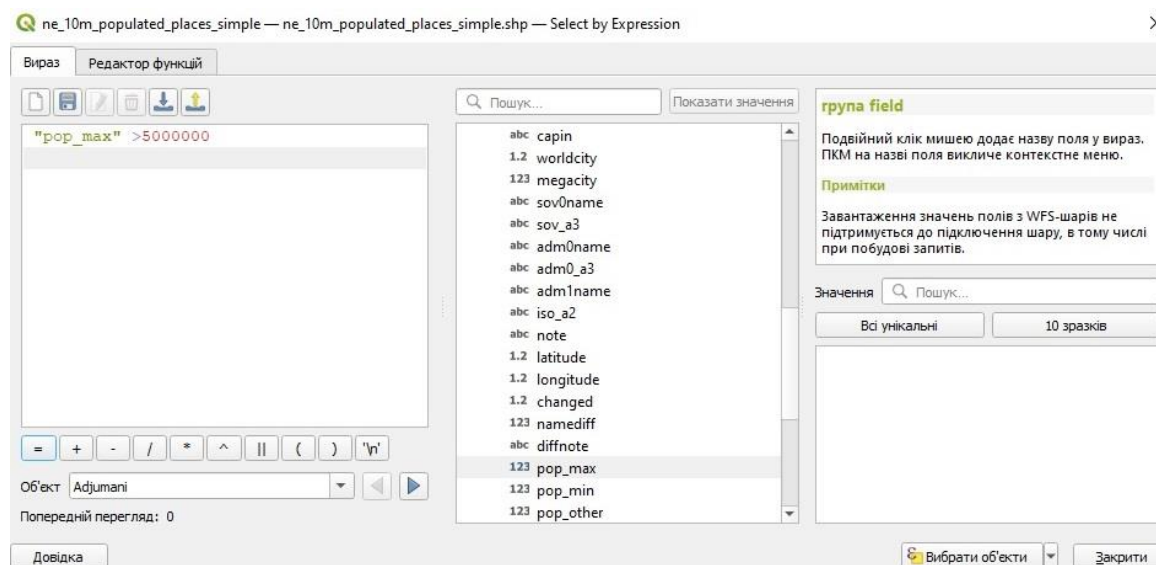


Рис. 22. Вікно **Вибір за виразом** у програмі QGIS

Закрийте вікно таблиці атрибутів і поверніться до головного вікна QGIS. Усі точки міст, що відповідають запиту, будуть позначені жовтим кольором (рис. 23).

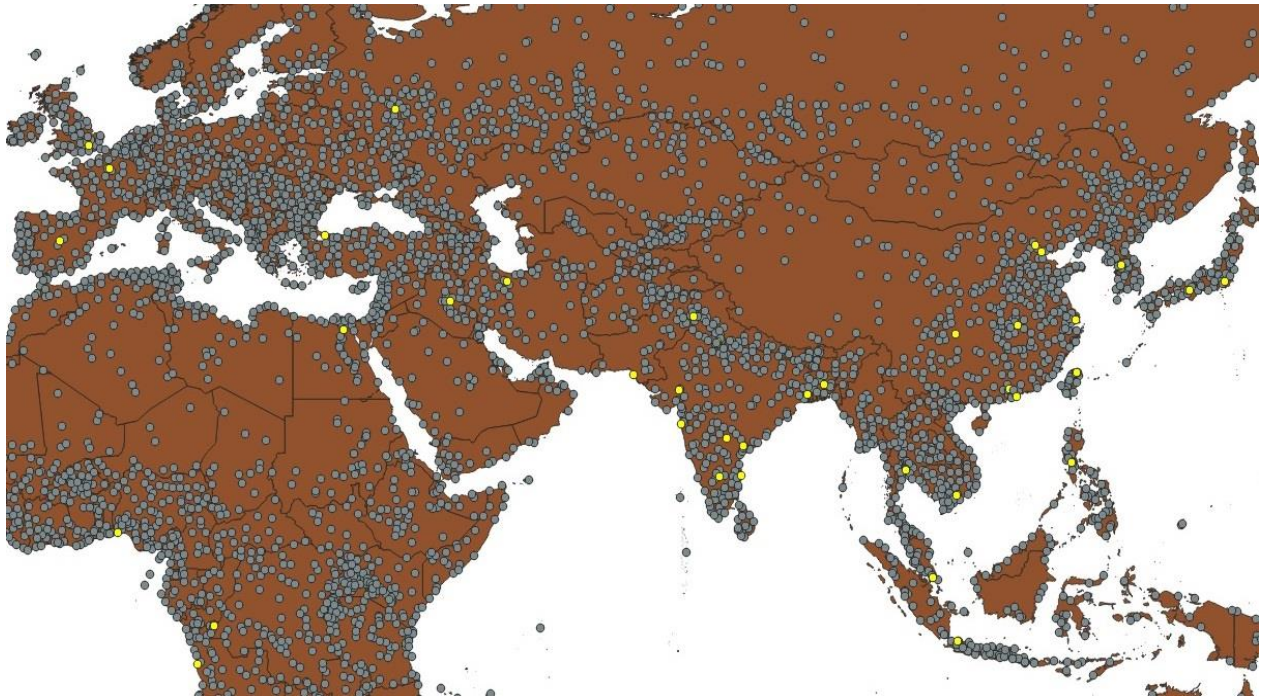


Рис. 23. Вікно QGIS із результатами запиту за значеннями атрибутів

Запити за значенням атрибутів можна робити за кількома функціями. Для прикладу, доповніть попередній запит умовою, що це місто має бути також столицею. Поле, що містить дані про столиці – *adm0cap*. Значення 1 означає, що місто є столицею. Для того, щоб додати цей критерій до попереднього виразу, слід використовувати оператор «and». Введіть вираз «*pop_max*» > 5000000 and «*adm0cap*» = 1 і натисніть *Вибрати об'єкти*, а потім *Закрити*.

У головному вікні QGIS кількість жовтих точок вибірки повинна зменшитися. Це результат другого запиту, який відображає всі міста з набору даних, які є столицями країн, а також мають населення більше 5 мільйонів.

На завершення треба експортувати вибрані дані як новий шар. Кликніть правою кнопкою миші шар *ne_10m_populated_places_simple* і перейдіть до пункту *Export* ▶ *Зберегти об'єкти як...*

У вікні *Зберегти векторний шар як...* (рис. 24) вибираємо будь-який формат. Для цієї вправи оберемо *GeoPackage* – це відкритий формат растрових або векторних геопросторових даних. Введіть назву файлу.

Вхідні дані мають багато стовпців. Можливе експортування лише даних за вибором. Для цього розгорніть розділ *Виберіть поля для експорту та їх параметри експорту*, кликніть *Скасувати усі виділення* та виберіть стовпці *name* та *pop_max*. Натисніть *OK*.

Новий шар *populated_capitals* буде завантажено в QGIS. Можна зняти прапорець з шару *ne_10m_populated_places_simple*, щоб приховати його та переглянути точки з нещодавно експортованого шару.

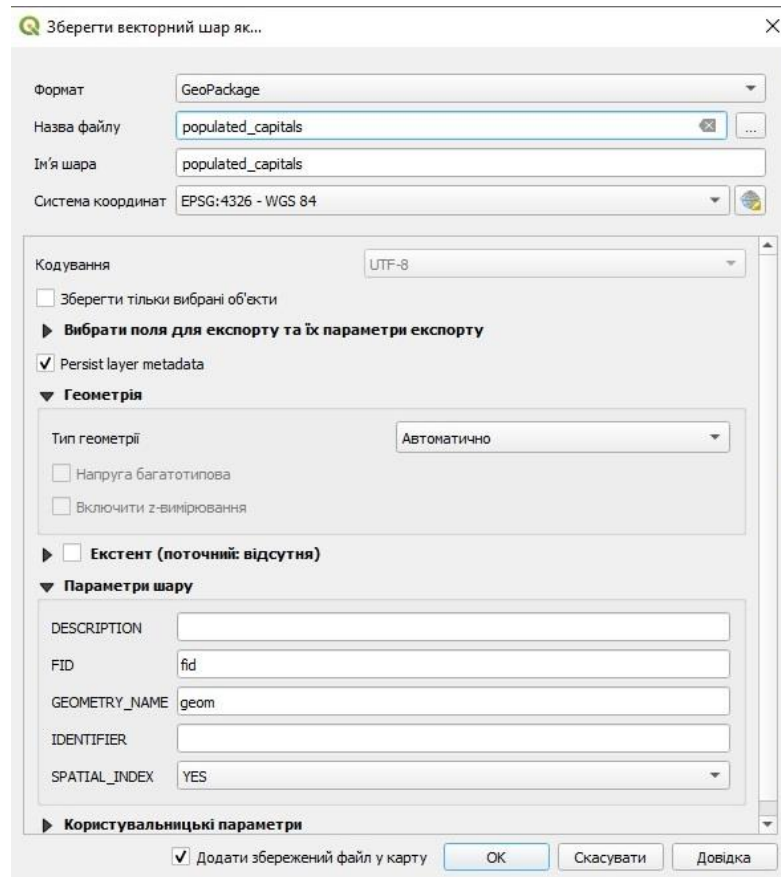


Рис. 24. Вікно Зберегти векторний шар як... програми QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Схарактеризуйте особливості зберігання інформації в ГІС.
- 3.2. У чому полягає сутність векторних моделей географічних об'єктів?
- 3.3. У чому полягають переваги і недоліки векторних моделей даних?
- 3.4. Схарактеризуйте взаємозв'язок між просторовими та атрибутивними даними в ГІС.
- 3.5. Перелічіть основні можливості *Quantum GIS*.
- 3.6. Опишіть порядок робіт із виконання запиту щодо атрибутів у середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Документація QGIS.
URL: https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html
- 4.2. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. 260 с.
- 4.3. Світличний О. О., П'яtkова А. В. Практикум з геоінформатики : навч.-метод. посіб. Одеса: Вид-во ОНУ імені І. І.Мечникова, 2018. 176 с.
- 4.4. QGIS Tutorials and Tips.
URL: https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 3

ОПЕРАЦІЯ КЛАСИФІКАЦІЇ РАСТРОВИХ ДАНИХ. ПОБУДОВА КАРТИ *NDVI* ЗАСОБАМИ QGIS НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ

Мета роботи: формувати вміння класифікувати растрові дані на прикладі супутникових знімків.

1. Теоретичний блок

Растрова модель – це цифрове уявлення просторових об’єктів у вигляді безперервної поверхні сукупності осередків растру (пікселів) із наданими їм значеннями атрибута (рис. 25А). Кожному осередку растрової моделі відповідає однакова за розмірами, але різна за характеристиками ділянка поверхні об’єкта. Розташування кожного осередку визначається рядком і стовпцем матриці, у якому розташовано цей осередок (рис. 25Б).

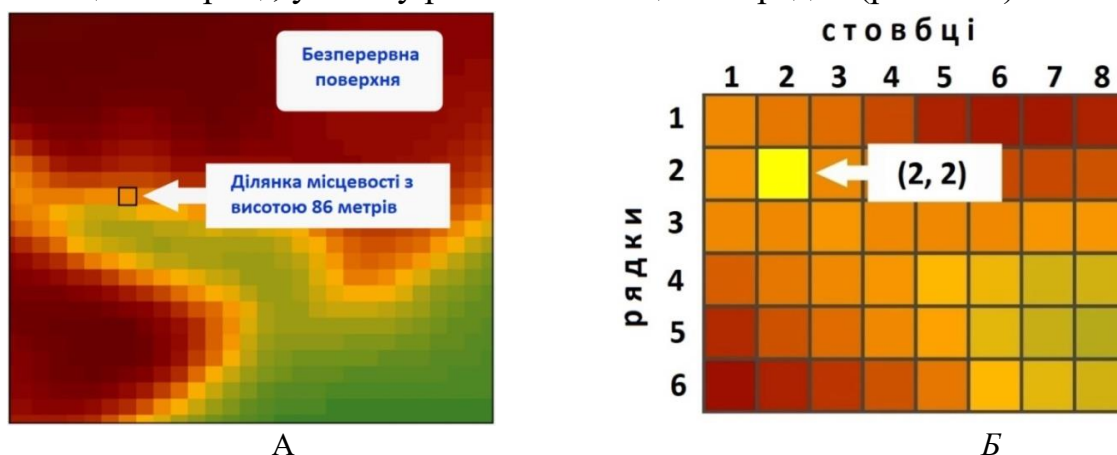


Рис. 25. Растрова модель представлення даних в ГІС

Растри – це аерокосмічні знімки, цифрові фотографії, цифрові моделі рельєфу та скановані паперові карти. У ГІС растрові дані можуть використовуватися як базові карти (фон для векторних шарів), тематичні карти, а також атрибути об’єктів.

Растри використовуються як спосіб представлення точкових, лінійних та полігональних об’єктів (рис. 26А). Кожен растровий шар у ГІС має пікселі фіксованого розміру, які визначають його просторову роздільну здатність – мінімальний лінійний розмір найменшої ділянки простору (поверхні), що відображається одним пікселем. Більш високу роздільну здатність має растр із меншим розміром осередків. Висока роздільна здатність передбачає безліч деталей, безліч осередків, мінімальний розмір осередків (рис. 26Б). Однак із збільшенням числа осередків буде збільшуватися і тривалість процесу, а також об’єм дискового простору, що займає растр. Якщо ж розмір осередку буде занадто великим, може загубитися частина інформації і дрібні об’єкти можуть зникнути із зображення.

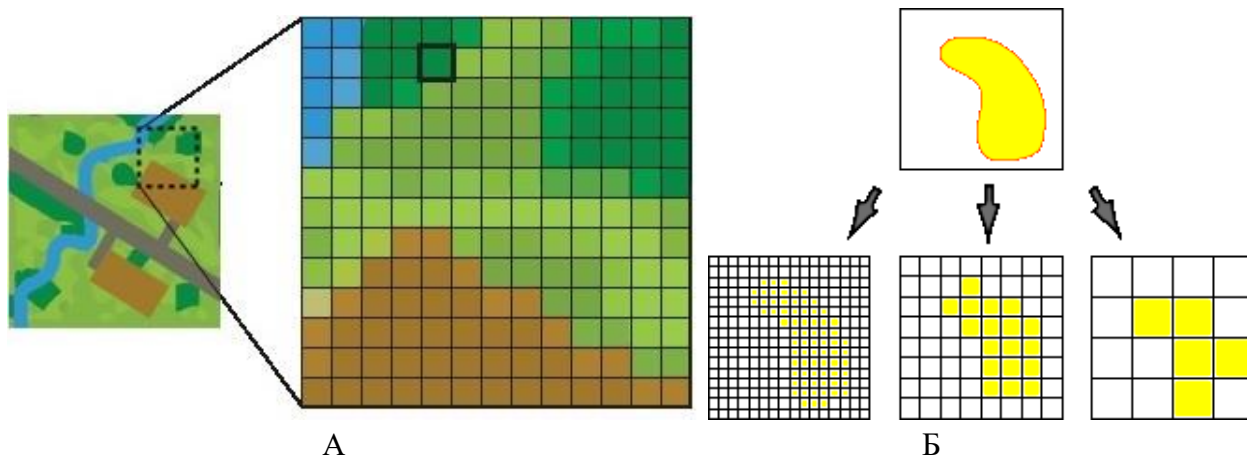


Рис. 26. Візуалізація об'єктів реального світу в растровій моделі даних

Існує багато видів аналізу просторових даних, у яких використовують растрові дані: класифікацію, інтерполяцію, побудову ізоліній, цифрову модель рельєфу, оптимізацію місцезнаходження тощо.

Класифікація растрів – це процес отримання класів інформації з багатоканального растрового зображення. Растр, отриманий у результаті класифікації зображення, можна використовувати при створенні тематичних карт. Особливо ця операція поширена під час дешифрування супутникових знімків. Вона полягає в об'єднанні пікселів растрів зі схожим рівнем яскравості та наданні їм однакових значень, тобто створення кластерів або груп пікселів. Внаслідок кластеризації зображення спрощується, на перетворених знімках контрастно відокремлюються одні природні об'єкти (райони) від інших.

Класифікація растрових даних активно застосовується в сільському та лісовому господарстві для оцінки стану рослин. Одним із прикладів аналізу растрів із використанням операції класифікації супутникових знімків є розрахунок індексу *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*). Це стандартизований вегетаційний індекс, який широко використовується для моніторингу стану посівів, оцінки ризику посух і прогнозування врожайності.

Індекс *NDVI* обраховується за формулою:

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

де *NIR* – відображення в ближній інфрачервоній області спектра;

RED – відображення в червоній області спектра.

Значення індексу *NDVI* змінюються в діапазоні від -1,0 до 1,0 (рис. 27). Негативні значення в основному відповідають хмарам, воді та снігу, а значення, близькі до нуля – схилам скель і відкритому ґрунту. Помірні значення (від 0,2 до 0,3) відповідають чагарникам і лукам, тоді як великі значення (від 0,6 до 0,8) вказують на помірні і тропічні ліси.

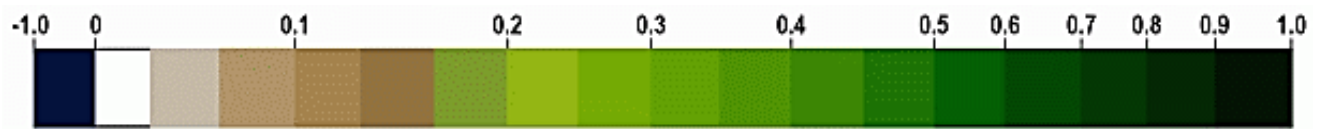


Рис. 27. Дискретна шкала NDVI

2. Практичний блок

2.1. Завантаження супутникового знімка в середовище QGIS

Відкрийте програму QGIS.

У якості даних використаємо супутникові дані *Sentinel-2*, отримані за допомогою *порталу EO Browser* під час виконання відповідної практичної роботи.

Для розрахунку індексу NDVI потрібні червоний і ближній інфрачервоний спектральні канали (**NIR** та **Червоний**).

Канали *Sentinel-2*:

Канал 2 – Синій;

Канал 3 – Зелений;

Канал 4 – Червоний;

Канал 5 – Червоний край рослинності;

Канал 6 – Червоний край рослинності;

Канал 7 – Червоний край рослинності;

Канал 8 – NIR;

Канал 8A – Червоний край рослинності;

Канал 11 – SWIR;

Канал 12 – SWIR

Відповідно, для розрахунку індексу NDVI потрібні канали 4 та 8 супутника *Sentinel-2*.

Завантажте супутникове зображення в середовище QGIS (рис. 28)

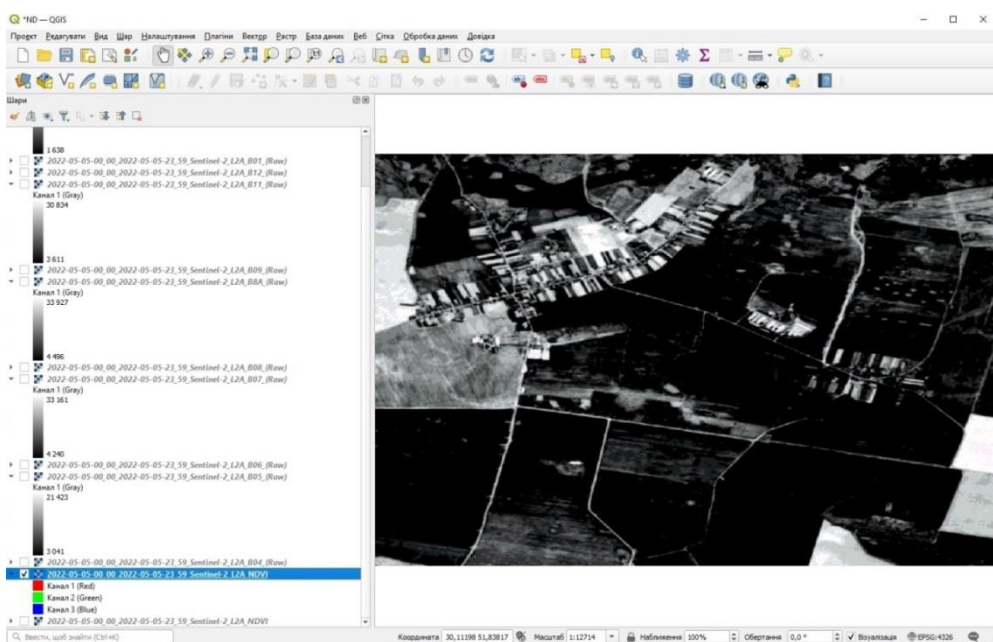


Рис. 28. Супутникова карта в програмі QGIS

2.2. Побудова карти індексу NDVI

На панелі інструментів натисніть *Растр* ▸ *Калькулятор растрів* (рис. 29). На панелі *Діапазон растра* з'явиться перелік знімків усіх каналів, завантажених у програму. Потрібні канали позначені індексами ...B04... – Червоний, ...B08... – NIR.

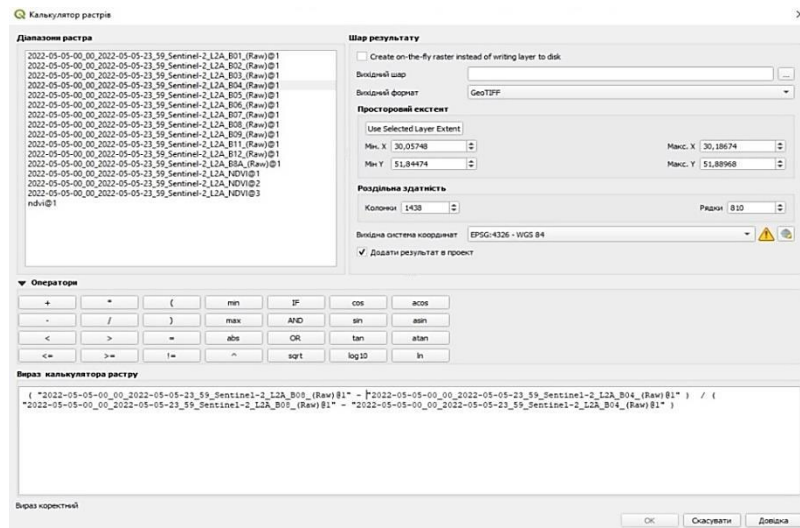


Рис. 29. Вікно Калькулятор растрів програми QGIS

У рядок *Вихідний шар* вводимо адресу збереження файлу. У поле *Вираз калькулятора растру* вводимо формулу NDVI:

(«2022-05-05-00_00_2022-05-05-23_59_Sentinel-2_L2A_B08_(Raw)@1» - «2022-05-05-00_00_2022-05-05-23_59_Sentinel-2_L2A_B04_(Raw)@1») / («2022-05-05-00_00_2022-05-05-23_59_Sentinel-2_L2A_B08_(Raw)@1» + «2022-05-05-00_00_2022-05-05-23_59_Sentinel-2_L2A_B04_(Raw)@1»).

Для копіювання каналу в поле *Вираз калькулятора растру* треба двічі клацнути в рядку з його назвою на панелі *Діапазон растру*. Необхідні арифметичні знаки вводяться з використанням панелі *Оператори*. По завершенню клікніть *OK*.

В *Області карти* програми QGIS з'явиться зображення місцевості в параметрах індексу NDVI (рис. 30).

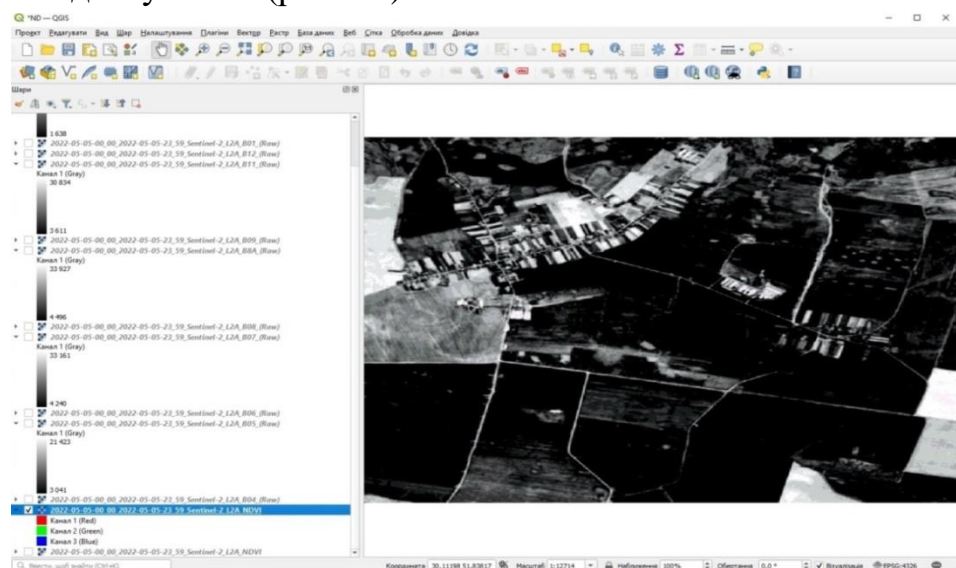


Рис. 30. Відображення знімка місцевості в параметрах індексу NDVI

2.3. Класифікація растру супутникового знімка

Для класифікації растру супутникового знімка і демонстрації індексу *NDVI* в більш зручному форматі натисніть на панелі інструментів *Шар* ▶ *Властивості шару* ▶ *Символіка* (рис. 31).

Задля формування параметрів класифікації растру робимо установки:

Рядок вікна	Установки класифікації
<i>Тип візуалізації</i>	Одноканальний псевдоколір
<i>Канал</i>	Канал 1 (Gray)
<i>Інтерполяція</i>	Дискретний
<i>Гرادієнт</i>	На вибір користувача
<i>Режим</i>	Рівні інтервали
<i>Класи</i>	5

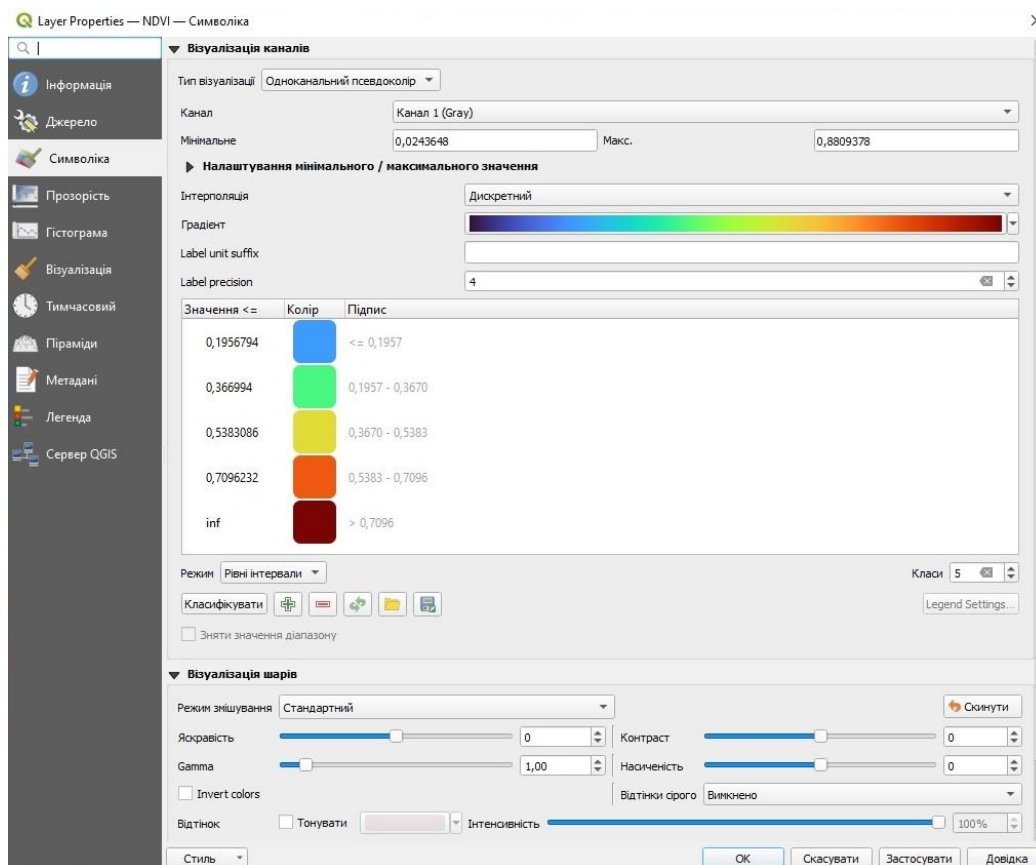


Рис. 31. Вікно **Символіка** програми *QGIS*

За бажанням параметри класифікації можна змінювати.

Кликніть *Класифікувати* і *OK*. В *Області карти* програми *QGIS* з'явиться зображення місцевості в параметрах індексу *NDVI* з визначеними діапазонами класифікації (рис. 32). Зробіть скриншот побудованої карти індексу *NDVI*. Проаналізуйте отриману карту індексу *NDVI* та додайте опис у вигляді текстового документа до карти.

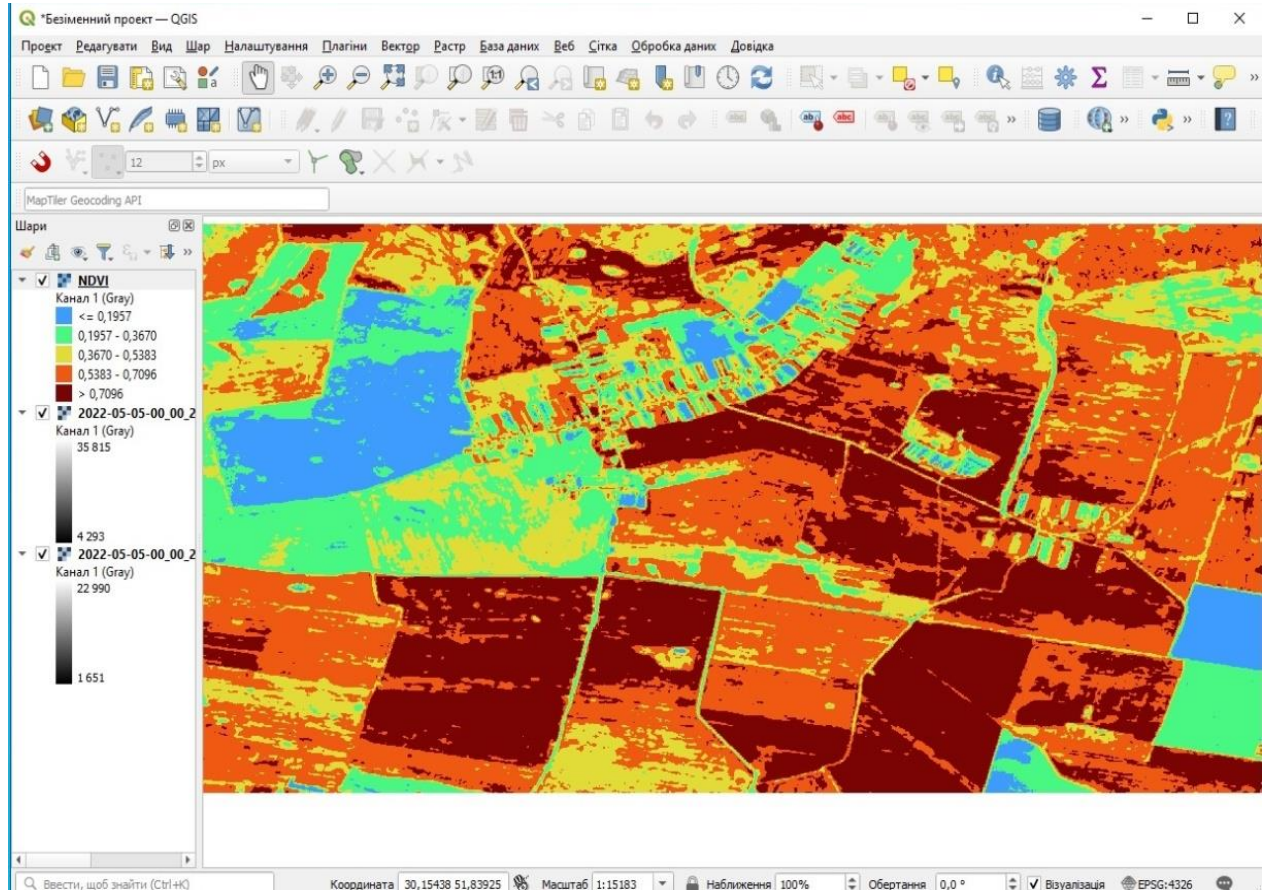


Рис. 32. Карта індексу NDVI району дослідження в програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність растрових моделей географічних об'єктів?
- 3.2. У чому полягають переваги і недоліки растрових моделей?
- 3.3. Чим визначається роздільна здатність растру?
- 3.4. Опишіть сутність аналізу класифікації растрів у середовищі ГІС.
- 3.5. Опишіть сутність індексу NDVI.
- 3.6. Як визначається вегетативний індекс NDVI.
- 3.7. Опишіть порядок робіт із визначення індексу NDVI у середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/ru/docs/user_manual/index.html
- 4.2. Шелестов А. Ю., КуССуль Н. М. Аналіз геопросторових даних. Лабораторний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 47 с.
- 4.3. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2010. 313 с.
- 4.4. QGIS Tutorials and Tips.
URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 4

ЕЛЕМЕНТИ КАРТИ. ПОБУДОВА КАРТИ ЗАСОБАМИ QGIS

Мета роботи: ознайомитися з елементами карти та набути вмінь створювати й готувати до друку електронні карти в середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Форма і зміст карт варіюються залежно від призначення, потреб, ресурсів та інших факторів. Спільним для більшості карт і, зокрема, для цифрових карт ГІС, є те, що вони є графічним поданням реальності.

Інформаційність та ефективність карти багато в чому залежать від її дизайну. Група дослідників корпорації *ESRI* (Buckley) розробила п'ять принципів картографічного дизайну цифрових карт:

1. *Візуальний контраст* визначає, наскільки головні об'єкти карти контрастують з фоном. Контраст візуалізується за допомогою використання кольорів з високою та низькою насиченістю.

2. *Розбірливість* – це здатність бути побаченим в зрозумілим. Розбірливість залежить перш за все від форми й розміру символів і тексту, які використовують при побудові карти.

3. *Організація фону* – це принцип дизайну, який дає змогу виділити елемент картографування від фону.

4. *Ієрархічна організація* дає змогу візуалізувати інформацію на карті залежно від її функціональної значимості. Це виконується за допомогою використання різних за розміром і кольором ліній і тексту, а також різноманітних візуальних ефектів (тіні, буфери тощо).

5. *Баланс* включає в себе організацію інформації на карті. Добре збалансована карта створює враження рівноваги та гармонії. Забезпечується це характером розподілу інформаційного складника на полі карти.

Є кілька ключових елементів, які слід включати при створенні карти. Їх наявність – характерна та обов'язкова риса всіх без винятку карт. Це (рис. 33):

- 1) картографічне зображення;
- 2) легенда;
- 3) додаткові дані;
- 4) назва карти;
- 5) масштабна лінійка;
- 6) вказівник на північ
- 7) внутрішня рамка з координатною сіткою;
- 8) зовнішня рамка.

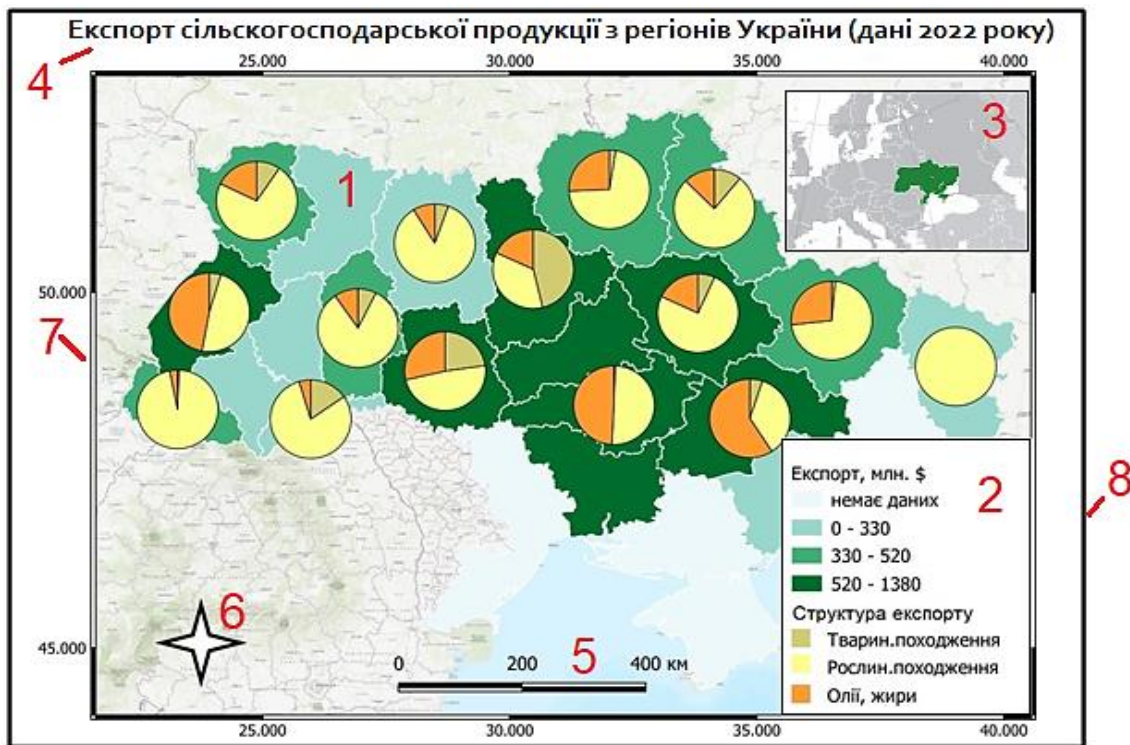


Рис. 33. Елементи макета карти

Картографічне зображення – головний елемент карти, за допомогою якого демонструється сукупність відомостей про об’єкти та явища, їх розміщення, властивості, взаємозв’язки, динаміку. Вибір способів картографічного зображення для подання інформації про територію залежить від змісту та призначення карти.

Легенда – система використаних умовних позначень і текстових пояснень до них. Вона містить роз’яснення, тлумачення знаків, відображає логічну основу та ієрархічну супідрядність явищ, що картографуються. Легенда карти відображає логічну основу картографічного зображення.

Додаткові дані – інформація, що розміщується на карті для доповнення основного картографічного зображення. Це можуть бути додаткові карти і графічні побудови (профілі, діаграми, таблиці, тексти, фотографії). Додаткові дані можуть розміщуватися на карті на вільних місцях у середині або зовні рамки карти.

Назва карти – текстова інформація, яка передає інформацію про мету карти. Її слід розміщувати у верхній центральній частині карти.

Масштабна лінійка демонструє співвідношення довжини відстаней на місцевості і на карті. Її довжина та числові показники змінюються відповідно зі зміною масштабу картографічного зображення.

Вказівник на північ у вигляді стрілки демонструє напрям карти відносно географічної півночі. Більшість карт, як правило, орієнтовані так, що північ звернено до її верхньої частини, але є винятки, і в цьому випадку вказівник дуже важливий.

Внутрішня рамка з координатною сіткою виконує подвійну функцію: з одного боку, обмежує картографічне зображення, а з іншого, містить шкалу координатної сітки. Північна і південна сторони рамки – відрізки паралелей, східна і західна – відрізки меридіанів, значення яких визначається загальною системою розграфлення карт. Рамка являє собою подвійну лінію, поділену на відрізки, що відповідають лінійній протяжності мінутних показників меридіана та паралелі.

Зовнішня рамка у вигляді потовщеної лінії використовується для візуального обмеження всіх елементів карти.

Проектування загального оформлення окремої цифрової карти може бути індивідуальним, але воно пов'язується та узгоджується з власне картографічним зображенням, доповнюючи та збагачуючи його зміст, посилюючи при цьому виразність карти в цілому за потреби художніми прийомами.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. У якості картографічної основи використаємо відкритий георесурс *QuickMapServices*. Для цього клікніть на панелі інструментів *Плагіни* та виберіть *Управління та становлення плагінів...* У командний рядок вікна введіть *Quick* і виберіть плагін *QuickMapServices*. Натисніть *Перевстановити плагін* та *Закрити*. Клікніть *Веб* і виберіть *QuickMapServices*, а потім *Search QMS*.

У командний рядок вікна *Search QMS* (рис. 34) введіть *Esri*, а потім додайте (*Add*) шари *Esri World Imagery* (супутникова основа) і *Esri World Topo* (топографічна основа).

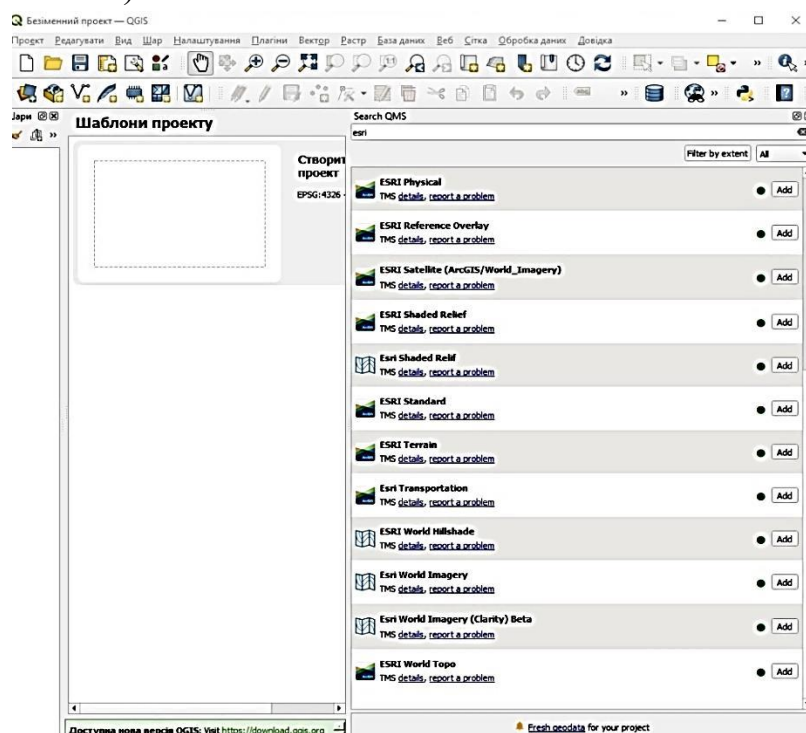


Рис. 34. Вікно Search QMS програми QGIS

Закрийте вікно *Search QMS*. У *Списку шарів* з'явиться два рядки з назвою вибраних шарів. Щоб зробити активним шар *Esri World Imagery*, треба навпроти нього поставити мітку. В *Області карти* з'явиться супутниковий знімок планети (рис. 35).

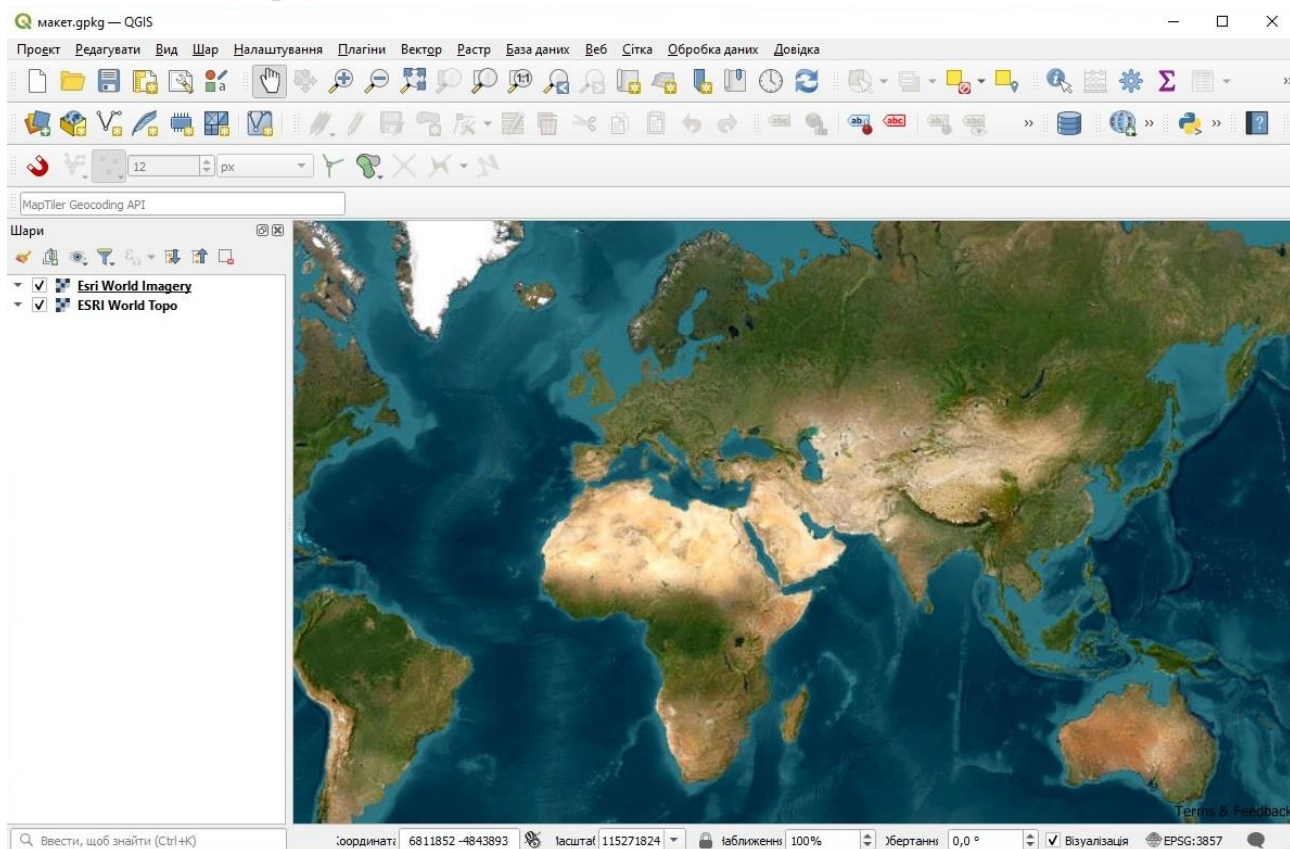


Рис..35. Зображення шару *Esri World Imagery* у вікні програми *QGIS*

Використовуйте елементи панорамування та масштабування на панелі інструментів навігації по карті так, щоб збільшити масштаб країни, вибраної в індивідуальному завданні.

Перш ніж зробити карту, придатну для друку, треба вибрати відповідну проєкцію. За замовчуванням *CRS* для проєкту встановлено *EPSG: 3857 Pseudo-Mercator*. Це *CRS*, який широко використовується для веб-картографування, тому можемо залишити його за замовчуванням. Перейдіть до *Проект* ▸ *Створити макет друку*.

Програма запропонує ввести заголовок для макета. Можна залишити це поле порожнім і натиснути кнопку *ОК* або внести назву пропонованої в завданні країни.

У вікні *Макет друку* натисніть кнопку *Збільшити до 100%*, щоб відобразити повний обсяг макету. Тепер треба перенести до макета карту країни, яку візуалізували в області карти *QGIS*. Для цього клацаємо: *Додати елемент* ▸ *Додати Карту*. Утримуємо ліву кнопку миші і переміщуємо прямокутник на місце, де потрібно вставити карту. Результатом буде вікно прямокутника з вибраною картою (рис. 36).

Отримана карта може не охоплювати всю необхідну область. Використовуйте опції *Редагувати* ▶ *Вибрати / перемістити елемент*, щоб перемістити карту у вікні та відцентрувати її. За потреби можна відрегулювати рівень масштабування для карти. Для цього необхідно ввести потрібний масштаб на вкладці *Властивості елемента*, яка з'явиться справа від зображення карти. Якщо вікно *Властивості елемента* не з'явилося, виконуємо: *Вид* ▶ *Панелі* і активуємо *Властивості елемента*.

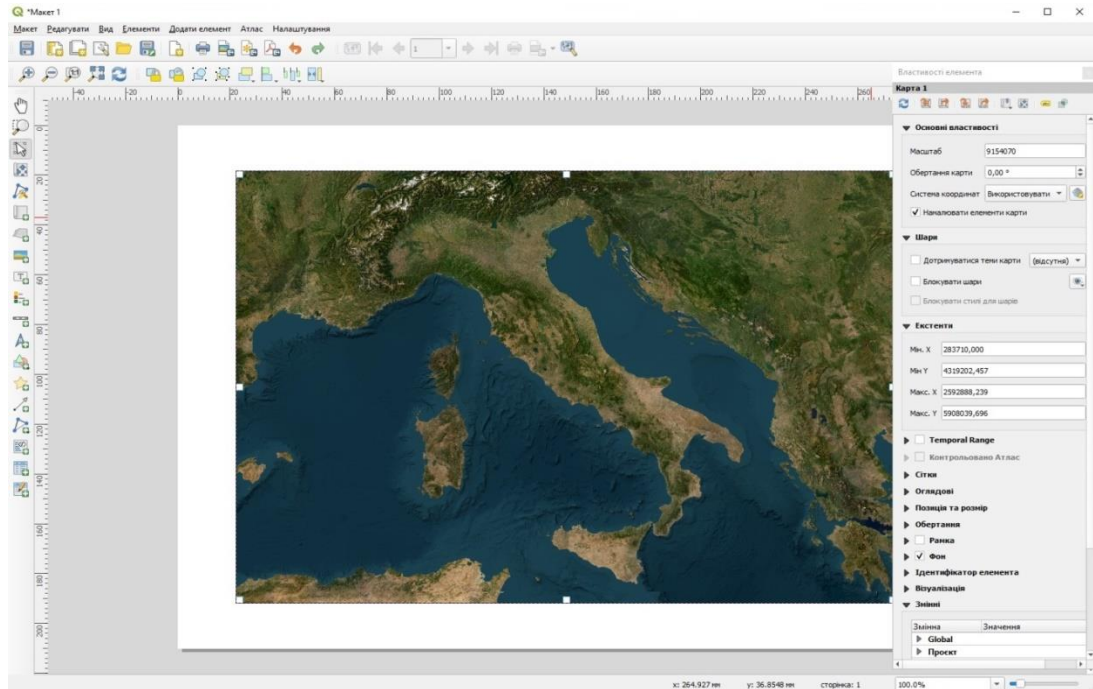


Рисунок 36. Результат додавання карти в макет у програмі QGIS

Тепер необхідно додати сітку до основної карти. На вкладці *Властивості елемента* прокрутіть вниз до розділу *Сітки*. Натисніть кнопку *Додати нову сітку (+)*, а потім *Змінити сітку* (рис. 37А).

У полі *Зовнішній вигляд* (рис. 37Б) встановлюємо такі параметри:

- **Тип сітки:** стійкий.
- **Системи координат:** *EPSG: 4326 – WGS84* (це градусна сітка).
- **Інтервал:** одиниці карти.
- **X:** вибираємо залежно від масштабу карти (у нашому випадку – 5°).
- **Y:** вибираємо залежно від масштабу карти (у нашому випадку – 5°).
- **Рамка:** зебра.
- **Намалювати координати:** активуємо.

Додаємо карту-вставку, яка візуалізує обрану країну в дрібнішому масштабі. Перш ніж вносити будь-які зміни в шари в головному вікні QGIS, необхідно встановити шари блокування та блокування стилю. Це гарантуватиме, що якщо вимкнемо деякі шари або змінимо їх стилі, вигляд карти в макеті не зміниться. Для цього в полі *Шари* активуємо *Блокувати шари*, а також *Блокувати стилі для шарів*.

Потім повертаємося в головне вікно *QGIS* та встановлюємо в області карти необхідний вигляд карти-вставки. Для переносу обраного зображення до макета виконуємо у вікні макету: *Додати елемент* ▶ *Додати Карту* і, утримуючи ліву кнопку миші, переміщаємо прямокутник на місце, де потрібно вставити карту-вставку.

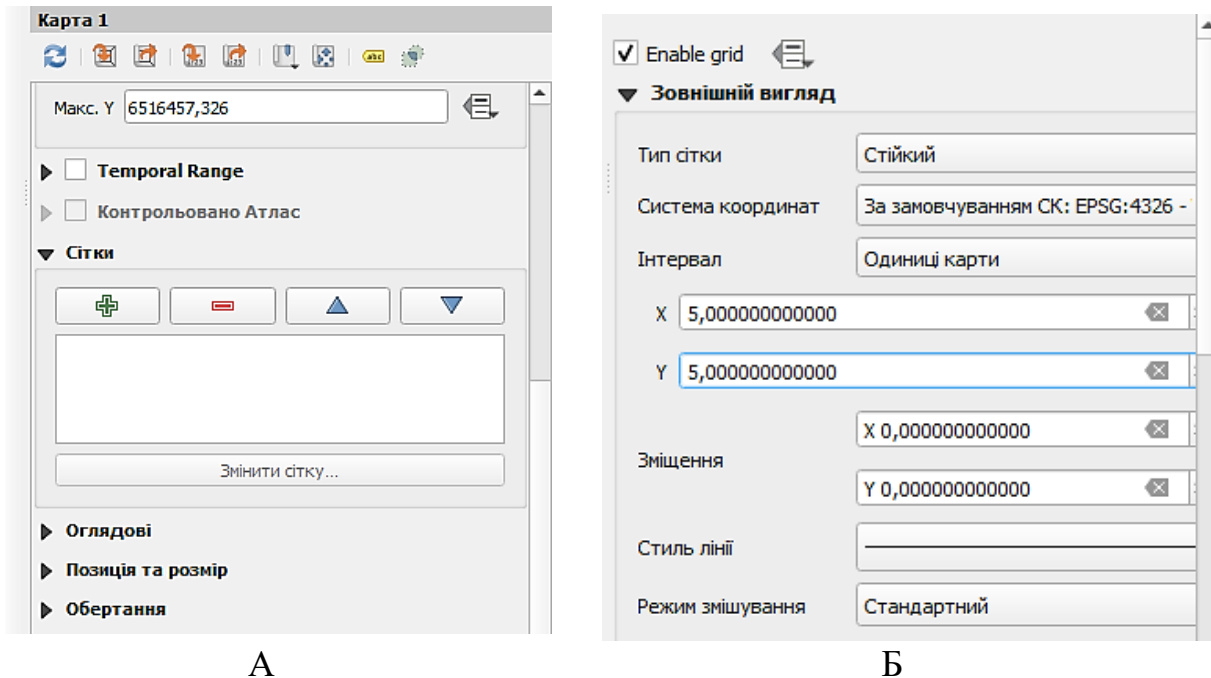


Рис. 37. Налаштування сітки у вікні **Макет друку** програми *QGIS*

Додаємо прямокутну рамку для розміщення інших елементів карти, таких як стрілка на північ, масштаб та мітка. Перейдіть до пункту *Додати елемент* ▶ *Додати Фігура* ▶ *Додати Прямокутник*. Стиль прямокутника можна змінити відповідно до фону карти.

Для додавання на карту стрілки напряму магнітного меридіана, натисніть *Додати елемент* ▶ *Додати Зображення*. Утримуючи ліву кнопку миші, намалюйте прямокутник. На правій панелі натисніть вкладку *Властивості* та розгорніть розділ *Пошук каталогів* і виберіть зображення, яке сподобається.

Для додавання на карту масштабної лінійки, клікніть на *Додати елемент* ▶ *Додати Масштабна лінійка*. Клацніть на макеті в тому місці, де потрібно відобразити лінійку. На вкладці *Властивості елемента* виберіть необхідний стиль масштабної лінійки.

Тепер потрібно підписати карту. Виконайте: *Додати елемент* ▶ *Додати Підпис*. Клікніть на полі макету і намалюйте рамку, де повинен бути підпис карти. На вкладці *Властивості елемента* сформуєте необхідний вигляд підпису (розмір шрифту, колір тощо).

Для експортування карти як зображення, PDF або SVG, клікніть *Макет* ▶ *Експортувати як ...*. Виберіть формат експортування (рис. 38).

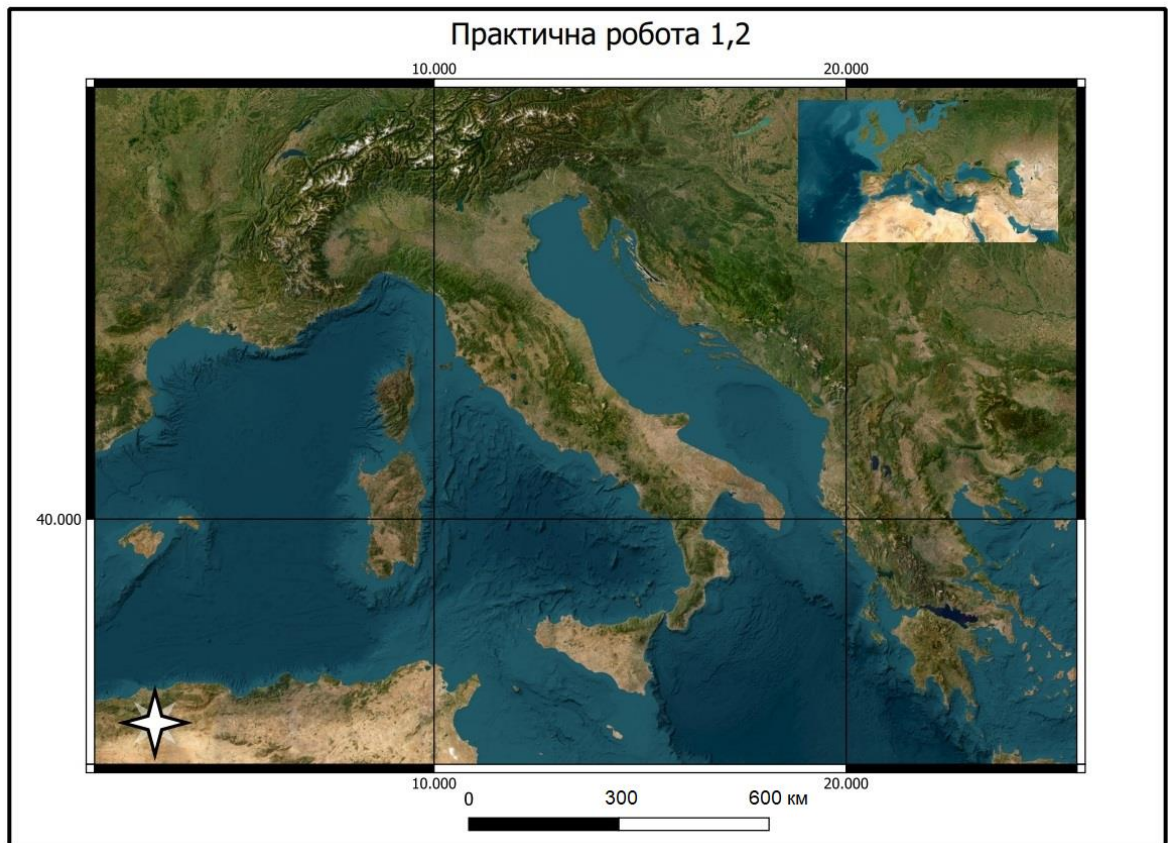


Рис. 38. Зразок макета карти, створеного в програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Охарактеризуйте п'ять принципів картографічного дизайну.
- 3.2. Дайте загальну характеристику елементам загального оформлення карт.
- 3.3. Проаналізуйте прийоми композиції елементів загального оформлення картографічних творів.
- 3.4. Окресліть взаємозв'язок загального оформлення з призначенням картографічних творів.
- 3.5. Назвіть чинники, які забезпечують єдність і цілісність картографічних творів.
- 3.6. Опишіть порядок робіт зі створення макета карти в середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/ru/docs/user_manual/index.html
- 4.2. Дудун Т.В., Курач Т.М., Тітова С.В. Картографічне креслення та комп'ютерний дизайн : навч. посіб. Київ, 2011. 145 с.
- 4.3. Методичні вказівки і завдання до лабораторних і самостійних робіт дисципліни «Картографія з основами топографії та ГІС» (Частина 1) / уклад.: С. А. Отечко. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 34 с.
- 4.4. Buckley A. Make Maps People Want to Look At. URL : <https://www.esri.com/news/arcuser/0112/make-maps-people-want-to-look-at.html>

Практична робота 5

АНАЛІЗ ПОВЕРХНІ З НАБОРАМИ РАСТРОВИХ ДАНИХ. ПОБУДОВА ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ QGIS

Мета роботи: навчитися будувати цифрову модель рельєфу місцевості за допомогою даних *SRTM* у середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Поверхня – це набір растрових даних, що містить значення атрибута для кожного пікселя. Для побудови тривимірних моделей поверхонь вихідною кількісною інформацією слугують дані про цю поверхню, а саме координати масиву точок X , Y , Z . Величину Z не обов'язково асоціювати тільки з висотою рельєфу місцевості. Її можна трактувати як статистичне подання величин, що характеризує просторове розповсюдження об'єктів або явищ, наприклад, атмосферний тиск, температуру, вологість, забруднення тощо.

Існують два основних способи подання тривимірних моделей у ГІС – за допомогою псевдотривимірних моделей і за допомогою *3D* моделей.

Псевдотривимірний спосіб подання поверхонь заснований на тому, що створюється структура даних, у якій значення третьої координати Z (зазвичай висоти) кожної точки (X , Y) записується як атрибут. При цьому значення Z може бути використане для створення зображень тривимірних об'єктів. Оскільки це не істинне тривимірне подання, його часто іменують 2,5-вимірним. Такі 2,5-вимірні моделі дають можливість ефективного розв'язання низки завдань і перш за все – створювати цифрові моделі рельєфу місцевості (ЦМР).

Цифрова модель рельєфу – це спеціалізована база даних, що демонструє форму поверхні між точками заданого рівня, складену шляхом інтерполяції даних їх висот.

Способи подання вихідної інформації для створення ЦМР на комп'ютері поділяють на три типи [4.2]:

- з регулярним розташуванням точок на прямокутних, трикутних (рис. 39А, Б) і гексагональних сітках (*GRID*);
- з нерегулярним поданням точок по структурних лініях (рис. 39В), профілях, центрах майданчиків, локальних точках, випадкових сітках тощо (*TIN*);
- з ізолінійним поданням точок, розташованих рівномірно на ізолініях, або з урахуванням їх кривизни горизонталей вихідної топографічної карти (*GRID*).

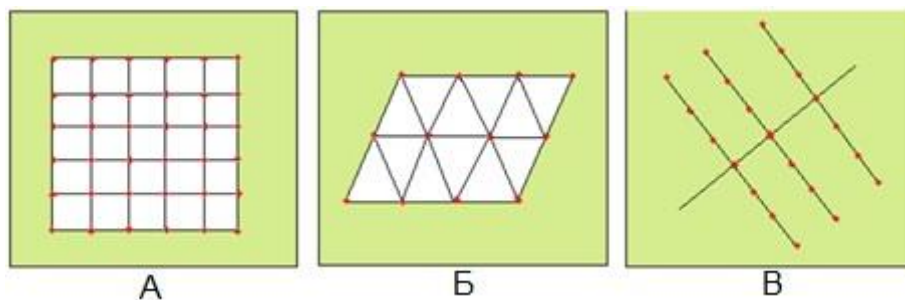


Рис. 39. Способи регулярного подання вихідної інформації для створення ЦМР

GRID-моделі – найбільш популярний спосіб опису поверхонь. Подання ґрунтується на регулярній сітці комірок (*regular grid*), у вузлах яких задаються значення поля (рис. 40).

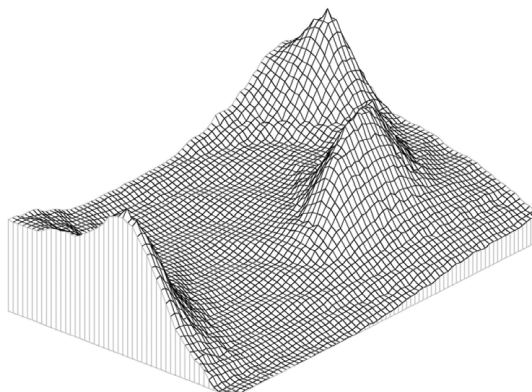


Рис. 40. GRID-модель поверхні

За суттю подання поверхні способом GRID – це растровий підхід, і його точність залежить від розміру комірки растра. Зменшуючи розмір, можна більш точно описати поверхні.

Нині існує декілька основних джерел отримання даних для створення ЦМР: наземна зйомка, метод стереограмметрії, картографічна зйомка (наприклад, топографічні карти) та радіолокаційні супутникові знімки.

Останній спосіб є одним із найбільш поширених. Для цього використовують дані *SRTM* (Shuttle radar topographic mission) – результат зйомки території Землі, яка проводилася в лютому 2000 р. з борту космічного корабля багаторазового використання «Шаттл» за допомогою радарної інтерферометричної камери та двох радіолокаційних сенсорів. На сьогодні дані *SRTM* з роздільною здатністю 30 метрів (1 кутова секунда) та точністю абсолютної вертикальної висоти менше 16 метрів загальнодоступні на *USGS Earth Explorer* для більшої частини земної кулі.

Цифрові моделі висот поставляються в різних форматах файлів, таких як *GeoTIFF*, *IMG*, *Gridfloat* тощо. Проте формат файлу *GeoTIFF* найчастіше використовується через його сумісність з багатьма ГІС. По суті, файли *GeoTIFF* є растровими файлами, що містять інформацію про просторову прив'язку, таку як висоти, системи координат, еліпсоїди, датуми та проєкції.

Спосіб подання поверхонь за допомогою *3D моделей* передбачає створення істинних тривимірних об'єктів – структур даних, у яких місце розташування фіксується в трьох вимірах (X, Y, Z). У цьому випадку Z – не атрибут, а елемент місця розташування точки.

В основі тривимірного моделювання в ГІС використовується не математична модель, як основа подання, а складові моделі, що включають математичну конструкцію з інтегрованим у неї знімком.

Головною метою тривимірного моделювання в ГІС є інформаційне управління, отримання нових знань і формування інформаційних та інтелектуальних ресурсів.

2. Практичний блок

2.1. Завантаження SRTM-зображення в середовище QGIS.

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте в якості картографічної основи шари *Esri World Imagery* (супутникова основа) і *Esri World Topo* (топографічна основа) відкритого георесурсу *QuickMapServices*. Якщо цей ресурс використовувався раніше, треба лише виконати: Веб ▸ *QuickMapServices* ▸ *Search QMS*. У вікні *Search QMS* клацаємо *Add* напроти назв *Esri World Imagery* та *Esri World Topo*. Закрийте вікно *Search QMS*. У списку шарів з'явиться два рядки з назвою встановлених шарів. Щоб зробити активним шар *Esri World Imagery*, треба напроти нього поставити мітку. В області карти з'явиться супутниковий знімок планети (рис. 41).

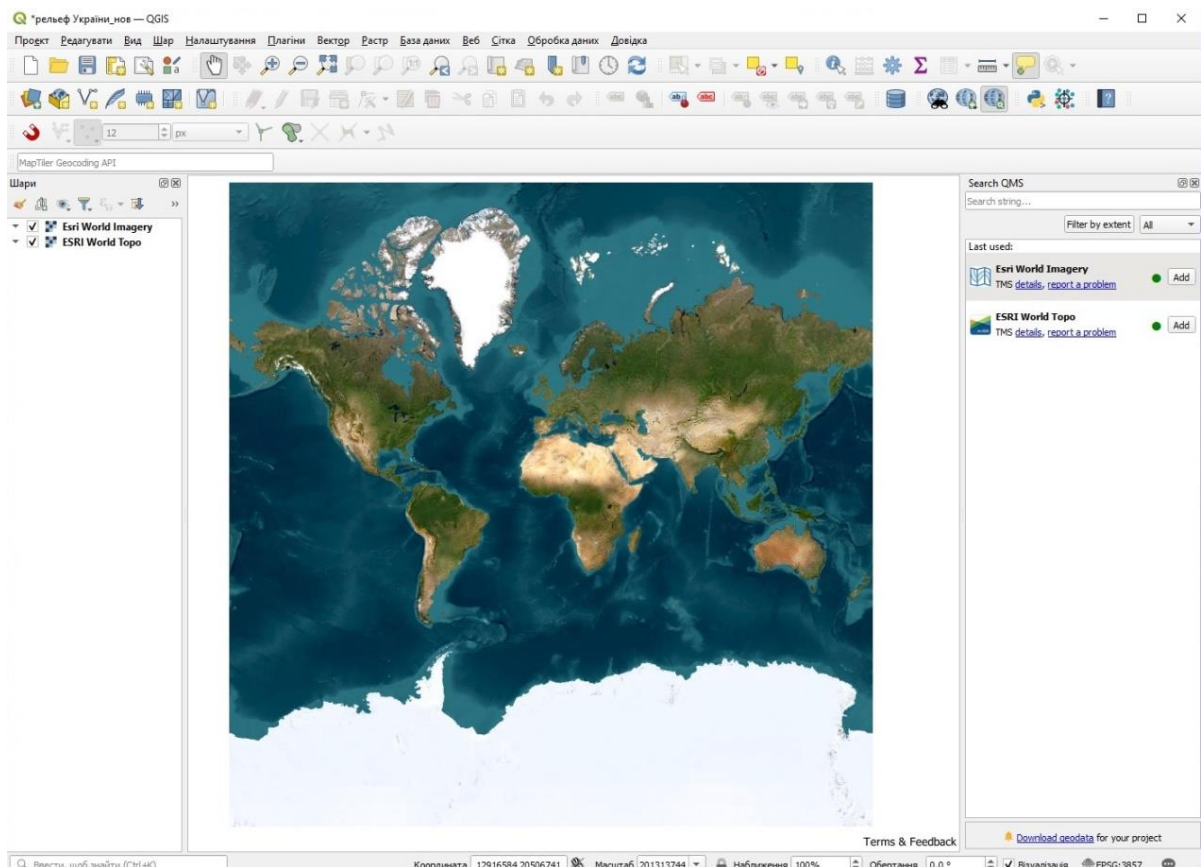


Рис. 41. Вікно програми *QGIS* з активованим шаром *Esri World Imagery*

Об'єкт дослідження в нашому випадку – територія України. Для створення цифрової моделі рельєфу місцевості нашої країни використовуємо дані *SRTM*. *SRTM V4* для всієї території України та її областей треба завантажити з сайту *Mapgroup* (<https://mapgroup.com.ua/services/srtm-ukrainy>) у розділі *Послуги*.

Для виконання роботи оберіть об'єктом досліджень одну з адміністративних одиниць України (відповідно до варіанту). Дані треба разархівувати і перемістити файл_srtm в область списку шарів.

В області карти програми *QGIS* з'явиться *SRTM*-зображення обраної території (у нашому випадку – території всієї України) – рис. 42.

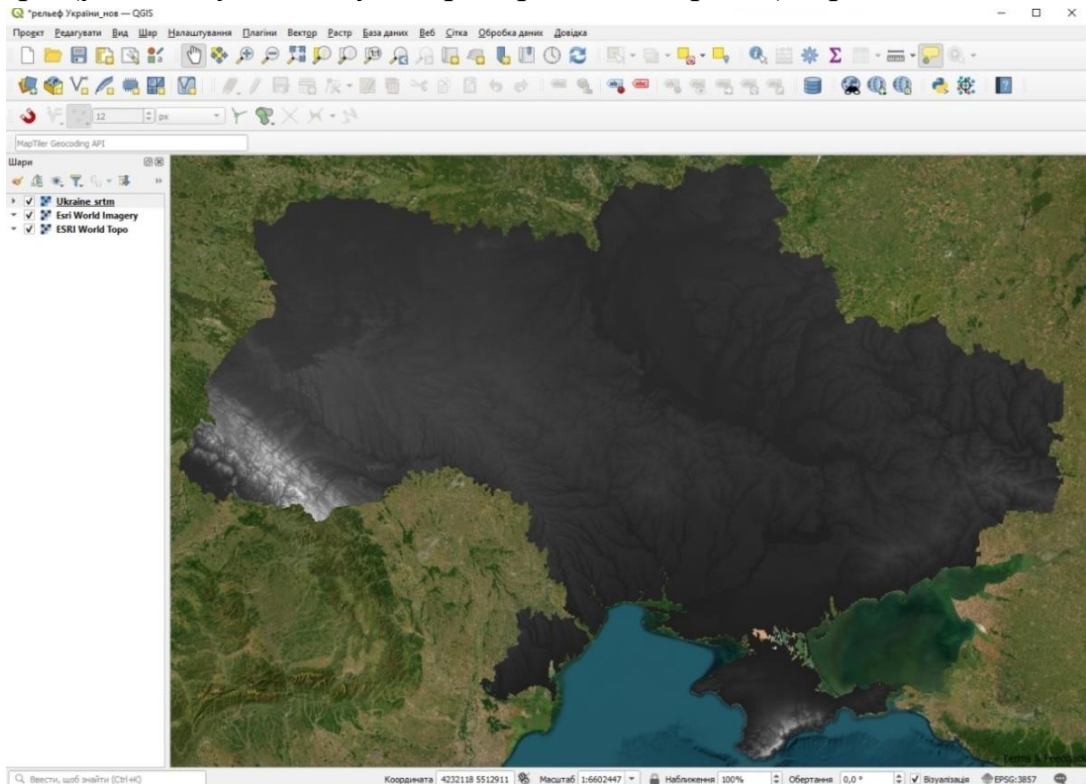


Рис. 42. *SRTM*-зображення території України в програмі *QGIS*

2.2. Створення цифрового зображення рельєфу місцевості

Створюємо копію шару *SRTM*-даних (у нашому випадку – Ukrain_srtm). Для цього клацаємо правою кнопкою миші на назві шару і у вікні, що відкрилося, вибираємо *Дублювати шар*. У *Списку шарів* з'явиться шар-копія.

2.2.2. Робимо активним цей шар, а шар *SRTM*-даних (Ukrain_srtm) деактивуємо. Клацаємо двічі лівою кнопкою миші на назві шару-копії (Ukrain_srtm копіювати) і у вікні *Візуалізація каналів* встановлюємо:

- **Тип візуалізації:** відмивка.
- **Висота:** змінюємо, за потреби, кут падіння сонячного променя (за замовчуванням – 45°).
- **Азимут:** змінюємо, за потреби, напрям падіння сонячного променя (за замовчуванням – 315°).

Клацаємо *Застосувати* і, якщо візуалізація зображення відповідає вимогам, клацаємо *ОК*. В *Області карти* маємо зображення тіньового вигляду рельєфу обраного регіону (рис. 43).

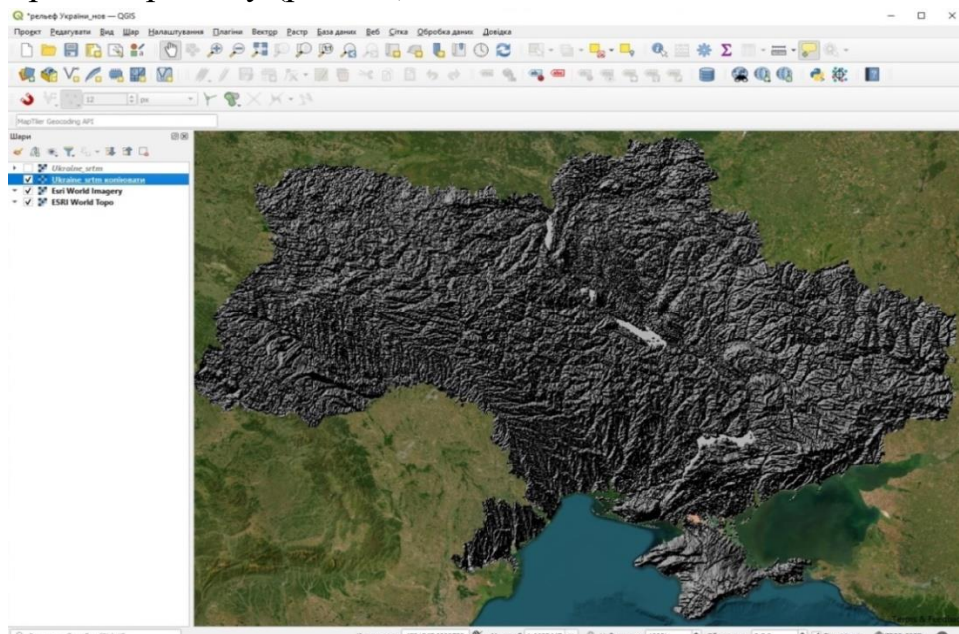


Рис. 43. Зображення тіньового вигляду рельєфу України в програмі QGIS

Активуємо первинний шар *SRTM-даних (Ukrain_srtm)*. Натискаємо двічі лівою кнопкою миші на назві шару і у вікні *Візуалізація каналів* встановлюємо:

- **Тип візуалізації:** *одноканальний псевдоколір*.
- **Інтерполяція:** *лінійна*.
- **Гرادієнт:** *RdYiGn*, а потім *Інвертувати градієнт*.

Клацаємо *Застосувати* і, за потреби, корегуємо стиль зображення рельєфу, змінюючи показники градієнтів. По завершенню, клацаємо *ОК* (рис. 44).

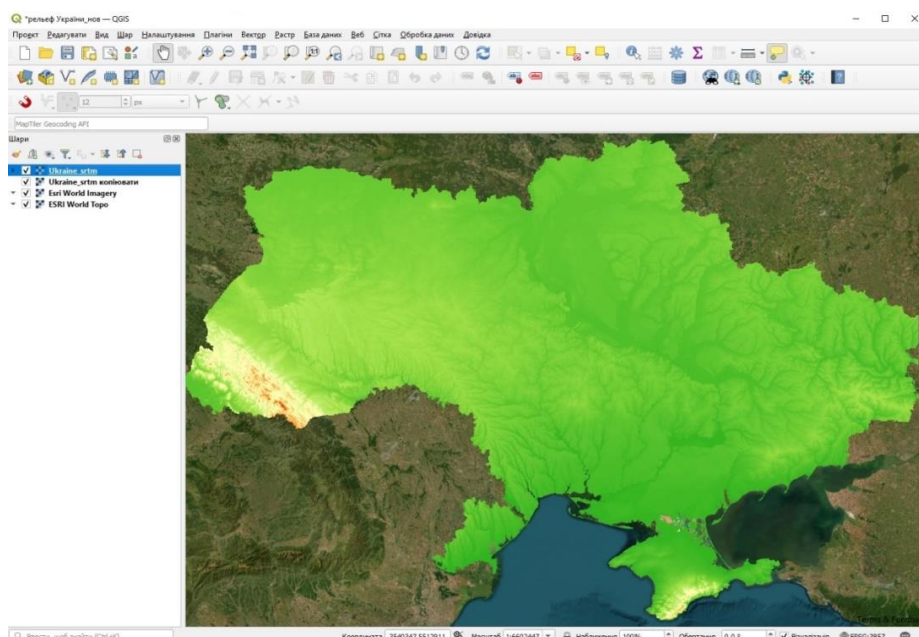


Рис. 44. Зображення рельєфу України у форматі градієнту *RdYiGn*

Стиль градієнтів можна змінити, використавши зразки з Інтернету. Для цього виконуємо: *Налаштування* ▶ *Менеджер стилів* ▶ *Градієнти* (рис. 45).

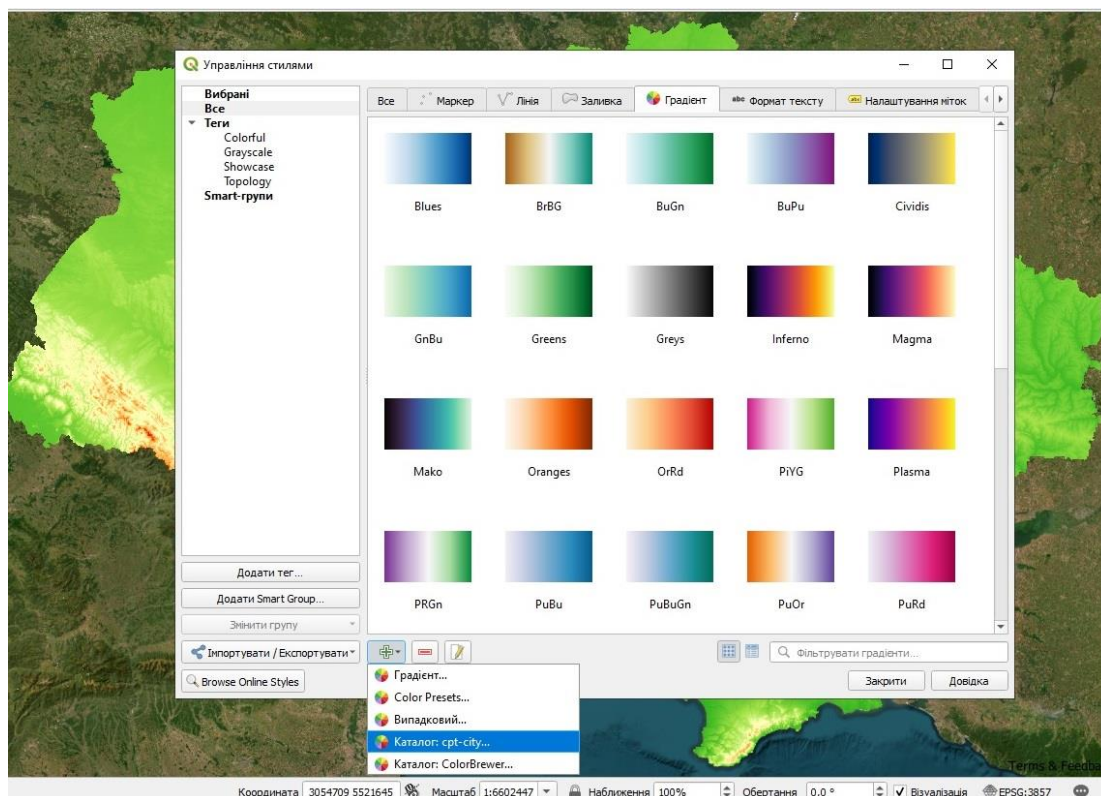



Рис. 45. Вікно *Управління стилями* програми *QGIS*

У нижній частині вікна *Управління стилями* клацаємо *Додати елемент*  і вибираємо *Каталог: cpt-csty...*. Після завантаження каталогів зразків градієнтів вибираємо найбільш відповідний. Наприклад, у каталозі **Топографу** обираємо зразок градієнта *prwc*. Клацаємо *OK* і у вікні *Зберегти створений градієнт* (рис. 46) вводимо його ім'я, активуємо *Додати в обране* і *Зберегти*.

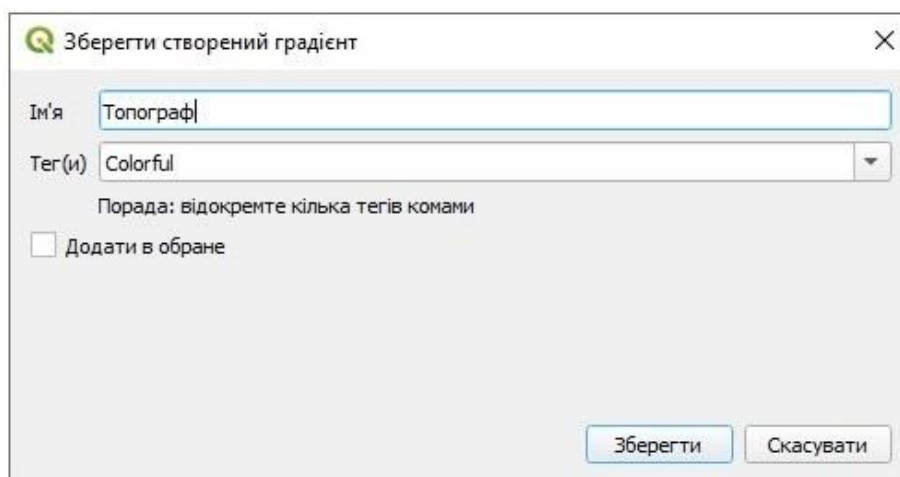


Рис. 46. Вікно *Зберегти створений градієнт* програми *QGIS*

Як результат, вибраний тип градієнта з'явиться в стандартному наборі градієнтів програми. Якщо повернутися до вікна *Візуалізація каналів* і встановити новий стиль градієнтів, зображення рельєфу суттєво зміниться (рис. 47).

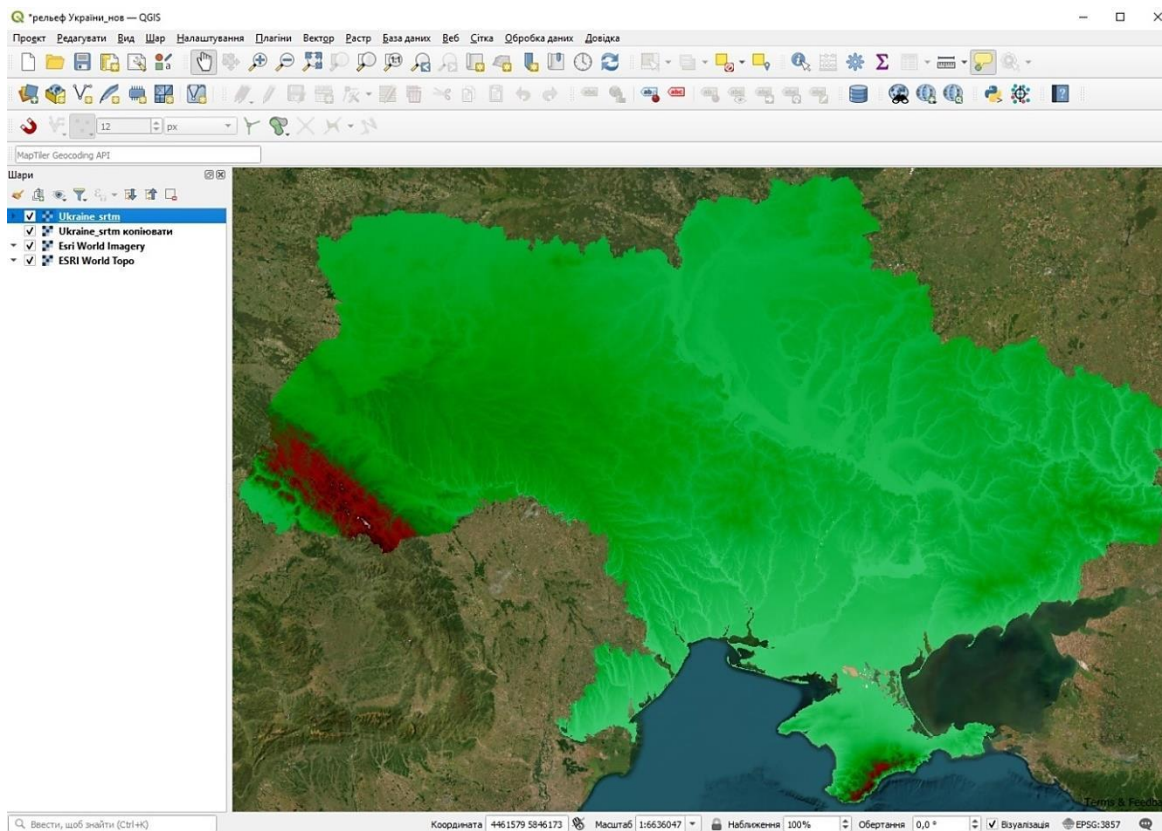


Рис. 47. Зображення рельєфу України у форматі градієнта з каталогу

Для кращої візуалізації набору даних про висоту, необхідно поєднати зображення, отримані у двох типах візуалізації. Для цього відкриваємо вікно *Візуалізація каналів шару* з типом візуалізації *Одноканальний псевдоколір* (у нашому випадку це шар Ukraine_srtm) і в полі *Візуалізація каналів* у рядку *Режим змішування* вибираємо *Додавання*. Клацаємо *ОК*. В *Області карти* отримуємо зображення рельєфу регіону (рис. 48).

Остаточна візуалізація рельєфу потребує редагування отриманого зображення. Для цього треба зайти у вікно *Візуалізація каналів шару* з тіншовим типом візуалізації (у нашому випадку це шар Ukraine_srtm копіювати) і в полі *Візуалізація каналів* змінювати комбінацію показників *Контрасту* та *Яскравості*. Для перевірки характеру зображення клацаємо *Застосувати*. По завершенню редагування, клацаємо *ОК*.

2.3. Додавання горизонталей на цифрове зображення рельєфу

Для додавання горизонталей на зображення рельєфу виконайте: *Растр* ▶ *Вилучення* ▶ *Ізолінія...* У вікні *Ізолінія* (рис. 49) установіть інтервал між ізолініями (у нашому випадку 300 м), клікніть *Виконати*, а після завершення

процесу розрахунку горизонталей – *Закрити*. На поверхні зображення рельєфу з'являться горизонталі (рис. 50). Збережіть проєкт.

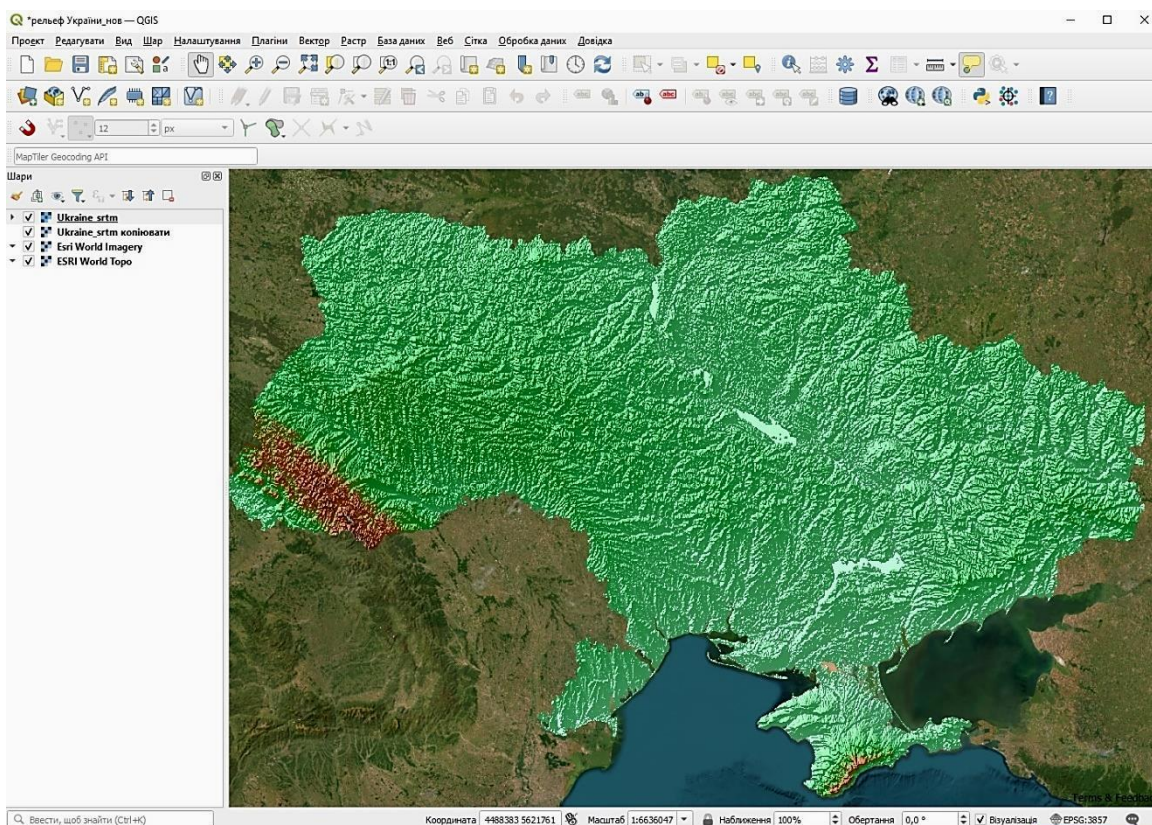


Рис. 48. Карта зображення рельєфу України

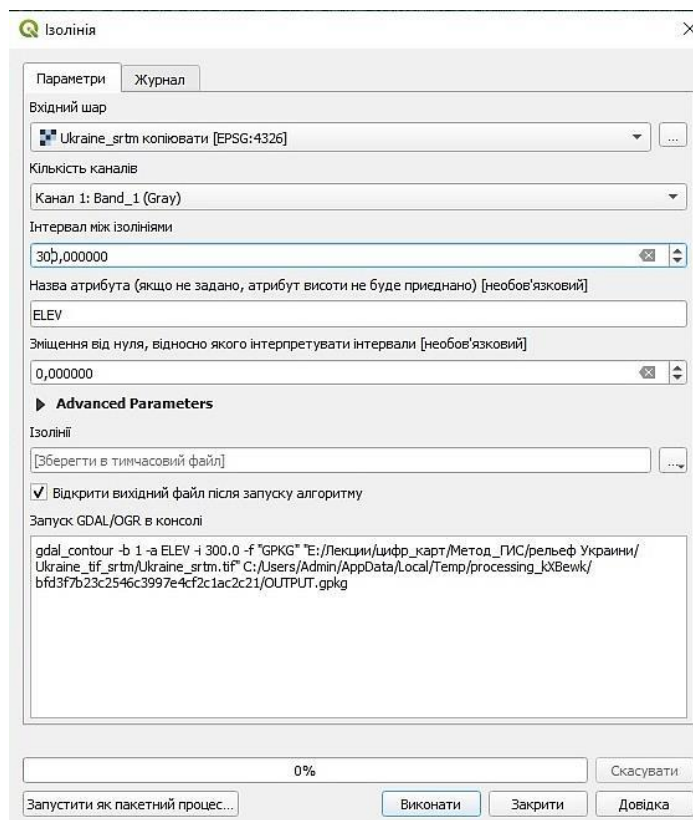


Рис. 49. Вікно Ізолінія програми QGIS

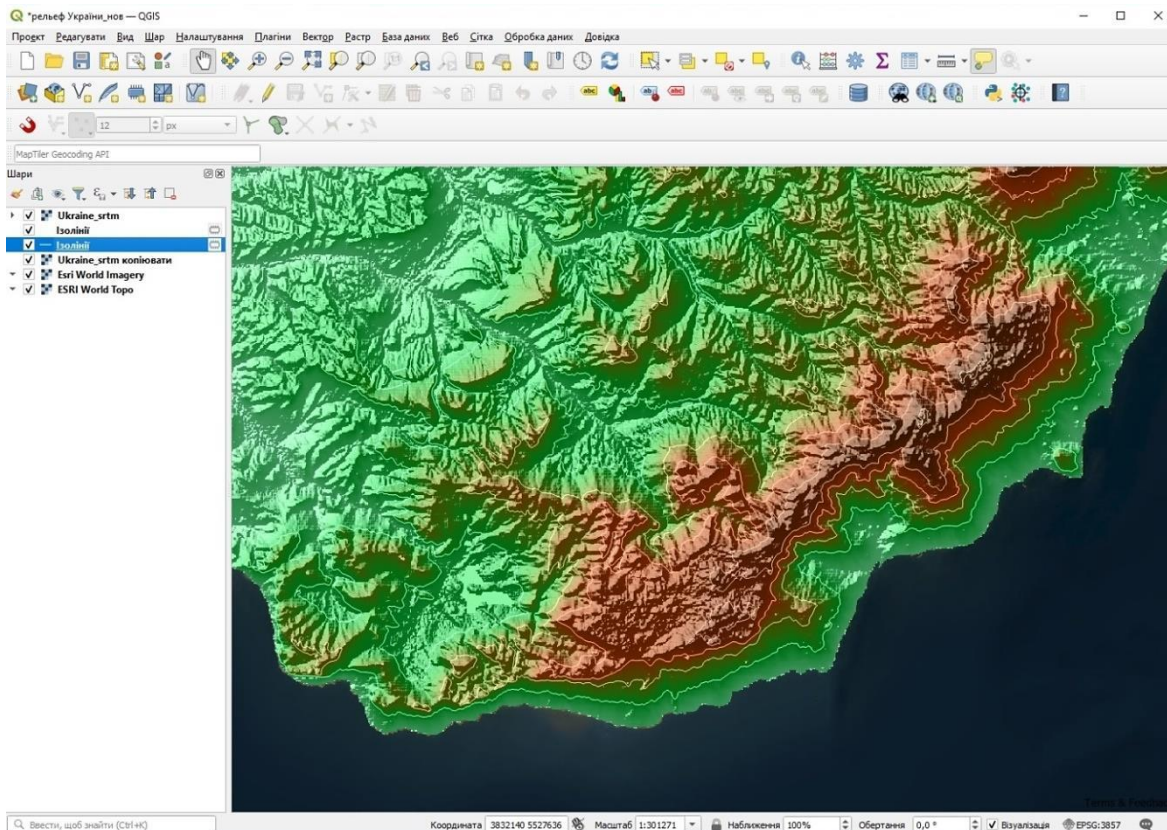


Рис. 50. Зображення рельєфу південної частини Кримського півострова з нанесеними горизонталями

2.4. Створення 3D моделі рельєфу

Для створення 3D моделі рельєфу потрібно в *Область карти* встановити фрагмент зображення території, для якої потрібно побудувати 3D модель. Потім виконуємо: *Вид* ▶ *Створити 3D перегляд карти*. У вікні *3D Карта* (рис.

51) клацаємо *Параметри*  ▶ *Налаштувати*.

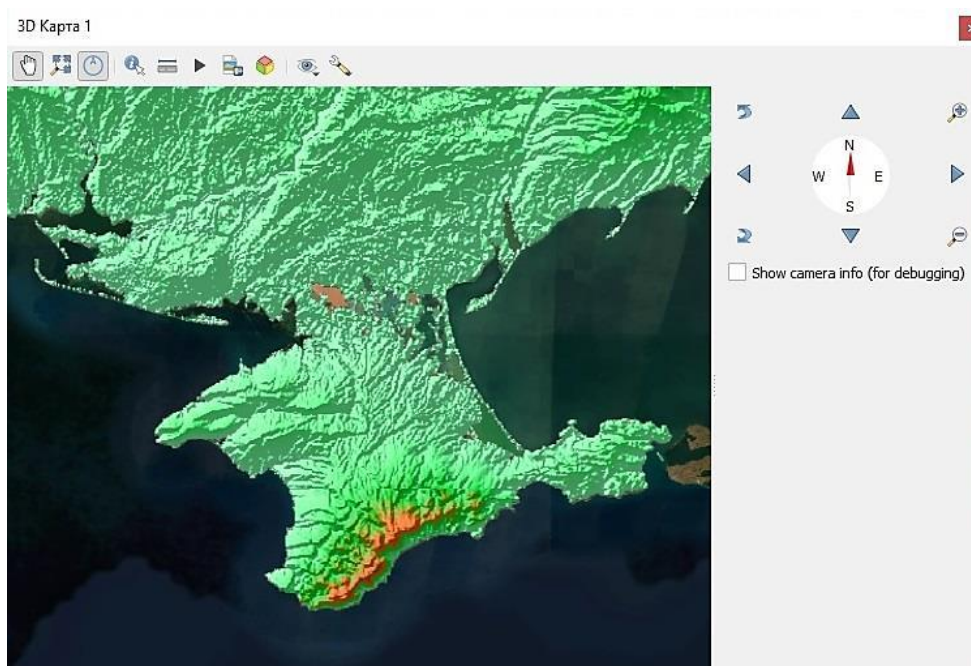


Рис. 51. Вікно 3D Карта програми QGIS

У вікні *3D конфігурація* (рис. 52) вибираємо розділ *Місцевий* і встановлюємо:

- **Тип:** DEM (Raster Layer).
- **Висота:** вибираємо шар з типом візуалізації – одноканальний псевдоколір (у нашому випадку *Ukraine_srtm*).
- **Вертикальна шкала:** вказуємо вертикальний масштаб зображення (підбирається експериментальним методом, у нашому випадку – 15,00).
- **Роздільна здатність плитки:** вказуємо роздільну здатність зображення (підбирається експериментальним методом, у нашому випадку – 302 px).

Зміну налаштувань перевіряємо за допомогою функції *Застосувати*. По завершенню клацаємо *ОК*.

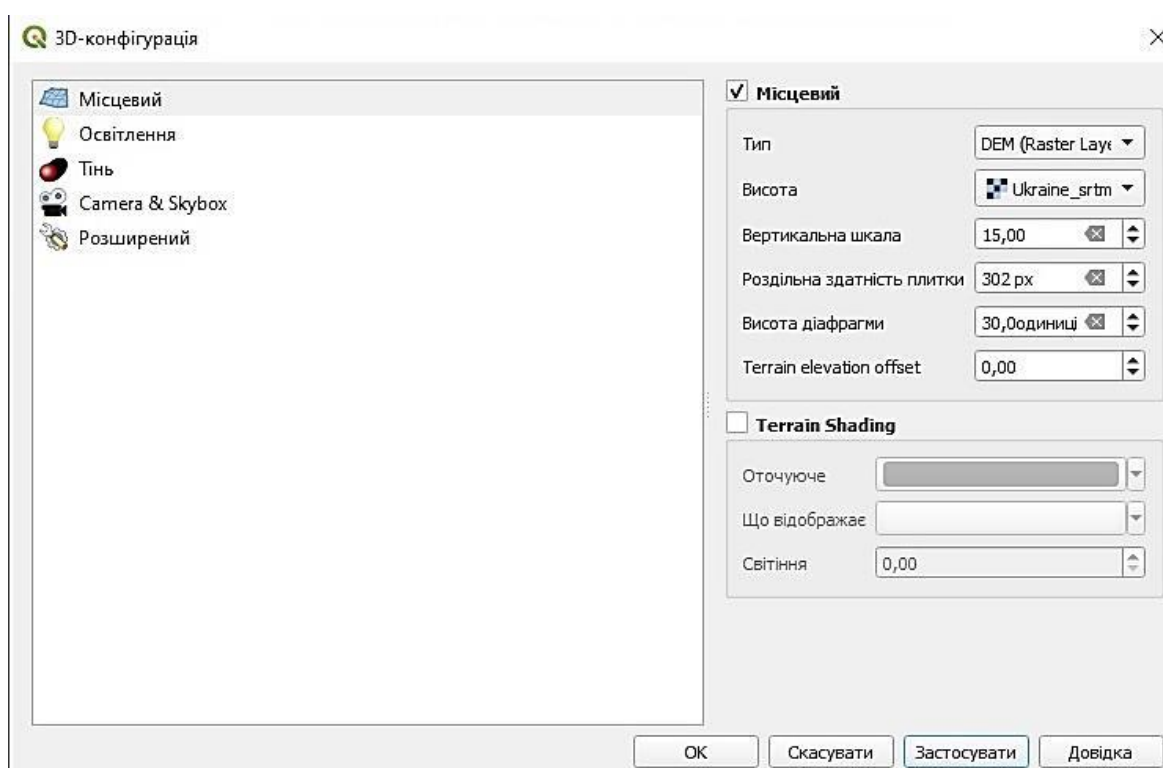


Рис. 52. Вікно **3D конфігурація** програми *QGIS*

У вікні *3D Карта* (рис. 53) необхідно сформулювати положення 3D моделі рельєфу в просторі: нахил, масштабування та панорамування. Для цього використовуються елементи керування на правій панелі вікна. Кут нахилу можна змінювати і за допомогою миші: утримуючи клавішу *Shift* переміщуємо мишу вгору або вниз.

Змінюючи параметри налаштування у вікні *3D конфігурація*, можна суттєво змінити візуалізацію 3D моделі рельєфу місцевості.

Зробіть скриншоти зображень *ЦМР* регіону, фрагмента *ЦМР* з ізолініями, а також *3D* моделі рельєфу.

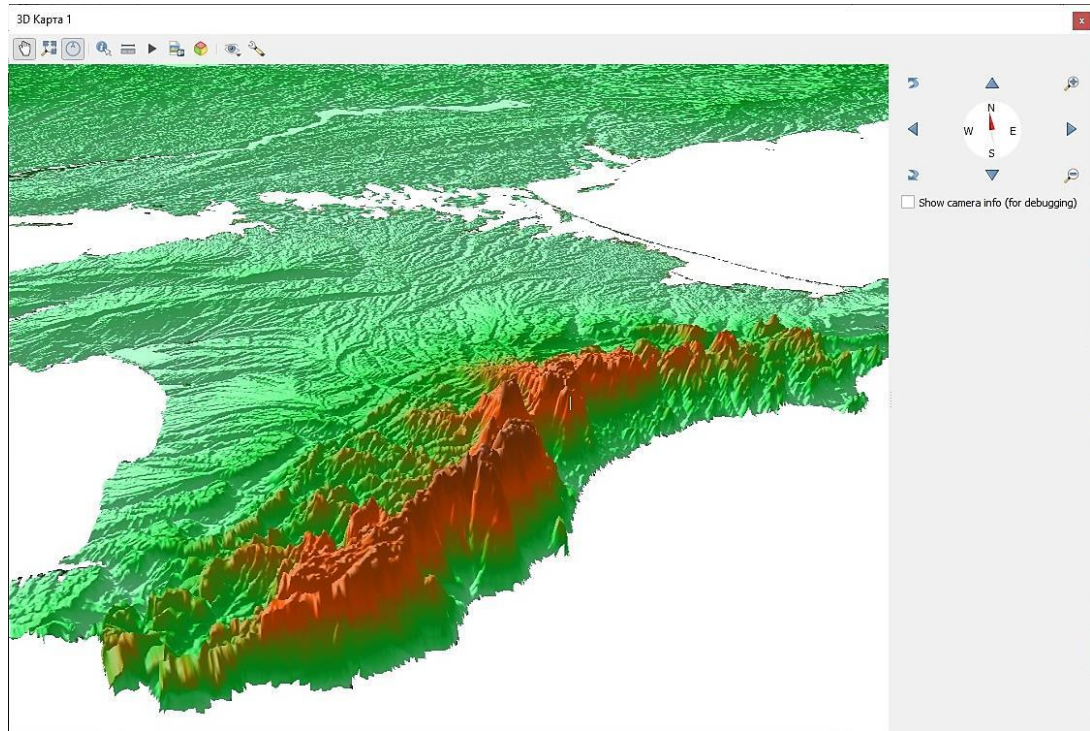


Рис. 53. 3D модель рельєфу в середовищі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність псевдотривимірного способу подання поверхонь у ГІС?
- 3.2. У чому полягає сутність псевдотривимірного способу подання поверхонь у ГІС за допомогою 3D моделей?
- 3.3. Опишіть сутність цифрової моделі рельєфу.
- 3.4. Які три способи подання вихідної інформації використовуються для створення ЦМР на комп'ютері?
- 3.5. Опишіть сутність отримання даних *SRTM*.
- 3.6. У яких форматах файлів поставляються цифрові моделі висот?

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html
- 4.2. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Кн. 2. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.
- 4.3. Шелестов А. Ю., Куссуль Н. М. Аналіз геопросторових даних. Лабораторний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 47 с.
- 4.4. QGIS Tutorials and Tips.
URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 6

ПОБУДОВА ПРОФІЛЮ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ QGIS

Мета роботи: навчитися будувати профіль рельєфу місцевості в середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Географічний профіль – лінія, проведена за сукупністю точок на будь-якій поверхні на місцевості або на географічній карті, що демонструє загальний геометричний вигляд цієї поверхні в розрізі. Це можуть бути профілі рельєфу, показники кількості опадів, зміни тиску, вологості на місцевості тощо.

Для побудови профілю за певним напрямком на карті прокреслюють лінію, на якій відзначають показники точок у місцях перетину заданої поверхні.

Ці точки переносяться на лінію основи профілю і відновлюють у них перпендикуляри, на яких у масштабі відкладають показники точок перетину. Отримані точки з'єднують плавною кривою, яка буде зображенням профілю в цьому напрямку.

Побудова профілів території вручну досить складний і кропіткий процес. ГІС дає змогу суттєво полегшити і пришвидшити цей процес.

Профіль рельєфу місцевості в ГІС будується на основі цифрової моделі рельєфу (ЦМР). ЦМР – це вид тривимірної безперервної математичної моделі, в основу якої покладено мережу (сітку) точок, кожній із яких відповідає значення рівня висоти в цій точці, причому точки розташовані в певній регулярній формі. Використання спеціальних модулів (плагінів) дає змогу визначити спектр висот уздовж заданої лінії ділянки місцевості. Значення висот зберігаються як *z*-значення точок, а значення відстаней – як *m*-значення (рис. 54).

Розрахований таким чином профіль доступний у графічному і табличному вигляді.

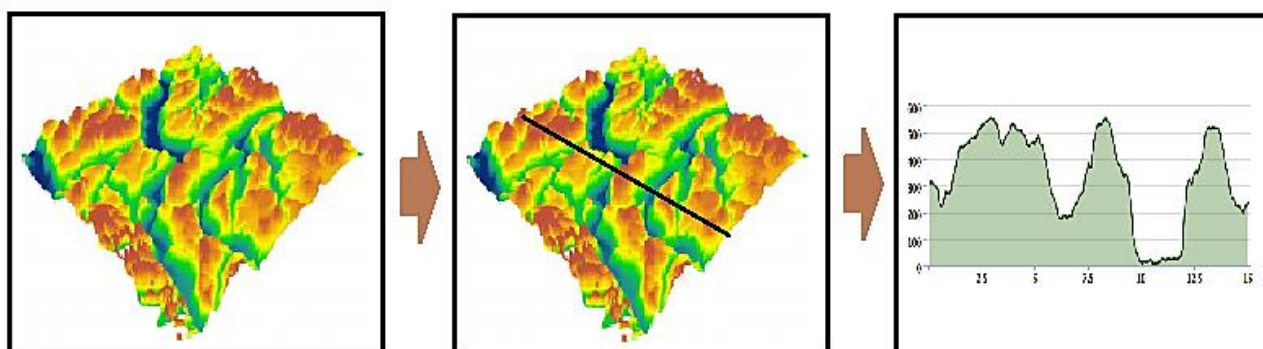


Рис. 54. Побудова профілю рельєфу місцевості на основі цифрової моделі рельєфу в ГІС

Будувати профіль в ГІС можна за будь-якими просторовими даними. Але, якщо дані – у векторному форматі, то їх слід перевести в растровий за допомогою операції інтерполяції, наприклад, інтерполяції *методом зворотнього зважування відстаней (IDW)*.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проєкт із цифровим рельєфом місцевості, побудованим під час виконання практичної роботи 5: АНАЛІЗ ПОВЕРХНІ З НАБОРАМИ РАСТРОВИХ ДАНИХ. ПОБУДОВА ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ QGIS (рис. 55).

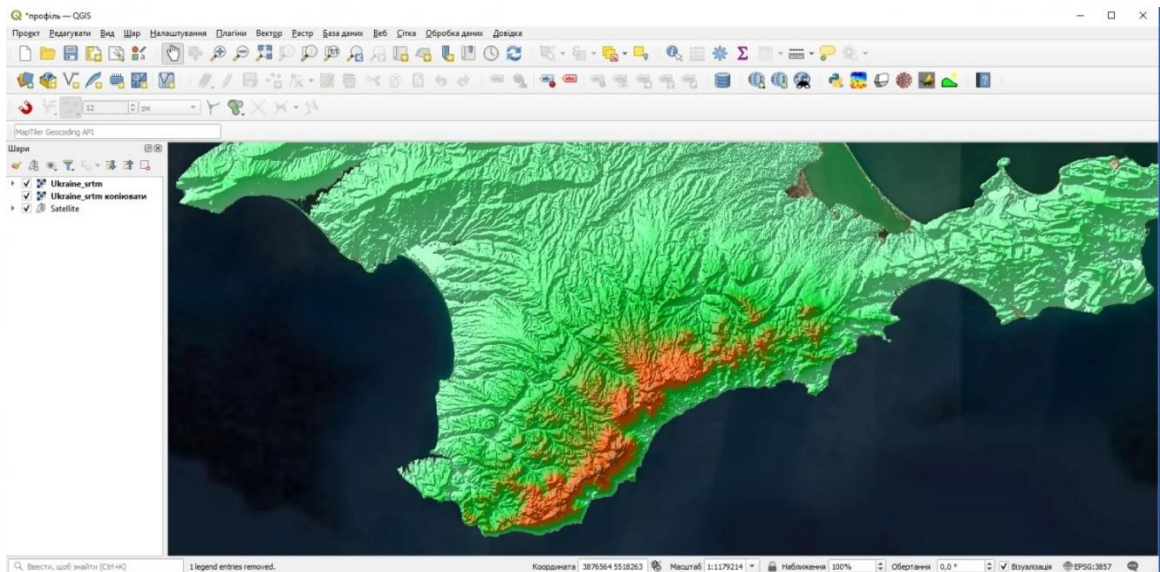



Рис. 55. Цифровий рельєф місцевості в програмі *QGIS*

Для побудови профілю в середовищі *QGIS* треба завантажити плагін *Profile tool*. Для цього виконуємо: *Плагіни* ▶ *Управління та встановлення плагінів*, у вікні *Плагіни* знаходимо *Profile tool* і встановлюємо його, кликнувши на *Встановити плагін* (рис. 56). Як результат, на панелі інструментів *QGIS* з'явиться піктограма  *Terrain profile*.

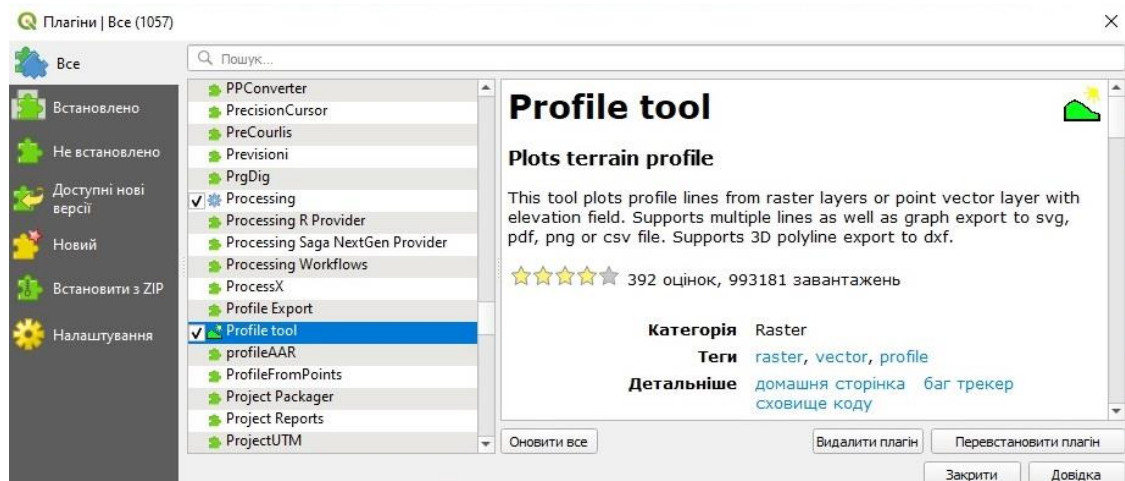


Рис. 56. Вікно *Плагіни* в програмі *QGIS*

Клацаємо на цій піктограмі і у вікні *Profile tool* (рис. 57) встановлюємо функцію *Setting*, а в полі *Plot library* вибираємо *Matplotlib*. Повертаємося до функції *Profile*.

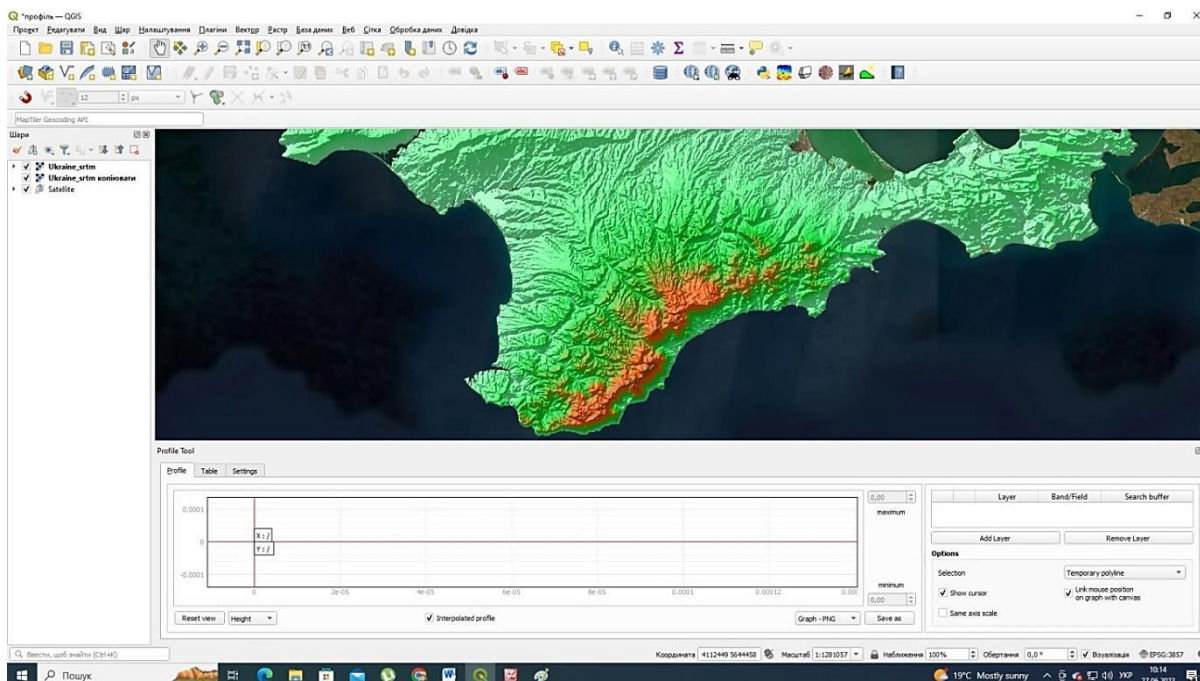


Рис. 57. Область карти з відкритим вікном **Profile tool** в програмі *QGIS*

Потім клацаємо лівою кнопкою миші на рядку з назвою шару ЦРМ у списку шарів, потім – *Add Layer* і на зображенні рельєфу за допомогою курсора у вигляді хрестика прокладаємо лінію профілю. Для завершення лінії, клацаємо двічі лівою кнопкою миші на останній точці в профілі. У вікні *Profile tool* з'явиться профіль рельєфу місцевості (рис. 58).

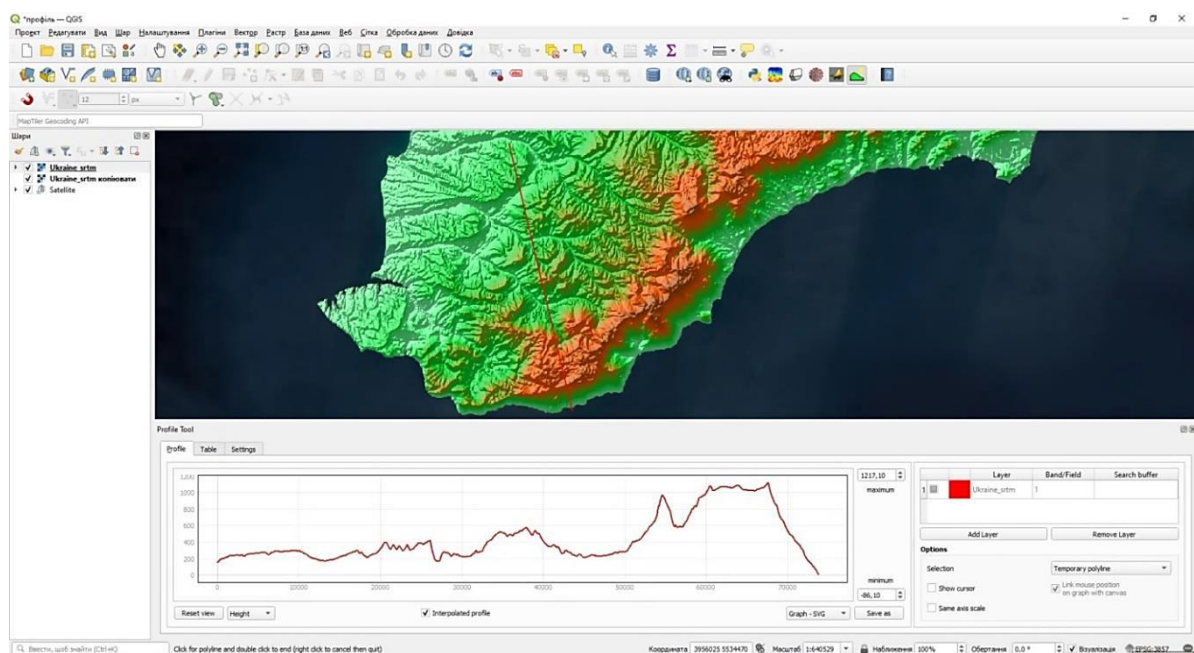


Рис. 58. Область карти з побудованим профілем рельєфу місцевості у вікні **Profile tool** в програмі *QGIS*

За потреби можна змінити показники мінімальної і максимальної точок на профілі. Для цього змінюємо відповідні цифри в полі праворуч від зображення профілю. Показники висот і горизонтальне прокладання – у метрах.

Програма дає змогу побудувати на одному графіку кілька профілів. При цьому профілі відрізняються за кольором.

Для збереження профілю вибираємо формат збереження (наприклад, *Graph-PNG* або *Graph-SVG*) і клацаємо *Save as* із зазначенням місця збереження профілю (рис. 59).

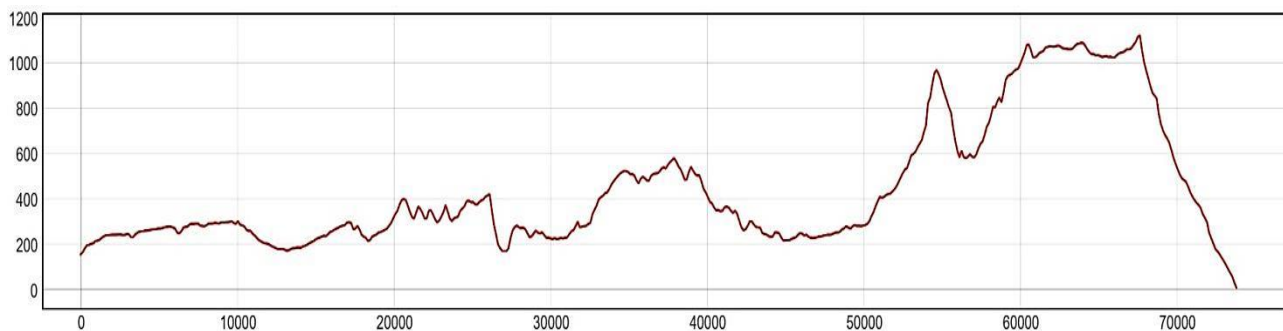


Рис. 59. Збережений профіль рельєфу місцевості у форматі SVG

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Дайте визначення поняттю географічного профілю місцевості.
- 3.2. У чому полягає сутність побудови профілю рельєфу місцевості на основі цифрової моделі рельєфу?
- 3.3. Опишіть порядок побудови профілю рельєфу місцевості за допомогою плагіну *Profile tool* в програмі QGIS.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація QGIS.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.

4.3. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики : навч. посіб. / за заг. ред. О.О. Світличного. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с.

4.4. Шелестов А. Ю., Куссуль Н. М. Аналіз геопросторових даних. Лабораторний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 47 с.

4.5. QGIS Tutorials and Tips.

URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 7

ВЕКТОРИЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В QGIS. ШЕЙП-ФАЙЛИ

Мета: формування вмінь векторизації точкових, лінійних і площинних об'єктів у середовищі *QGIS* і створення шейп-файлів.

1. Теоретичний блок

Векторизація – це операція перетворення даних з растрового формату у векторний. Принцип конвертації растрових зображень у векторні просторові дані полягає в перенесенні змісту кожної комірки растру до векторної точки, положення якої відповідає, наприклад, геометричному центру цієї комірки (рис. 60).

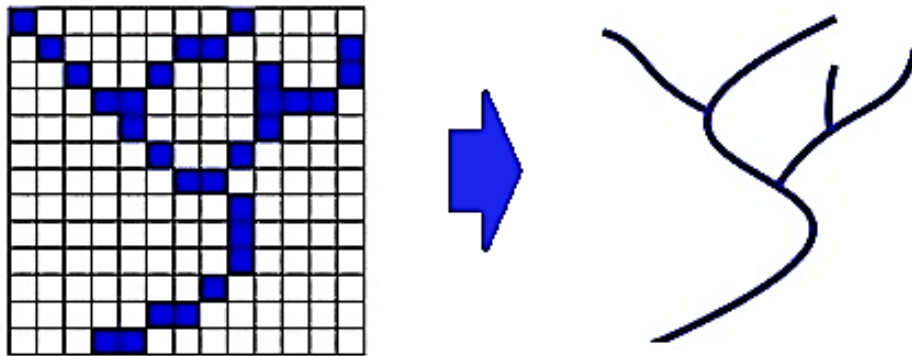


Рис. 60. Перенесення змісту кожної комірки растру до векторної точки під час векторизації

Однак на практиці реалізація цього принципу ускладнюється розмитістю лінійних об'єктів і територіальних меж, наявністю шумів, особливо під час векторизації даних дистанційного зондування або растрових зображень, отриманих шляхом сканерного введення. У цьому випадку необхідно провести попередню обробку растрових зображень.

Векторизація супроводжується процесом генералізації растрового зображення і, як результат, спрощенням отриманої векторної моделі (рис. 61).



Рис. 61. Векторизація растрового зображення у векторне

Векторні зображення зазвичай створюються і редагуються за допомогою спеціальних програм – графічних редакторів. Такий редактор входить до складу більшості інструментальних систем ГІС. Окрім цього, існує велика кількість спеціалізованих програм – векторизаторів (*AlgoLab*, *WinTopo*, *TracTrix* тощо).

Векторизація растрових зображень здійснюється трьома способами:

- ручним – обведення кожної лінії оператором вручну.
- напівавтоматичним – із навчанням системи та участю оператора в інтерактивному режимі;
- автоматичним – із навчанням системи без участі оператора.

Ручна векторизація здійснюється в три етапи. Перший – вибір просторових об’єктів для оцифрування. Другий – власне векторизація: курсор векторизатора переміщується по структурних елементах об’єктів векторизації на растровому зображенні. Третій – заповнення атрибутивної таблиці для векторизованих об’єктів.

Шейп-файл (Shapefile) – це цифровий векторний формат компанії *ESRI* для збереження просторової і пов’язаної з нею атрибутивної інформації про географічні об’єкти, який також використовується в більшості професійних ГІС. Він є непридатним для збереження топологічної інформації.

Власне, шейп-файл містить набір файлів (три і більше) з однаковим ім’ям і різними розширеннями в одній теці (рис. 62):



Рис. 62. Зразок складу шейп-файлу у **Windows Explorer**

.shp – містить власне набір об’єктів (точок, ліній і полігонів);

.dbf – атрибутивний файл; містить атрибути об’єктів, описаних в *.shp* файлі у форматі dBase IV;

.shx – індексний файл для зв’язку між файлами *.dbf* і *.shp*;

.prj – інформація щодо використаної проєкції;

.htm – метадані у форматі *HTML* тощо.

Важливою особливістю шайп-файлів є те, що в одному файлі можуть бути об’єкти лише одного типу – або полігони, або лінії, або точки. Відповідно, карту, де потрібні всі три типи об’єктів, описує мінімум три шейп-файли. Форми, а також дані атрибутів можуть створювати нескінченну множину уявлень про географічні дані.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. У якості картографічної основи використаємо відкритий георесурс *QuickMapServices*. Для цього клікніть на панелі інструментів *Плагіни* та виберіть *Управління та становлення плагінів...* У командному рядку вікна введіть *Quick* і виберіть плагін *QuickMapServices*. Натисніть *Перевстановити плагін* та *Закрити*. Клікніть *Веб* і виберіть *QuickMapServices*, а потім *Search QMS*.

У командний рядок вікна *Search QMS* (рис. 63) введіть *ESRI*, а потім додайте (*Add*) шари *ESRI World Imagery* (супутникова основа) і *ESRI World Topo* (топографічна основа).

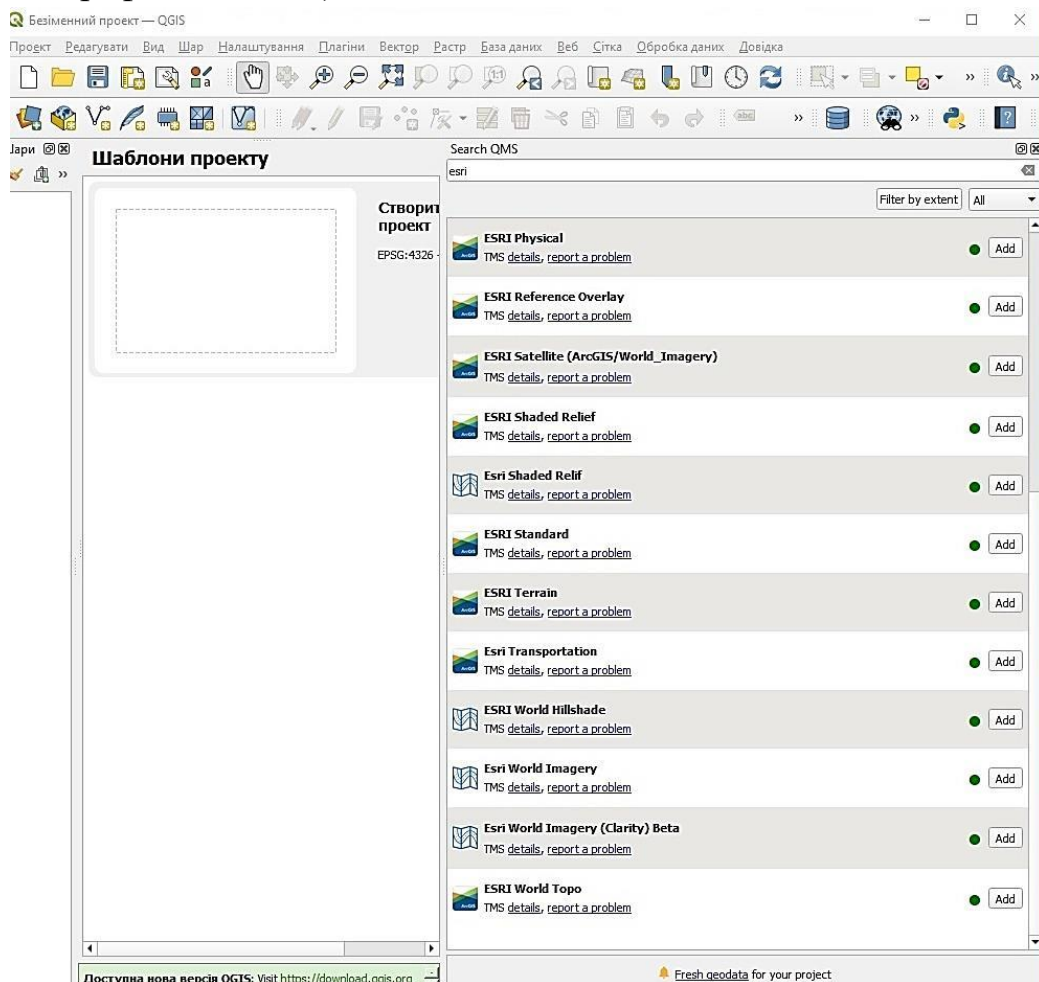


Рис. 63. Вікно *Search QMS* програми *QGIS*.

Закрийте вікно *Search QMS*. В області *Список шарів* з'явиться два рядки з назвою вибраних шарів. Щоб зробити активним шар *ESRI World Imagery*, треба навпроти нього поставити мітку. В *Області карти* з'явиться супутниковий знімок планети (рис. 64).

Збільшіть масштаб до необхідного розміру і знайдіть за вибором місцевість для формування векторних шарів (рис. 65). Для пошуку рекомендуємо використовувати шар *ESRI World Topo*. Для цього потрібно зробити його активним, а шар *ESRI World Imagery*, дезактивувати.

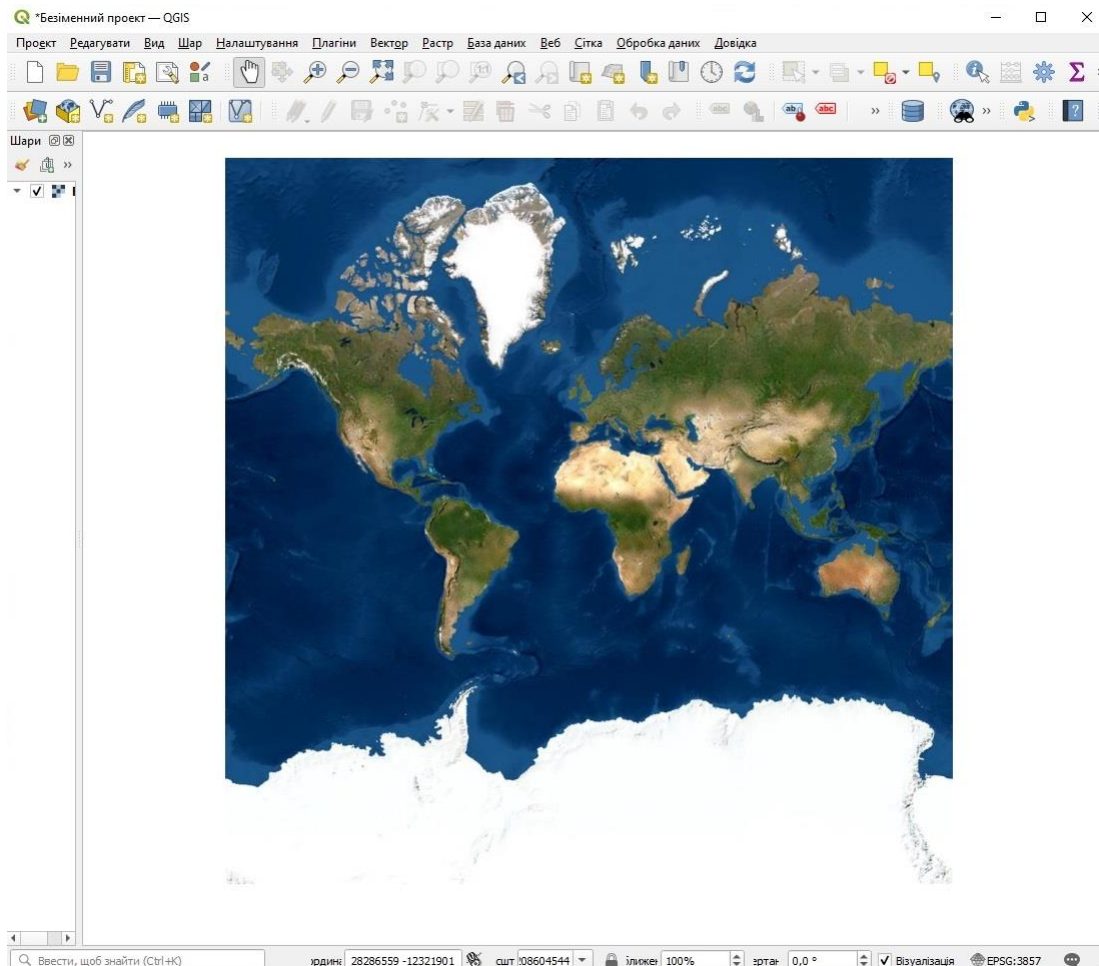


Рис. 64. Зображення шару **ESRI World Imagery** у вікні програми *QGIS*.

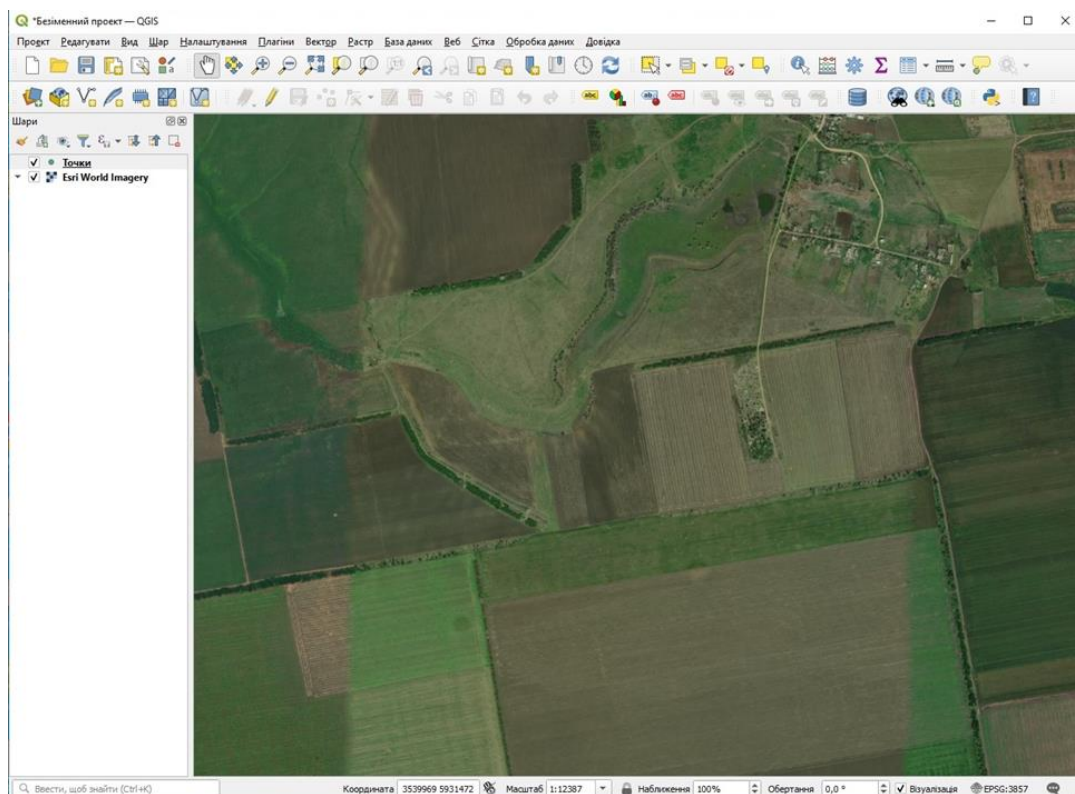



Рис. 65. Фрагмент супутникового зображення у вікні програми *QGIS*.

Для векторизації точкових об'єктів зробить активним шар *ESRI World Imagery*. Виберіть об'єкти для векторизації. Залежно від масштабу основи це можуть бути поодинокі дерева, стовпи, окремі будівлі тощо.

Кликніть *Створити шар Shapefile...* . У вікні *Створити шар Shapefile* (рис. 66) введіть назву файлу шару точкових об'єктів і в рядку *Тип геометрії* виберіть *Point*. Установіть систему координат, що відповідає системі координат шару основи – *EPSG:3857*. Кликніть *OK*. В області *Список шарів* з'явиться рядок із назвою шару точкових об'єктів.

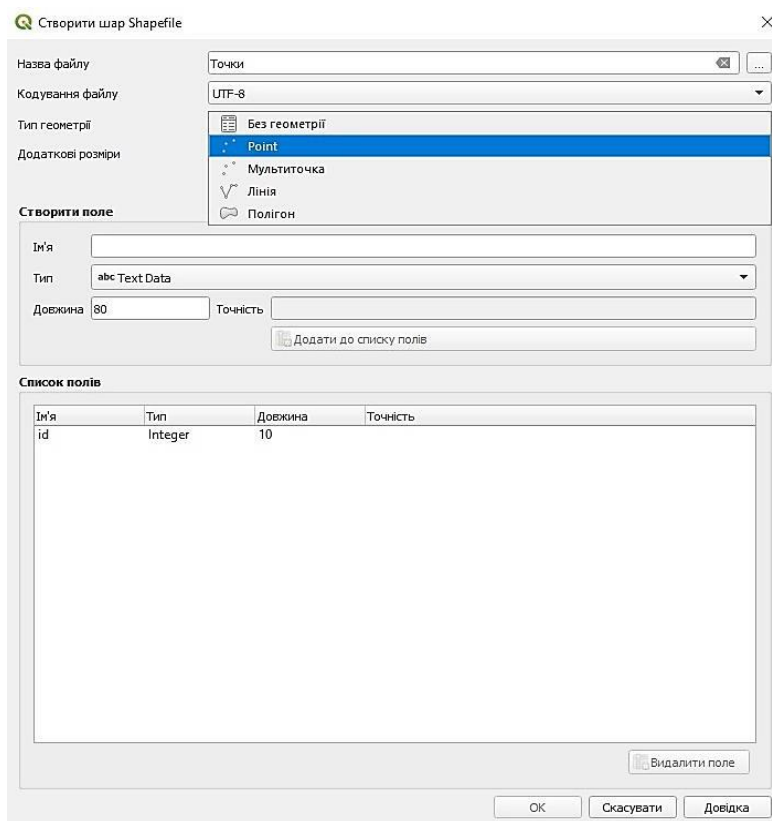







Рис. 66. Вікно *Створити шар Shapefile* програми *QGIS*

За допомогою функції *Стилізація шару*  відкриється вікно, у якому можна сформуванати стиль точок (рис. 67). Виберіть потрібний стиль візуалізації точкових об'єктів на карті (розмір, колір, заливка тощо).

Кликніть *Переключити Редагування* , а потім *Додати точковий об'єкт* . Курсором у вигляді значка  позначте точки на супутниковому зображенні. Після позначення кожної точки відкриється вікно *Атрибути об'єкта*, у якому треба ввести його ідентифікаційний код (рис. 68). Під час використання інструмента оцифрування можна змінювати масштаб карти за допомогою коліщатка миші, а області огляду – за допомогою лівої

кнопки миші. Якомога частіше зберігайте зміни шару, натискаючи на піктограми .

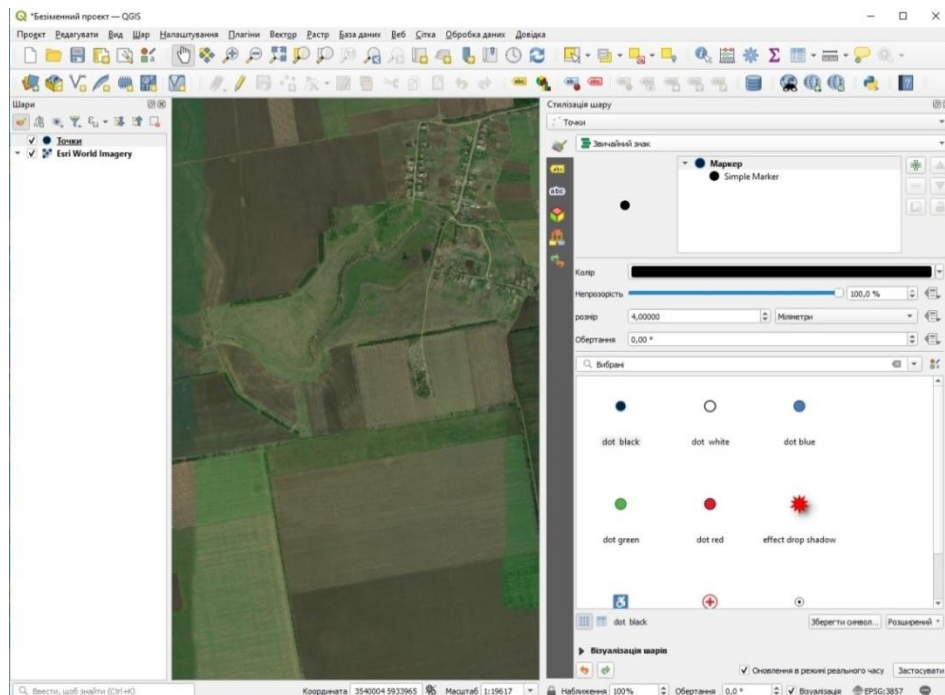


Рис. 67. Вікно Стилізація шару програми QGIS.

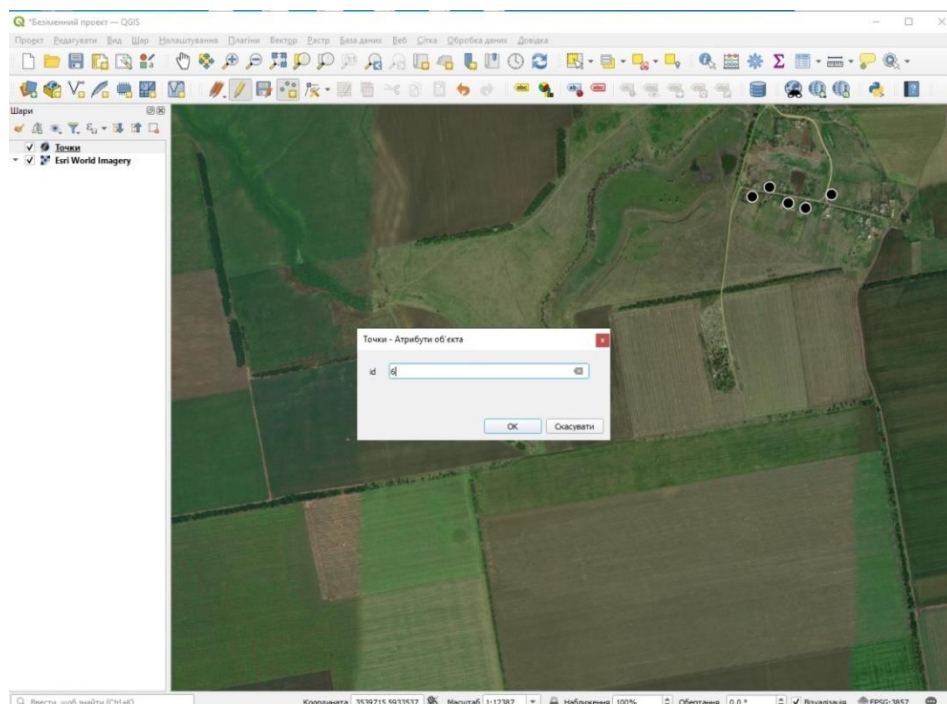


Рис. 68. Вікно Атрибути об'єкта програми QGIS.

За аналогією векторизуйте лінійні (дороги, лінії електропередач, кордони тощо) та полігональні (площинні) об'єкти. Відмінність у векторизації точкових об'єктів полягає лише в тому, що для окреслення контура цих об'єктів необхідно кликати лівою кнопкою миші щоразу при зміні його напрямку, а також по завершенню окреслення об'єкта треба клацнути правою кнопкою миші та ввести його атрибути (назву) – рис. 69.

Створіть макет карти та екпоруйте його у формат PDF. По завершенню збережіть проєкт.

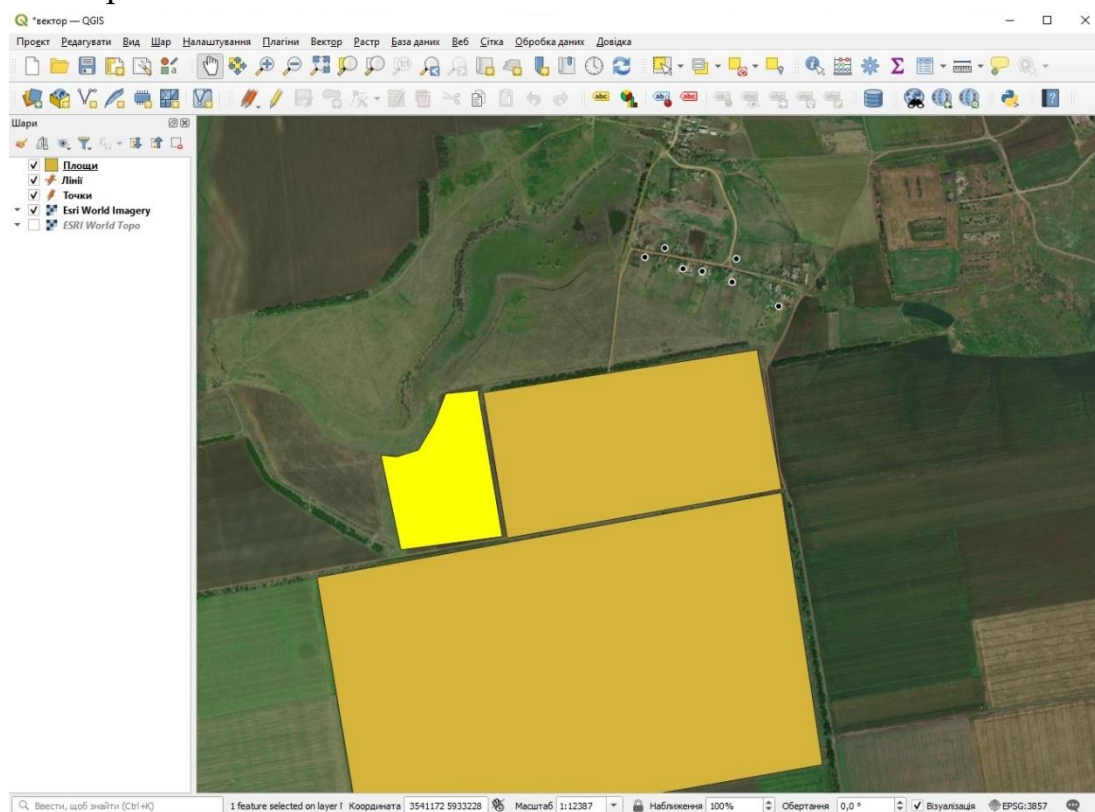


Рис. 69. Вікно з векторизованими об'єктами в програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність операції векторизації?
- 3.2. Якими способами здійснюється векторизація растрових зображень?
- 3.3. Охарактеризуйте етапи здійснення ручної векторизації.
- 3.4. Дайте визначення шейп-файлу.
- 3.5. Стисло опишіть шейп-файли.
- 3.6. Наведіть загальний опис порядку робіт із ручної векторизації географічних об'єктів у середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Бялик І. М. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Географічні інформаційні системи і технології» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня. Рівне : НУВГП, 2021. 43 с.
- 4.2. Вовк В.М., Мацібора О.В. Геоінформаційні технології в географії : навч.-метод. посіб. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. 76 с.
- 4.3. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.
- 4.4. QGIS Tutorials and Tips.
URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html.

Практична робота 8

ОПЕРАЦІЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ МЕТОДОМ IDW В QGIS. ПОБУДОВА ГОРИЗОНТАЛЕЙ

Мета роботи: навчитися проводити операції інтерполяції просторово-атрибутивних даних методом зворотнього зважування відстаней (*IDW*) та будувати ізолінії в середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Інтерполяція – процес отримання значень певної властивості в точках, розташованих між точками вимірів (рис. 70А). Тобто призначення просторової інтерполяції в ГІС полягає в тому, щоб заповнити проміжки між відомими точками вимірів і таким чином змодельувати безперервний розподіл властивості (атрибуту). Оцінка значення невідомої точки ґрунтується на значеннях точок вибірки і відносній відстані між ними (рис. 70Б).

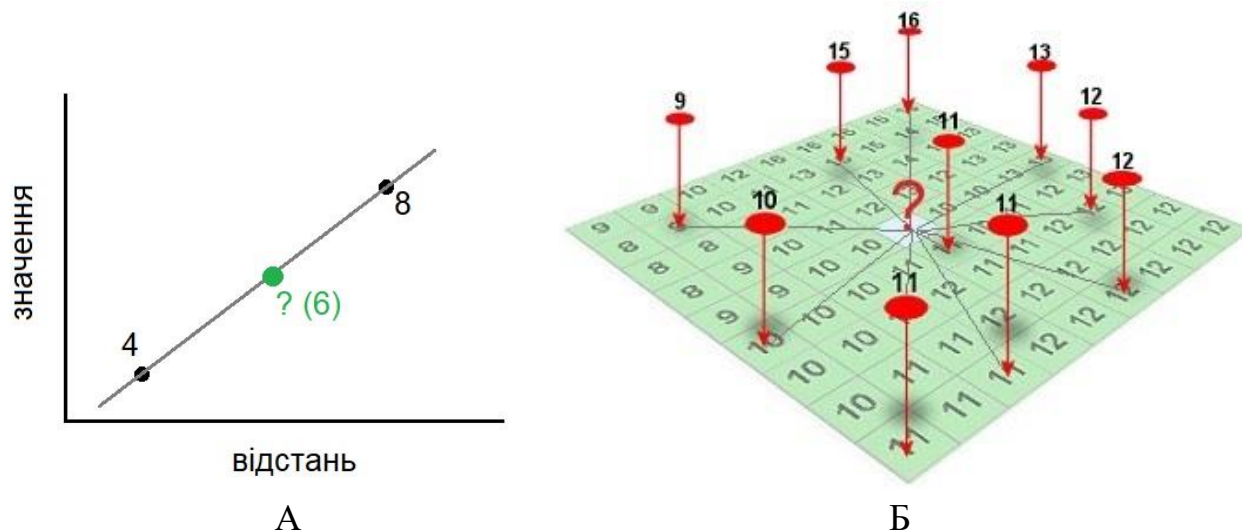


Рис. 70. Механізм визначення певної властивості в невідомих точках за допомогою процесу інтерполяції значень точок вимірів

Операцію інтерполяції в ГІС використовують для створення растрових поверхонь метеорологічних показників територій (температури, вологості, атмосферного тиску), забруднення повітря, просторового розподілу соціально-економічних показників тощо.

Інтерполяція будується на припущенні, що просторово розподілені об'єкти корелюються в просторі, тобто об'єкти, розташовані поруч, мають схожі характеристики.

Просторова інтерполяція точкових даних ґрунтується на основі векторної моделі поверхні. Для цього необхідний набір (мережа) точок із даними про їх просторове розміщення (координати X , Y) і кількісне значення параметра Z у цих точках (атрибутивні дані).

Здебільшого мережа (набір, сітка) таких вихідних точок є нерегулярною (задана в деяких точках досліджуваної ділянки простору), має різну щільність, великі розриви тощо.

Завданням просторової інтерполяції є побудова на основі мережі вихідних векторних точок суцільної растрової поверхні із заданим розміром кроку сітки вузлів, що розраховуються. Залежно від необхідної просторової точності обирається різний крок інтерполяції (кількість вузлів сітки на одиницю площі). На підставі числових значень точок даних розраховується значення для кожного вузла мережі, що інтерполюється. Зазвичай процедура інтерполяції виконується для області прямокутної форми – растра (рис. 71).

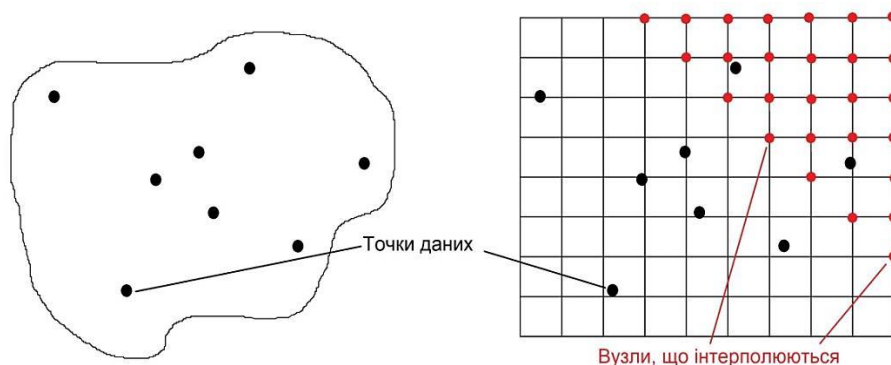


Рис. 71. Приклад невпорядковано отриманих даних для інтерполяції

Для побудови інтерпольованої поверхні в арсеналі ГІС є багато методів: інтерполяція методом зворотнього зважування відстаней (*IDW*), інтерполяція TIN, теплокарта, Spline тощо.

Метод зворотно-зважених відстаней (*IDM*) передбачає, що кожна вхідна точка має вплив, який зменшується при збільшенні відстані від точки виміру. Припущення, покладене в основу методу, полягає в тому, що значення атрибута *Z* у довільній точці простору, де не проводилися вимірювання, є середньоваговим за відстанню із значень у точках вимірювань, розміщених по сусідству в межах певного радіуса або вікна навколо цієї точки.


В *IDW* можна контролювати вплив точок вимірів на обчислення на підставі їх відстані від осередків. У завданні великого значення ступеня вплив ближніх точок буде значнішим, поверхня вийде детальнішою і менш гладкою. Завдання меншого значення ступеня збільшить вплив дальніх точок, і поверхня вийде більш гладкою.

Для більш яскравої візуалізації просторової диференціації растрової поверхні, побудованої методом зворотно-зважених відстаней (*IDM*), на її основі подається векторна поверхня у вигляді ізоліній. Ізолініями називаються лінії, що з'єднують точки з однаковими значеннями (наприклад, висоти, температури, рівні забруднень або атмосферний тиск). Розподіл ліній демонструє зміну значень поверхні. У більшості ГІС використовується функція, за допомогою якої будуються ізолінії.

2. Практичний блок

2.1. Визначення центроїдів

Відкрийте програму *QGIS*. У якості картографічної основи використаємо відкритий георесурс *QuickMapServices*. Якщо це раніше встановлений у програмі модуль, то в полі інструментів клацаємо на піктограмі

QuickMapServices , вибираємо *Search QMS* і у вікні, що відкриється, додаємо (*Add*) шар *Esri World Topo* (топографічна основа).

Якщо плагін ще не встановлений, кликніть на панелі інструментів *Плагіни* та виберіть *Управління та становлення плагінів...* У командний рядок вікна (рис. 8.3) введіть *Quick* і виберіть плагін *QuickMapServices*. Натисніть *Встановити плагін* та *Закрити*. Кликніть *Веб* і виберіть *QuickMapServices*, а потім *Search QMS*.

У командний рядок вікна *Search QMS* (рис. 72) введіть *ESRI*, а потім додайте (*Add*) шар *ESRI World Topo*.

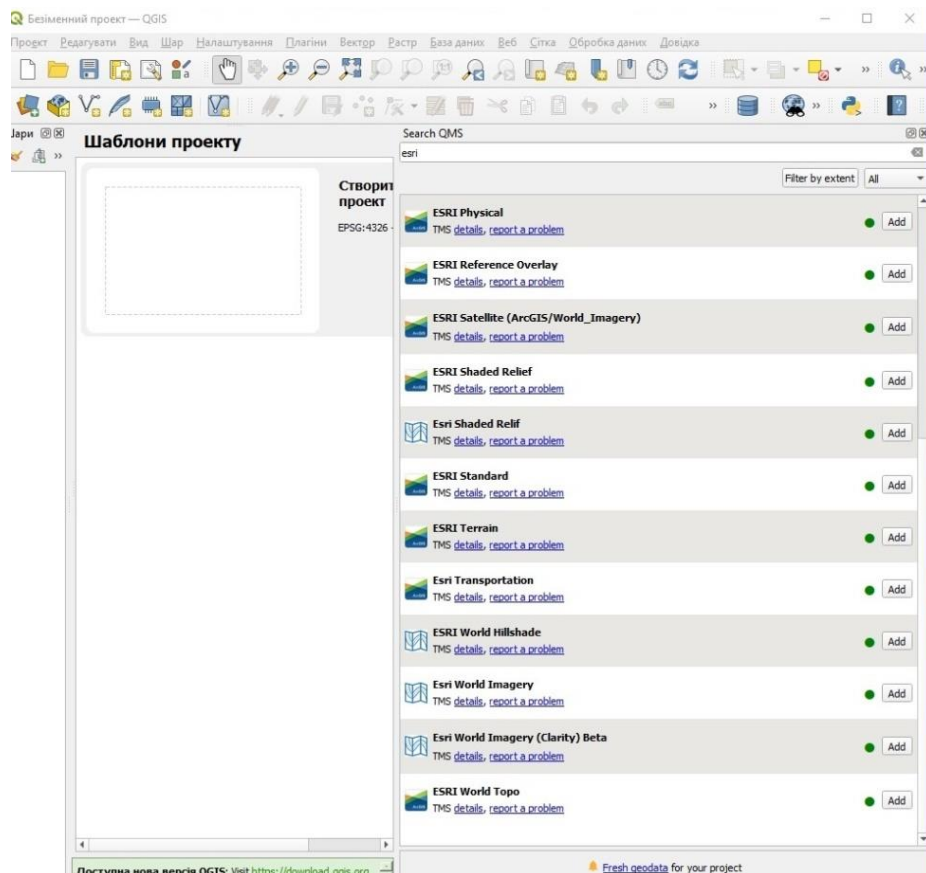


Рис. 72. Вікно *Search QMS* програми *QGIS*.

Завантажте за посиланням шар із векторизованими кордонами адміністративних одиниць України – рис. 73:

(https://drive.google.com/file/d/1kExnc3vqGebVvUWNILL8wdKO8MQzddwF/view?usp=share_link).

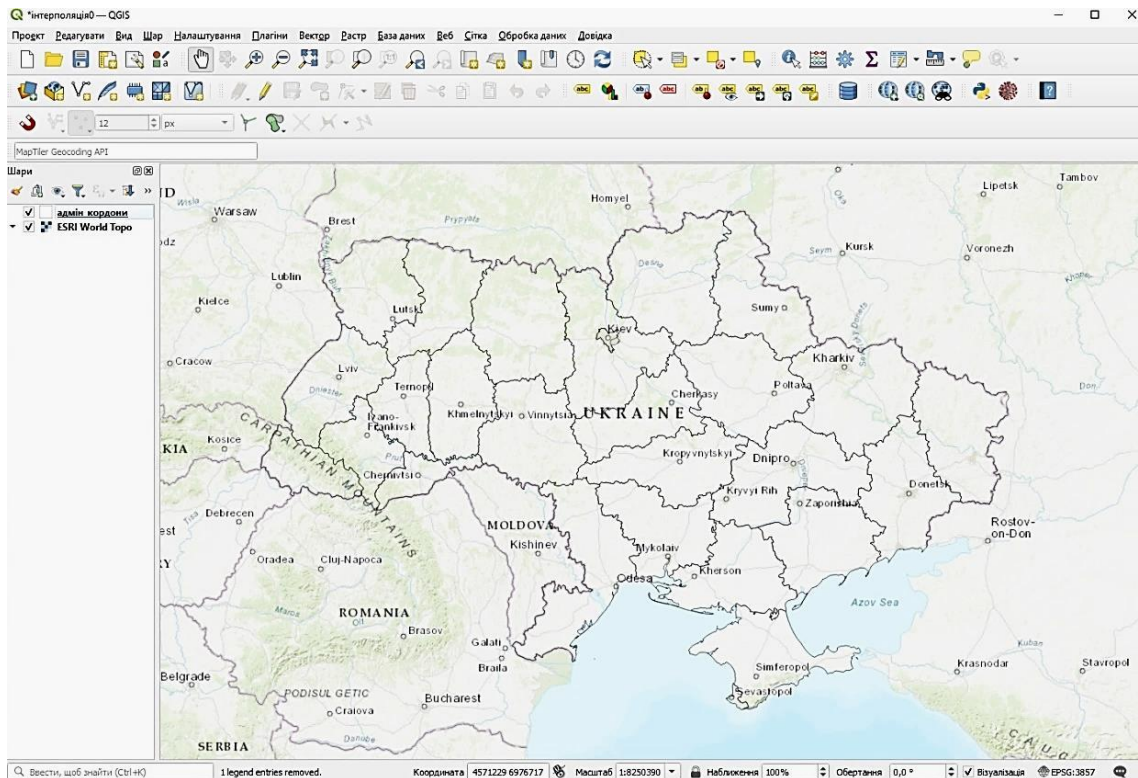


Рис. 73. Карта кордонів адміністративних одиниць України

Для проведення операції інтерполяції необхідно визначити географічні центри кожної з адміністративних територій України. Для цього виконуємо: *Вектор* ▶ *Інструменти геометрії* ▶ *Центроїди* (рис. 74).

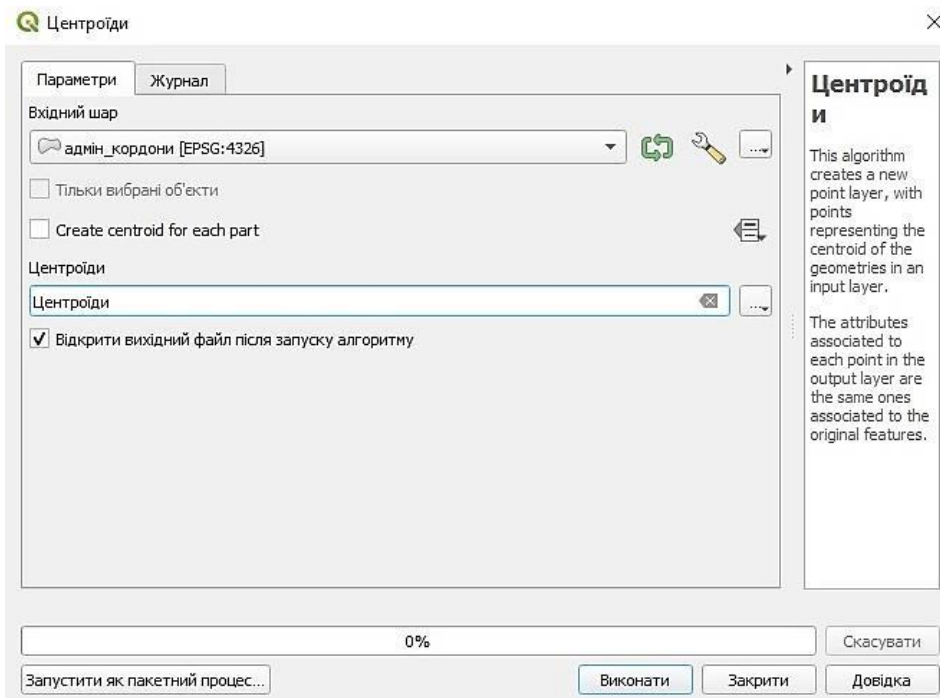


Рис. 74. Вікно *Центроїди* програми *QGIS*

У вікні *Центроїди* вводимо такі параметри:

- **Вхідний шар:** вводимо назву шару, у якому виконуємо операцію визначення центроїдів (у нашому випадку – *адмін._кордони [EPSG:4326]*).

- **Центроїди:** клацаємо на три крапки, вибираємо *Зберегти у файл* і вказуємо адресу для зберігання.
- **Відкрити вихідний файл після запуску алгоритму:** активуємо. Клацаємо *Виконати*, після завершення операції – *Закрити*. У списку шарів з'явиться шар під назвою збереження, а на карті – позначення центроїдів кожної з адміністративних одиниць країни (рис. 75).

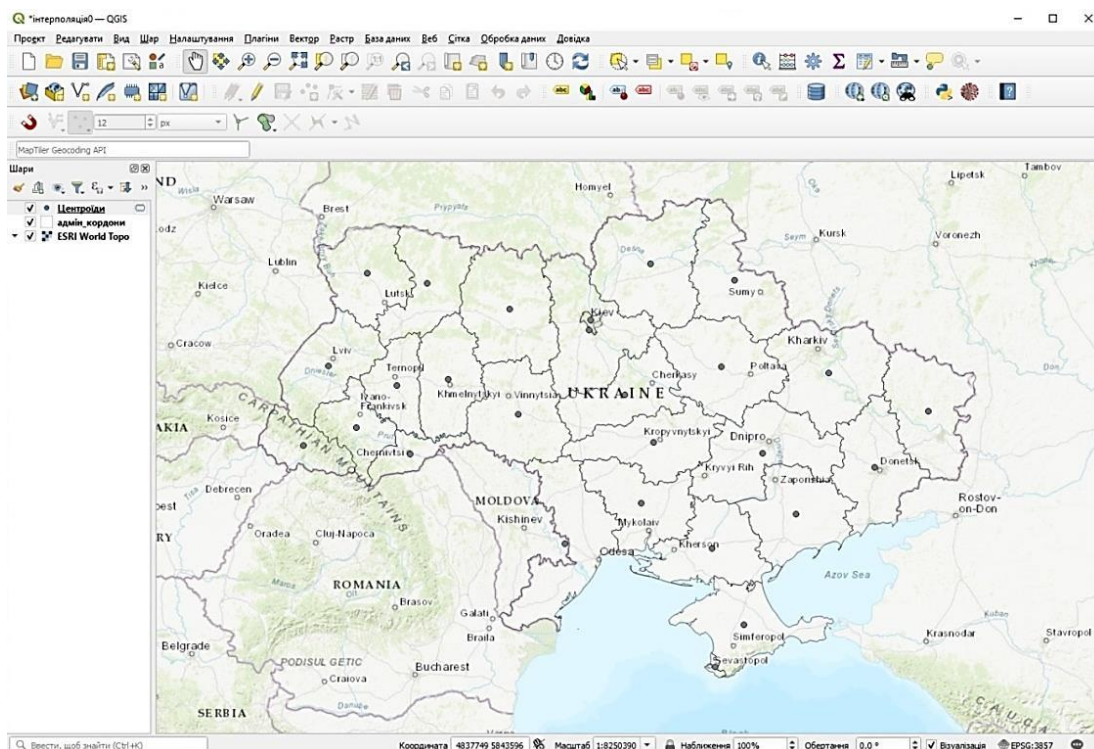


Рис. 75. Карта кордонів адміністративних одиниць України з позначенням їх центроїдів

2.2. Інтерполяція даних



Активуємо шар із центроїдами (у нашому випадку – Центроїди) і відкриваємо таблицю атрибутів цього шару, кликнувши на піктограмі

Відкрити таблицю атрибутів



. У таблицю атрибутів (рис. 76) треба ввести показники згідно з варіантом завдання. Показники можна отримати за посиланням:

https://drive.google.com/file/d/1CTrqrlIiRFqDxp4TSZzPIXIAJ6Q3ZOQA/view?usp=share_link.

Для введення показників за допомогою клавіатури треба клацнути на піктограмі *Переключити режим редагування* , а потім – *Нове поле* . У вікні *Додати поле* ввести такі параметри:

- **Ім'я:** вводим назву показника, за яким треба виконати операцію інтерполяції (наприклад: температура, кількість опадів, вологість тощо).

- **Тип:** зазначаємо тип атрибута (ціле число, десяткове число, дата тощо). У нашому випадку – *Десяткове число*.

Клацаємо *ОК*.


Центр — Features Total: 27, Filtered: 27, Selected: 0


123 fid = € 123 Оновити все Оновити вибрано

	fid	GID_1	NAME_1	VARNAME_1	NL_NAME_1
1	2	UKR.1_1	Cherkasy	Cherkas'ka Obl...	Черкаська
2	3	UKR.2_1	Chernihiv	Chernigov Tsch...	Чернігівська
3	4	UKR.3_1	Chernivtsi	Chernivets'ka O...	Чернівецька
4	5	UKR.4_1	Crimea	Crimée Criméia...	Крим
5	6	UKR.5_1	Dnipropetrovs'k	Dnipropetrovsk...	Дніпропетровс...
6	7	UKR.6_1	Donets'k	Donetsk Donets...	Донецька
7	8	UKR.7_1	Ivano-Frankivs'k	Ivano-Frankovs...	Івано-Франків...
8	9	UKR.8_1	Kharkiv	Charkow Jarkov...	Харківська
9	10	UKR.9_1	Kherson	Cherson Kherso...	Херсонська
10	11	UKR.10_1	Khmel'nyts'kyy	Khmelnitsky Kh...	Хмельницька
11	12	UKR.12_1	Kiev	Kiev Oblast Kie...	Київська
12	13	UKR.11_1	Kiev City	Kyiv	Київ
13	14	UKR.13_1	Kirovohrad	Kirovograd Kiro...	Кіровоградська
14	15	UKR.14_1	L'viv	Lemberg Lvov ...	Львівська
15	16	UKR.15_1	Luhans'k	Luhansk Lugan...	Луганська
16	17	UKR.16_1	Mykolayiv	Mykolaiv Nikol...	Миколаївська
17	18	UKR.17_1	Odessa	Odesa Odes'ka ...	Одеська
18	19	UKR.18_1	Poltava	NA	Полтавська
19	20	UKR.19_1	Rivne	Rovno Rivnens'...	Рівненська
20	21	UKR.20_1	Sevastopol'	Sebastopol Aqyar	Севастополь
21	22	UKR.21_1	Sumy	NA	Сумська
22	23	UKR.22_1	Ternopil'	Ternopol Terno...	Тернопільська
23	24	UKR.24_1	Vinnytsya	Vinnytsia Vinnit...	Вінницька
24	25	UKR.25_1	Volyn	Volhynia Volyns...	Волинська
25	26	UKR.23_1	Zakarpattia	Transcarpathia ...	Закарпатська

Показати всі об'єкти


Рис. 76. Таблиця атрибутів у програмі QGIS

За допомогою клавіатури вводимо в таблицю показники кожної з адміністративних одиниць України. По завершенню треба клацнути на піктограмі *Переключити режим редагування*  і закрити таблицю.

Клацаємо на піктограмі *Панель інструментів*  і в вікні *Панель інструментів Обробки даних* виконуємо: *Інтерполяція* ▶ *Інтерполяція методом зворотнього зважування відстаней (IDW)*.

У вікні *Інтерполяція методом зворотнього зважування відстаней (IDW)* вводимо такі параметри (рис. 77):

- **Векторний шар:** прописуємо назву векторного шару, створеного за рахунок формування центроїду геометрії. У нашому випадку – Центроїд.

- **Атрибут інтерполяції:** зазначаємо показник із таблиці атрибутів, введений для операції інтерполяції і клацаємо на піктограмі ,

- **Коефіцієнт відстані P:** встановлюємо показник 2,000000.

- **Екстент:** клацаємо на три крапки і виконуємо: *Обчислити з шару* ▶ вказуємо шар, створений за рахунок формування центроїду геометрії. У нашому випадку – Центроїд. У якості альтернативи можна використати функцію *Use Map Canvas Extent*.

- **Розмір вихідного рядка:** рядки – 1000; колонки – 1000.

- **Інтерпольовано:** клацаємо на три крапки, вибираємо *Зберегти у файл*, зазначаємо адресу для зберігання, назву і тип файлу *.img*. Клацаємо *Виконати* і *Закрити*.

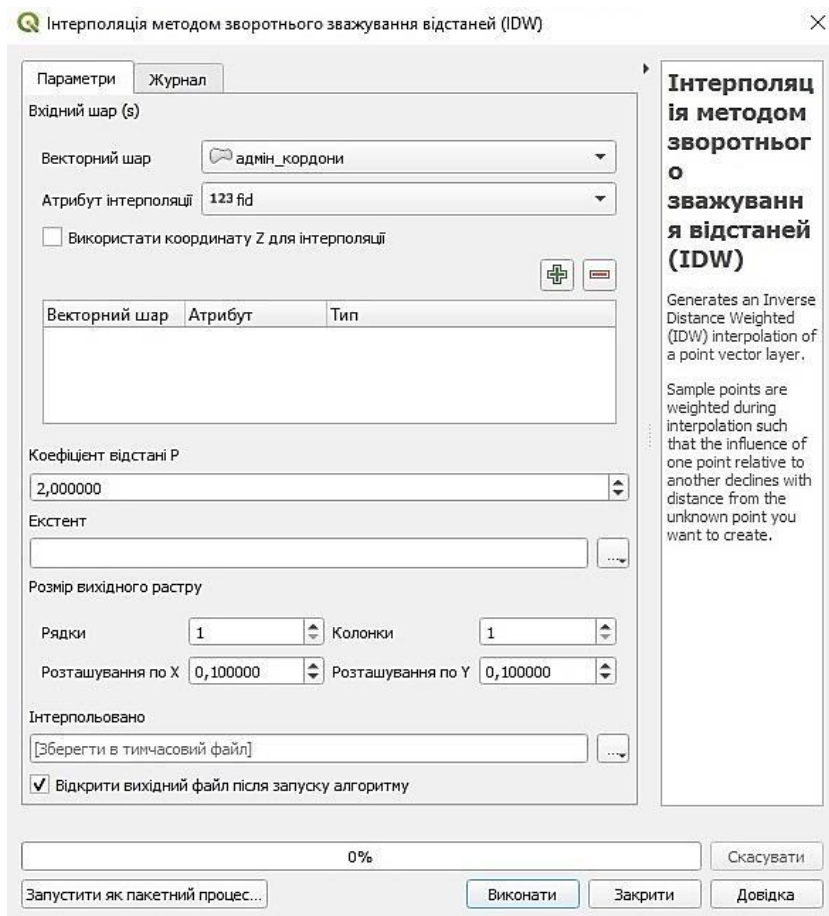


Рис. 77. Вікно *Інтерполяція методом зворотнього зважування відстаней (IDW)* програми *QGIS*

На карті з'явиться тоноване растрове зображення просторової інтерполяції показників за адміністративним одиницям країни (рис. 78), а у списку шарів – рядок із назвою шару інтерполяції (у нашому випадку, *Інтерполяція*).

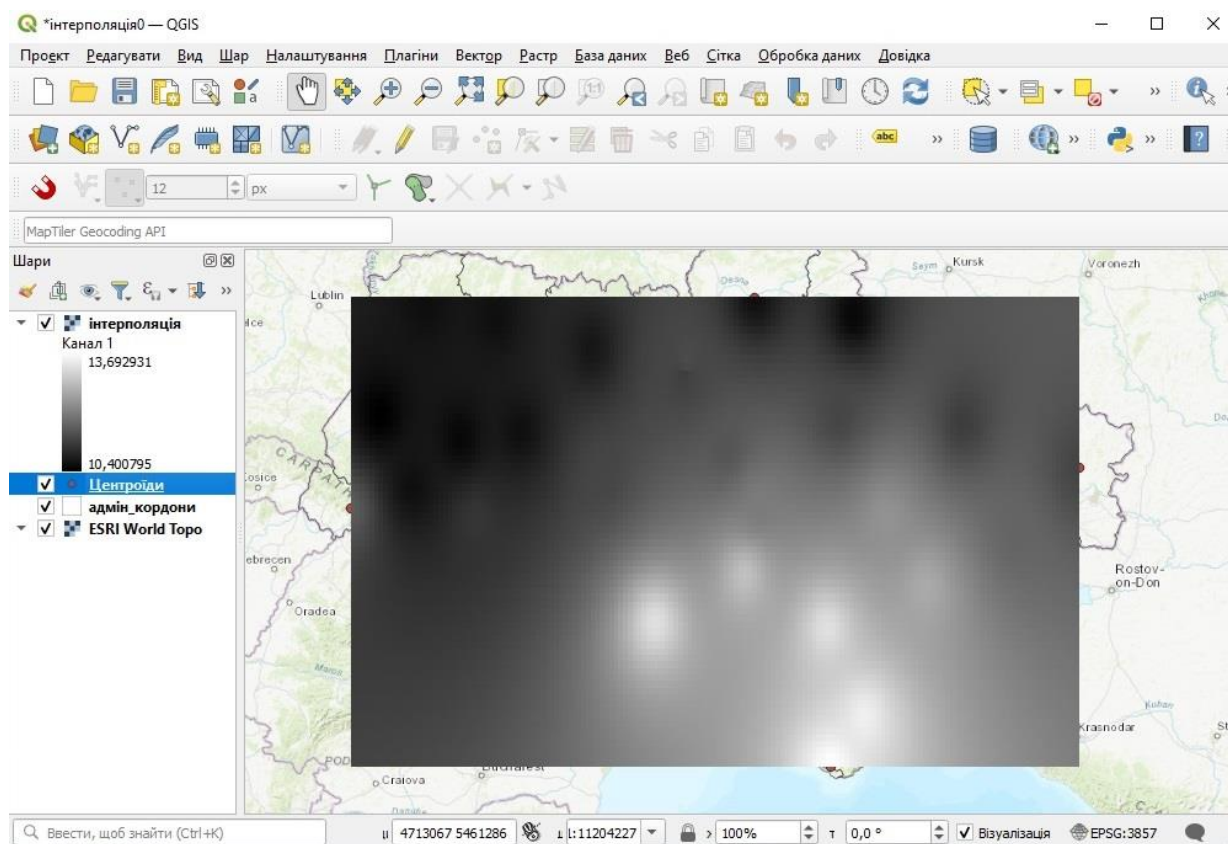


Рис. 78. Растрове зображення шару інтерполяції показників за адміністративним одиницям країни

Клацаємо двічі в рядку з назвою інтерпольованого шару, у вікні *Властивості шару* (рис. 79) активуємо функцію *Символіка* і вводимо такі параметри:

- **Тип візуалізації:** Одноканальний псевдоколір.
- **Інтерполяція:** Лінійна.
- **Градiєнт:** Spectral, Інвертувати градiєнт.
- **Label precision:** 1.
- **Режим:** Неперервний.

Клацаємо *Застосувати* і *ОК*.

Растрове зображення просторової інтерполяції показників за адміністративними одиницями України набуває кольору (рис. 80). Ще раз клацаємо двічі в рядку з назвою інтерпольованого шару і у вікні *Властивості шару* активуємо функцію *Прозорість*. За допомогою повзунка зменшуємо повну непрозорість до показника 70-75%. Це забезпечить можливість часткового перегляду топографічної основи через растрове зображення просторової інтерполяції показників.

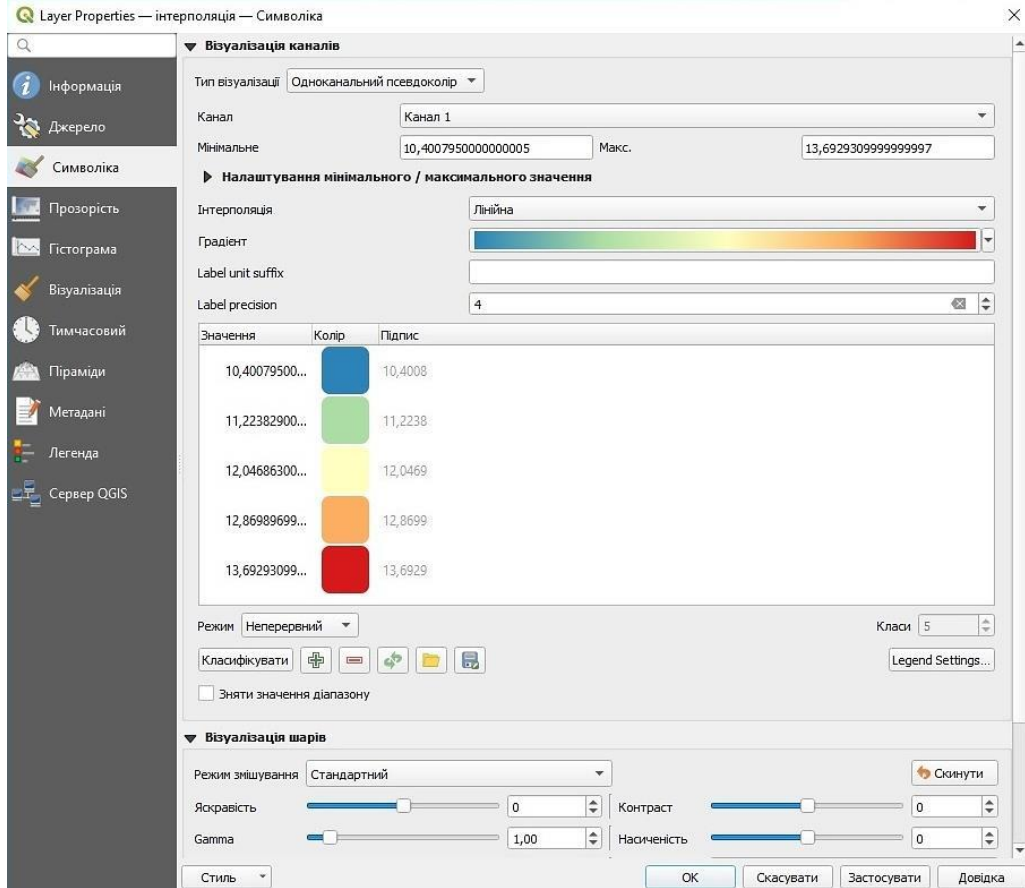


Рис. 79. Вікно Властивості шару в програмі QGIS

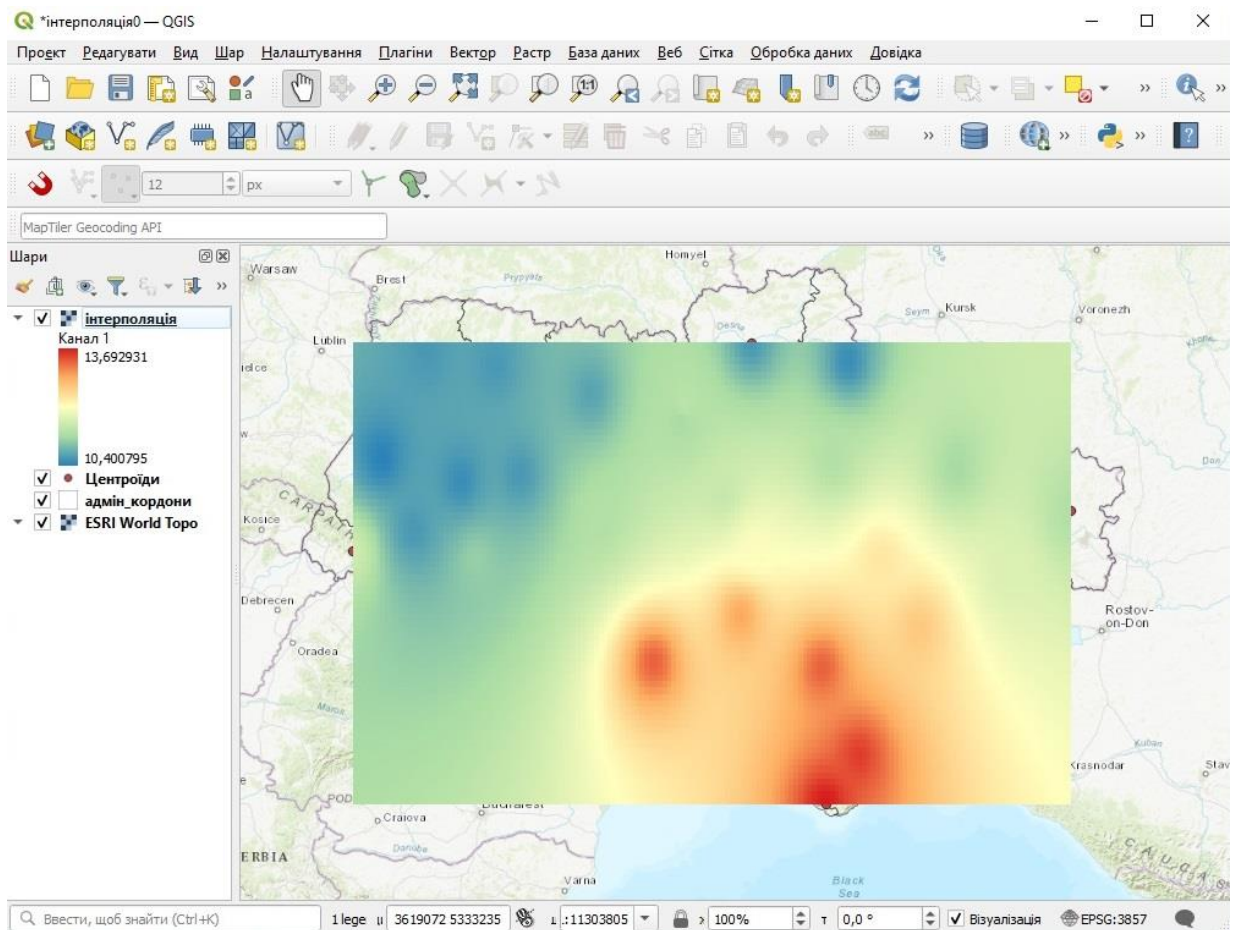


Рис. 80. Растрове зображення шару інтерполяції показників за адміністративними одиницями країни в кольоровому відображенні

2.3. Побудова ізоліній

Для побудови горизонталей виконайте: *Растр* ▶ *Вилучення* ▶ *Ізолінія....* У вікні *Ізолінія* (рис. 81) встановіть:

- **Вхідний шар:** прописуємо назву векторного шару, створеного за рахунок операції інтерполяції. У нашому випадку – *Інтерполяція*.

- **Інтервал між ізолініями** – встановлюємо інтервал між ізолініями відповідно до розподілу даних. У нашому випадку – *0,5*.

- **Ізолінії:** клацаємо на три крапки, вибираємо *Зберегти у файл*, зазначаємо адресу для зберігання.

Клацаємо *Виконати*, а після завершення процесу розрахунку горизонталей – *Закрити*. На поверхні растру інтерполяції з'являться горизонталі (рис. 82), а в списку шарів – шар *ізолінії*.

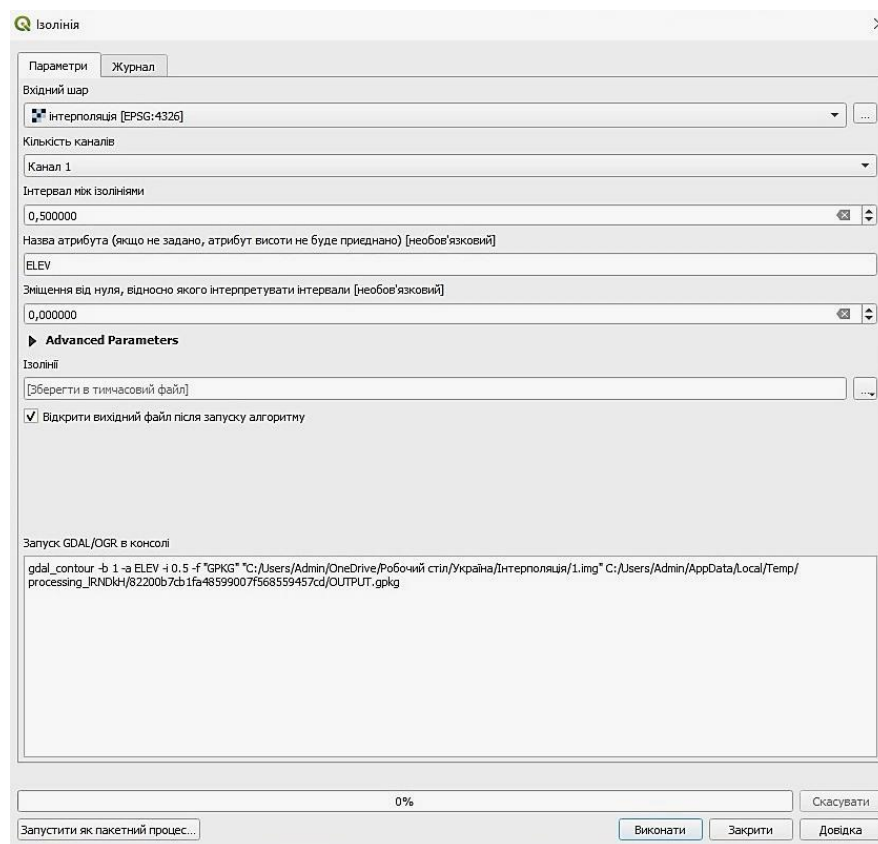


Рис. 81. Вікно *Ізолінія* програми *QGIS*

За потреби можна винести на карту показники значень кожного з центроїдів, а також горизонталей. Для цього клацаємо двічі лівою кнопкою миші на рядку з назвою відповідного шару, у вікні *Властивості шару* вибираємо *Підписи* і встановлюємо:

- **Верхній командний рядок:** *Single Labels*.

- **Значення:** зазначаємо назву показника, за яким здійснювалася відповідна операція (наприклад, для шару ізоліній – *ELEV*).

- **Текст:** вказуємо шрифт тексту, стиль, розмір і колір.

Клацаємо *Застосувати* і *ОК*.

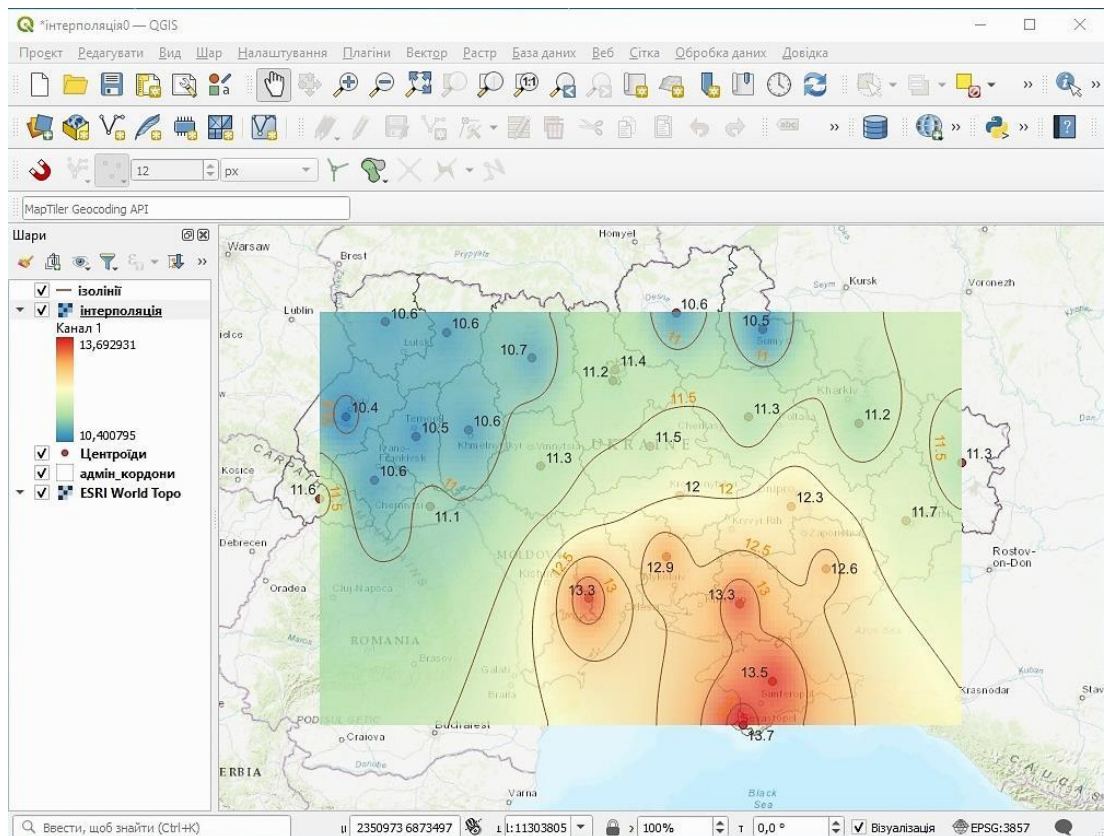


Рис. 82. Карта, побудована способом ізоліній у програмі QGIS

По завершенню створюємо макет для друку.

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність процесу інтерполяції?
- 3.2. Назвіть завдання просторової інтерполяції.
- 3.3. У чому полягає сутність методу зворотно-зважених відстаней (*IDM*)?
- 3.4. Дайте визначення поняття ізолінії.
- 3.5. Опишіть порядок робіт із виконання інтерполяції методом зворотно-зважених відстаней (*IDM*) у середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація QGIS.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Кн. 2. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.

4.3. Світличний О. О., П'яткова А. В. Практикум з геоінформатики : навч.-метод. посіб. Одеса: Вид-во ОНУ імені І. І.Мечникова, 2018. 176 с.

4.4. QGIS Tutorials and Tips.

URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 9

ПРОСТОРОВА ВИБІРКА. ОПЕРАЦІЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ МЕТОДОМ ТЕПЛОКАРТ У QGIS.

Мета роботи: навчитися проводити просторову вибірку та операції інтерполяції методом теплокарт у середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Однією з ключових можливостей геоінформаційних систем є виконання просторових операцій із векторними даними. Така операція вимагає вхідний шар, із яким вона проводиться, а на виході отримуємо результуючий шар. Таким чином просторова операція призводить до створення нових даних.

Вибір необхідної частини інформації з однієї чи декількох картографічних баз даних здійснюється за допомогою запитів. За допомогою різних інструментів організації запитів, що входять практично до будь-якого пакету ГІС, формулюються вимоги до інформації, яку необхідно виокремити із загального масиву доступних даних і подати у певному вигляді.

Просторова вибірка дає можливість обрати всі об'єкти (точкові, лінійні та полігональні), які знаходяться всередині позначеної оператором полігональної області. Важливо, що крім зміни просторової інформації (меж об'єктів), також відповідно змінюється й атрибутивна інформація.

Під час організації просторових вибірок використовуються різні функції визначення взаємоположення просторових об'єктів. Просторове положення розраховується стосовно до одиничних об'єктів, груп об'єктів чи всієї сукупності об'єктів зазначених шарів. Приклади просторових вибірок:

- до вибірки потрапляють об'єкти, позначені стрілкою-курсором;
- до вибірки потрапляють усі об'єкти, що навіть частково розташовані в межах визначеного полігону (рис. 83А, Б);

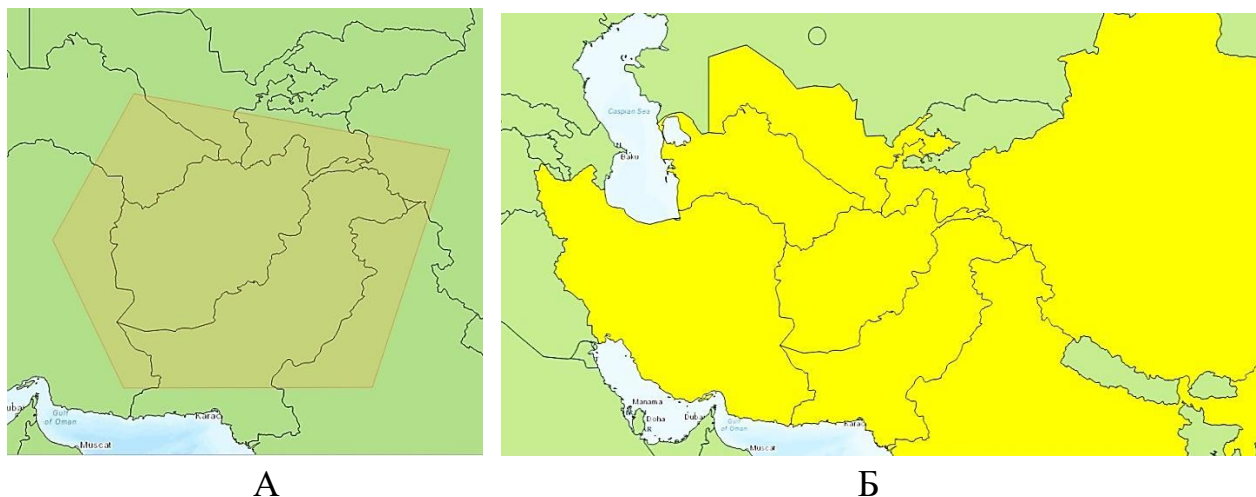


Рис. 83. Приклад просторової вибірки об'єктів (Б), що навіть частково розташовані в межах визначеного полігону (А)

- до вибірки потрапляють об'єкти, що навіть частково розташовані в межах кола, визначеного радіуса від вказаної в просторі точки (рис. 84А, Б).

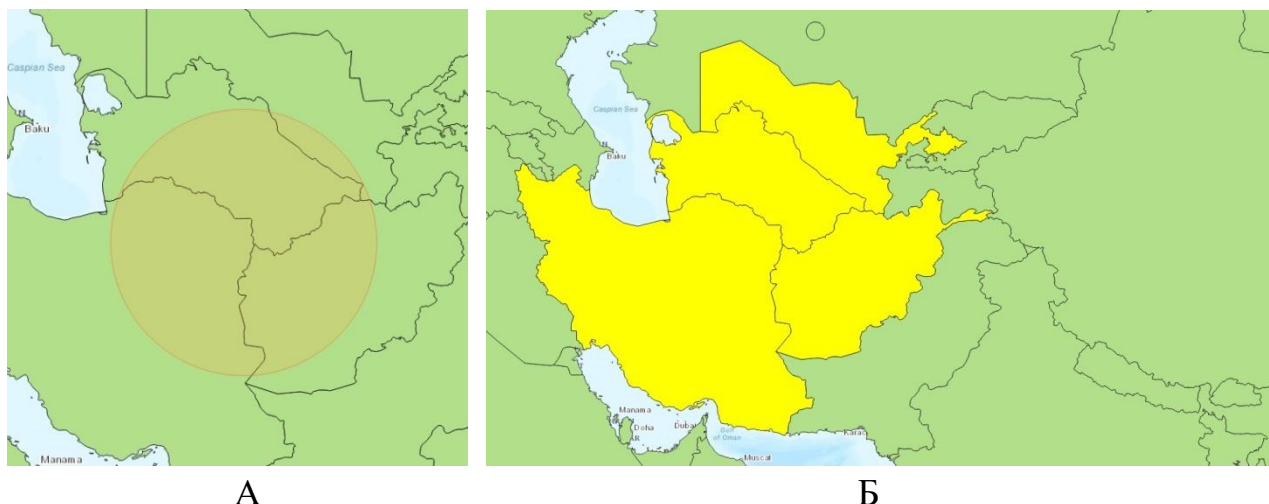


Рис. 84. Приклад просторової вибірки об'єктів (Б), що навіть частково розташовані в межах кола, визначеного радіуса від вказаної в просторі точки (А)

Теплові карти (карти інтенсивності) – один із найкращих інструментів візуалізації для скупчень точкових даних, з точки зору ГІС, і є методом відображення географічної кластеризації явищ. Цифрові теплокарти використовуються для того, щоб легко ідентифікувати кластери, де є висока концентрація діяльності.

Теплове цифрове картографування – це спосіб географічної візуалізації місць розташування, який дає змогу виявити закономірності підвищеної концентрації таких показників, як-от: злочинна діяльність, дорожньо-транспортні пригоди або розташування магазинів.

Теплові карти демонструють щільність точок на території у вигляді растру. Зображення карти утворюється шляхом створення буферів навколо кожної точки в наборі даних. Після вибору радіусної відстані кола буферу, на карті відображається кількість кіл, що перекриваються в кожному пікселі растру (рис. 85). Збільшення кількості кіл, що перекриваються, характеризує вищу щільність і відповідно візуалізується в забарвленні карти, і навпаки.

Одним із способів створення теплової карти є інтерполяція дискретних точок для створення безперервної поверхні, відомої як поверхня густини. При розрахунку поверхні густини необхідно визначити три основні параметри, що впливають на результати: розмір комірки растрових даних, радіус пошуку і тип розрахунку інтерполяції.

Ураховуючи, що вихідний файл є растровим файлом, *розмір комірки* буде визначальним фактором щодо ступеня деталізації розрахунків.

Радіус пошуку є другим параметром, який необхідно встановити. Радіус пошуку – це область навколо кожного осередку, яку програмне забезпечення ГІС враховуватиме при розрахунку щільності. Якщо встановити маленький

радіус пошуку, то шаблони щільності будуть обмежені безпосередньою областю точкових об'єктів, а якщо великий, то шаблони щільності стануть надто узагальненими.

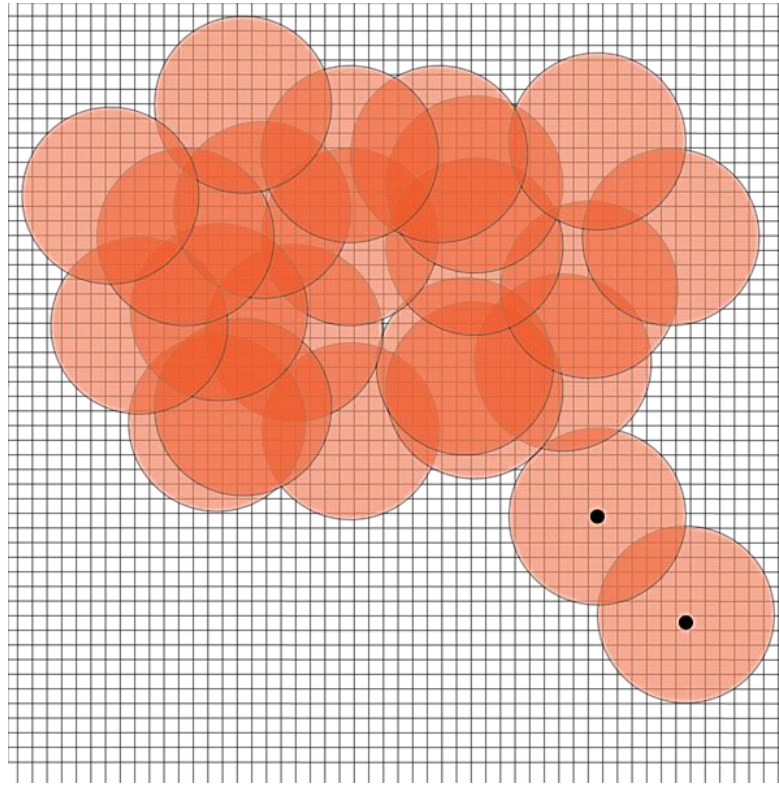


Рис.85. Формування растрового зображення теплової карти

Третій параметр – *тип розрахунку*, який використовується при інтерполяції поверхні густини. Вибір відповідного методу інтерполяції залежить від кількох факторів, зокрема, таких, як-от: тип даних, характер зв'язку між змінними, необхідна точність, масштаб даних тощо.

Для подання цифрових теплокарт використовують різноманітні кольорові схеми, що дає змогу помічати більше деталей на картографічному зображенні. Головним є те, щоб збільшення показників на карті відповідало збільшенню насиченості кольорів теплокарти.

2. Практичний блок

1. Просторова вибірка

Відкрийте *QGIS*, для цього клікніть на ярлику програми. Відкриється вікно програми *Quantum GIS*.

Зайдіть на сайт *Natural Earth* (загальнодоступний набір картографічних даних) за посиланням:

<https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-cultural-vectors/>.

Скачайте з сайту два пакети файлів: *Admin 0 – Countries* (векторизовані кордони 258 країн світу) та *Populated Places* (векторизовані місця розташування найбільших міст світу). Розархівуйте їх і перемістіть за

допомогою мишки файли в списку шарів. Там з'явиться два рядки з назвою цих шарів, а в області карти візуалізується зображення карти світу. Шар *ne_10m_populated_places* повинен бути розташований у списку вище шару *ne_10m_admin_0_countries*. Це забезпечить візуалізацію позначень міст зверху на зображенні кордонів країн (рис. 86).

На наступному етапі на карті світу треба виділити об'єкти для досліджень, згідно з отриманим завданням. Наприклад, для побудови теплової карти найбільших міст Африки треба провести вибірку просторових даних тільки для цього континенту і зберегти їх у вигляді окремого шару. Вибірка проводиться окремо для шару з містами (точкові векторні дані) та для шару з позначеннями адміністративними кордонами країн (полігональні векторні дані).

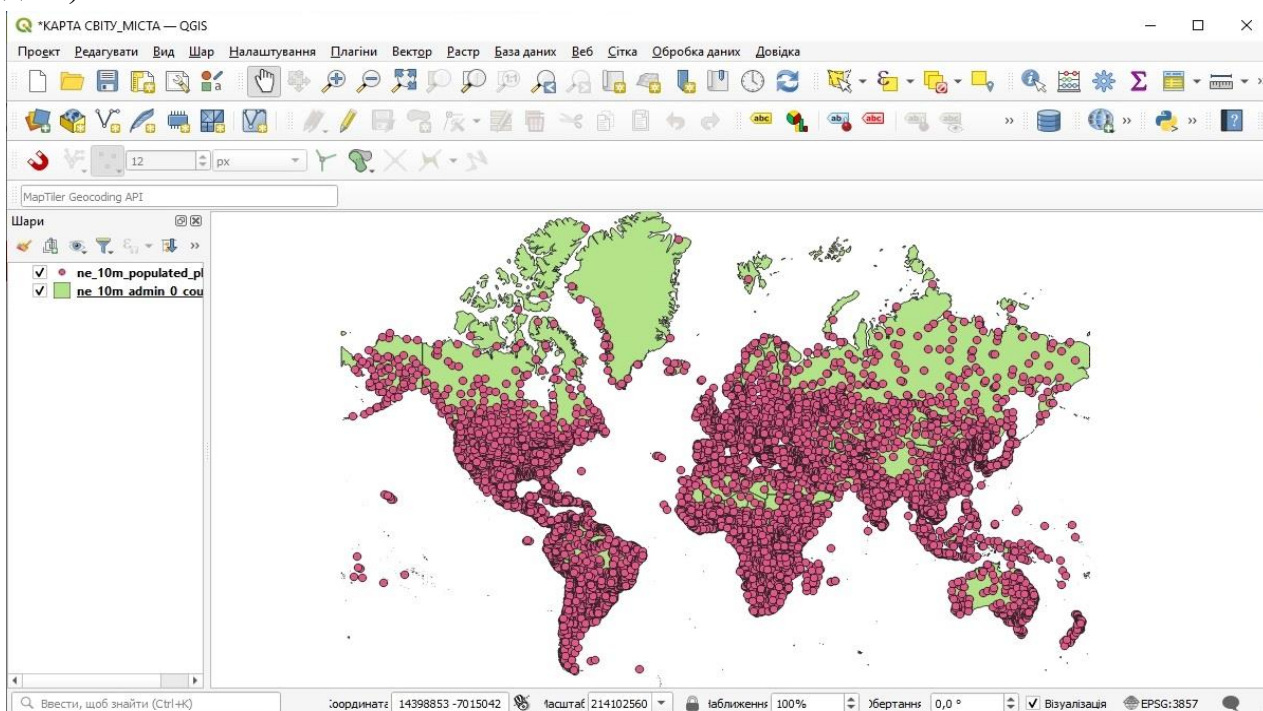



Рис. 86. Зображення шарів, завантажених із георесурсу **Natural Earth** у вікні програми **QGIS**.

Для цього, по-перше, дублюємо шар з адміністративними кордонами (ne_10m_admin_0_countries) і активуємо його. Потім клацаємо на піктограмі *Обрати об'єкти за полігоном*  і вибираємо функцію *Обрати об'єкти за полігоном* (рис. 87).

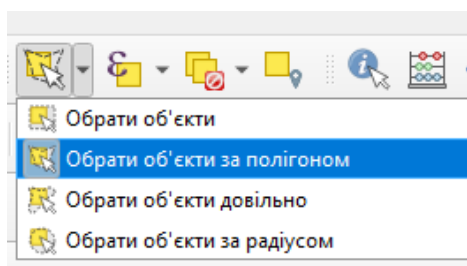


Рис. 87. Вибір функції **Обрати об'єкти за полігоном** у програмі **QGIS**

Курсором позначаємо полігон об'єкта, для якого треба виконати просторову вибірку (у нашому випадку – Африки, рис. 88А), а по завершенню клацаємо правою кнопкою миші. Територія виділеного об'єкта забарвлюється жовтим кольором (рис. 88Б). Для збереження цього об'єкта клацаємо правою кнопкою миші на рядку з назвою дубльованого шару і вибираємо: *Експорт* ▶ *Зберегти об'єкти як....* У вікні *Зберегти векторний шар як...*(рис. 89) встановлюємо:

- **Формат:** GeoPackage.

- **Назва файлу:** вказуємо місце збереження файлу та його назву (у нашому випадку – Африка).

- **Система координат:** встановлюємо систему координат шару WGS 84 / Pseudo-Mercator.

- **Зберегти тільки вибрані файли** – активуємо.

Клацаємо *ОК*. У списку шарів з'явиться шар із назвою збереженого шару (*Африка*, у нашому випадку).

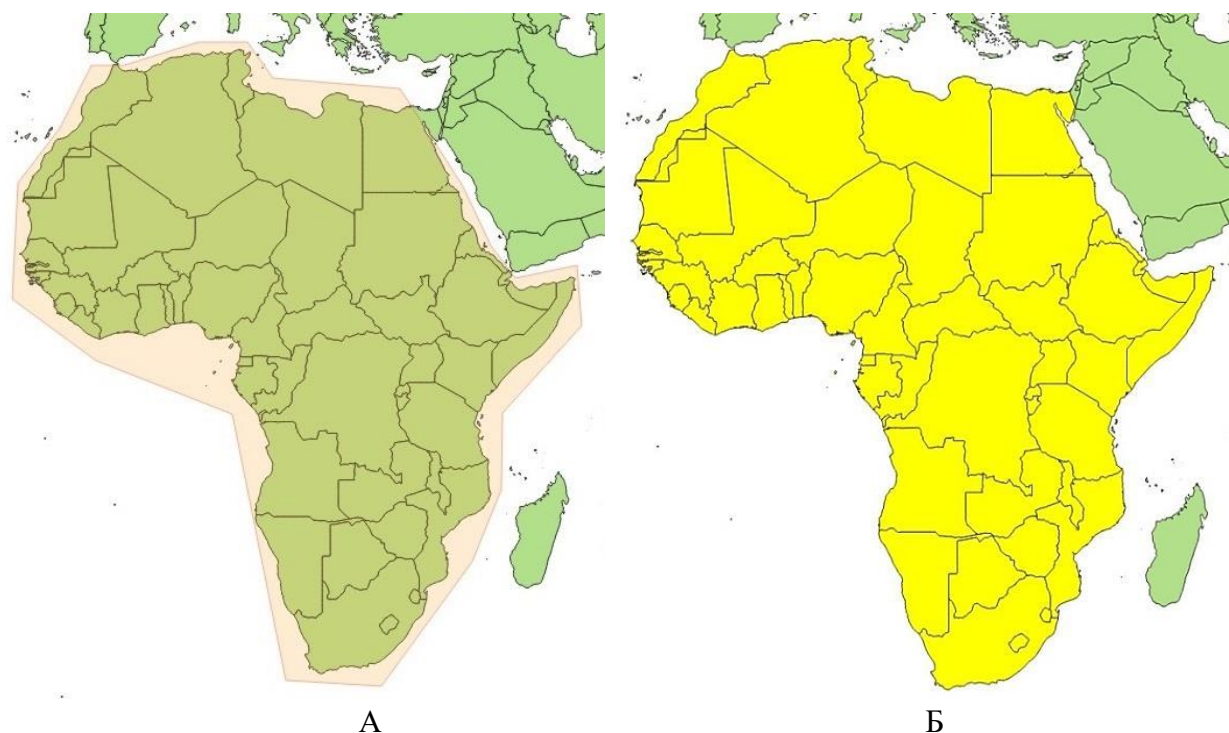


Рис. 88. Аналітична операція просторової вибірки шару полігональних об'єктів у програмі QGIS

Аналогічно виконуємо просторову вибірку точкових об'єктів із шару 10m populated places. Але в цьому випадку після виділення полігону жовтим кольором забарвлюються позначення міст на карті (рис. 90А, Б). Зберігаємо шар під іншою назвою (у нашому випадку, *Африка_місто*).

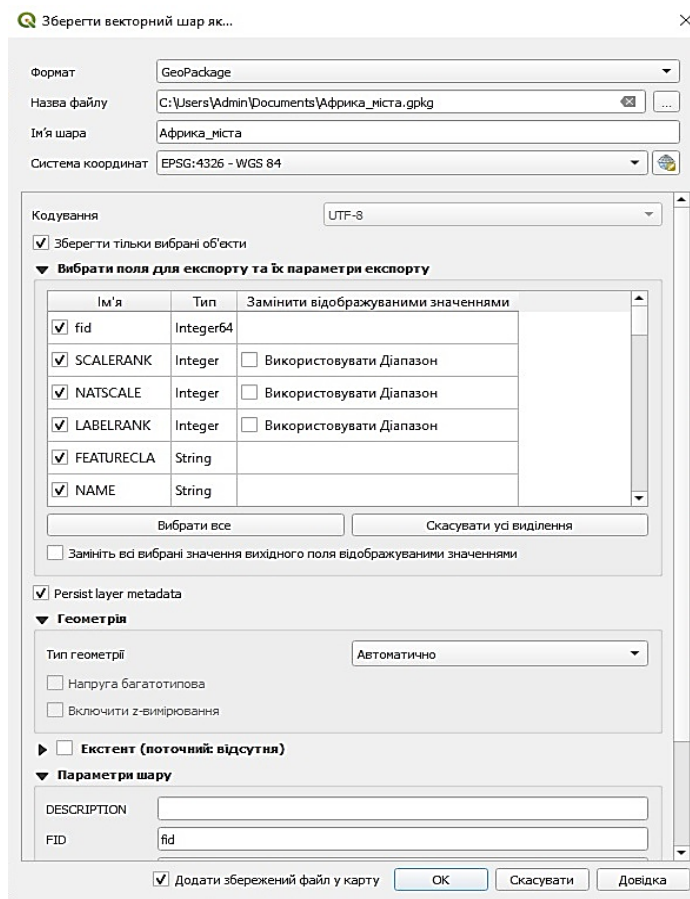


Рис. 89. Вікно Зберегти векторний шар як... у програмі QGIS

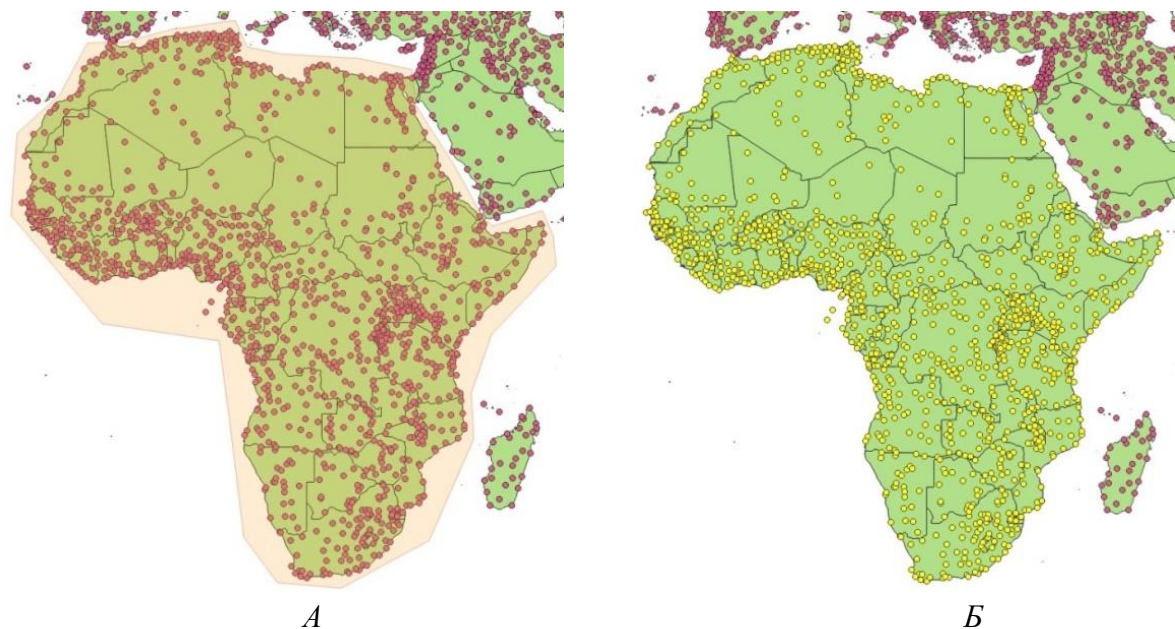



Рис. 90. Аналітична операція просторової вибірки шару точкових об'єктів у програмі QGIS

2. Побудова теплокарти.

Для побудови теплокарти міст виділеного об'єкта активуємо лише два збережені шари та доповнюємо шаром *ESRI World Topo* (дивись практичну роботу 4: ЕЛЕМЕНТИ КАРТИ. ПОБУДОВА КАРТИ ЗАСОБАМИ QGIS) для створення загального фону майбутньої карти. За допомогою лівої кнопки миші

клацаємо в рядку з назвою шару з містами виділеного об'єкта (у нашому випадку: *Африка_місто*).

Клацаємо на піктограмі *Панель інструментів*  і у вікні *Панель інструментів Обробки даних* виконуємо: *Інтерполяція* ▶ *Теплокарта (Оцінка Щільності Ядра)*.

У вікні *Теплокарта (Оцінка Щільності Ядра)* вводимо такі параметри (рис. 91):

- **Точковий шар:** вказуємо назву шару з містами виділеного об'єкта (у нашому випадку: *Африка_місто*).

- **Радіус:** установлюємо показник 200 кілометрів (його можна змінювати залежно від розміру території і кількісного показника аналізованих об'єктів).

- **Рядки:** установлюємо показник 17000 (його також можна змінювати залежно від необхідної детальності аналізу). Інші показники (*Колонки*, *Розташування по X*, *Розташування по Y*) будуть установлені автоматично.

- **Heatmap:** за потреби вказуємо місце збереження шару теплокарти (якщо цього не зробити, шар буде тимчасовий і після закриття проекту не збережеться).

Клацаємо *Виконати*, а після обробки даних (це може тривати декілька хвилин) закриваємо вікно.

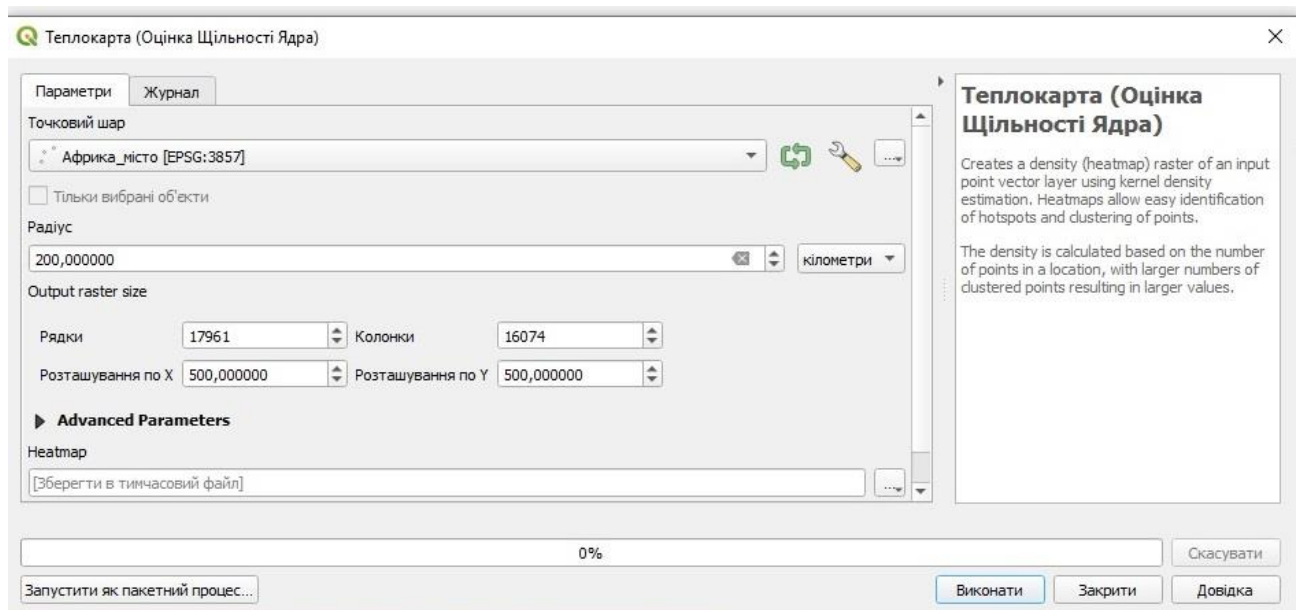


Рис. 91. Вікно *Теплокарта (Оцінка Щільності Ядра)* у програмі *QGIS*

В області карти з'явиться тонове зображення теплокарти об'єкта досліджень (рис. 92), а у списку шарів – рядок із шаром *Heatmap*.

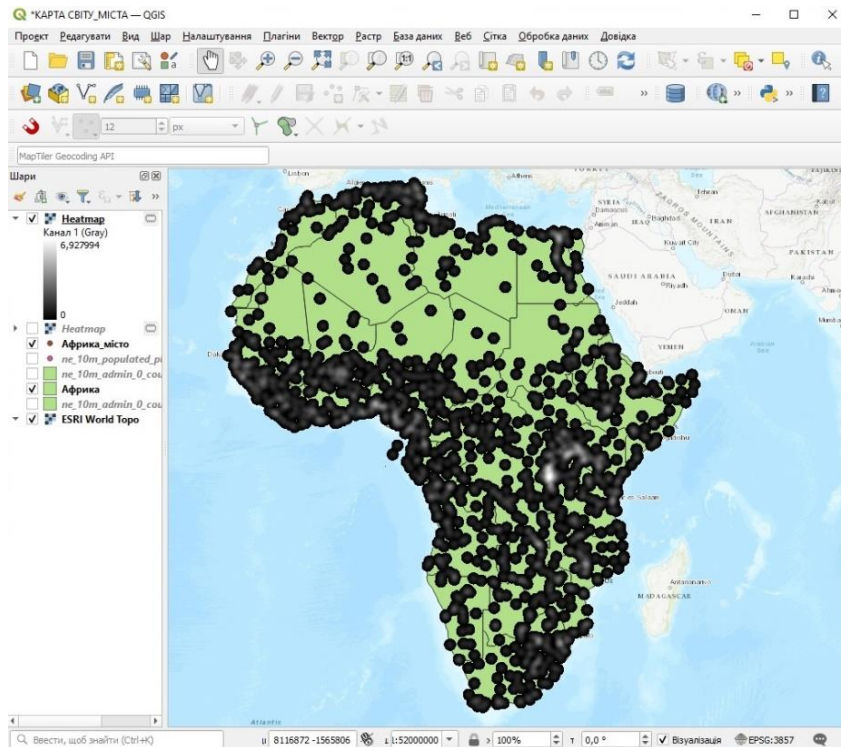


Рис. 92. Тонове зображення теплокарти об'єкта досліджень у програмі QGIS

Клацаємо лівою кнопкою миші в рядку *Heatmap*, а потім на піктограмі



Відкрити панель *Стилізації шару*. У вікні *Стилізації шару* (рис. 93) активуємо функцію і встановлюємо такі параметри:

- **Тип візуалізації:** Одноканальний псевдоколір.
- **Інтерполяція:** Лінійна.
- **Градiєнт:** Spectral, Інвертувати градiєнт.
- **Label precision:** 1.
- **Режим:** Неперервний.

Клацаємо *Застосувати* і *ОК*. Зображення теплокарти набуває кольору.

По завершенню створюємо макет друку (рис. 94).

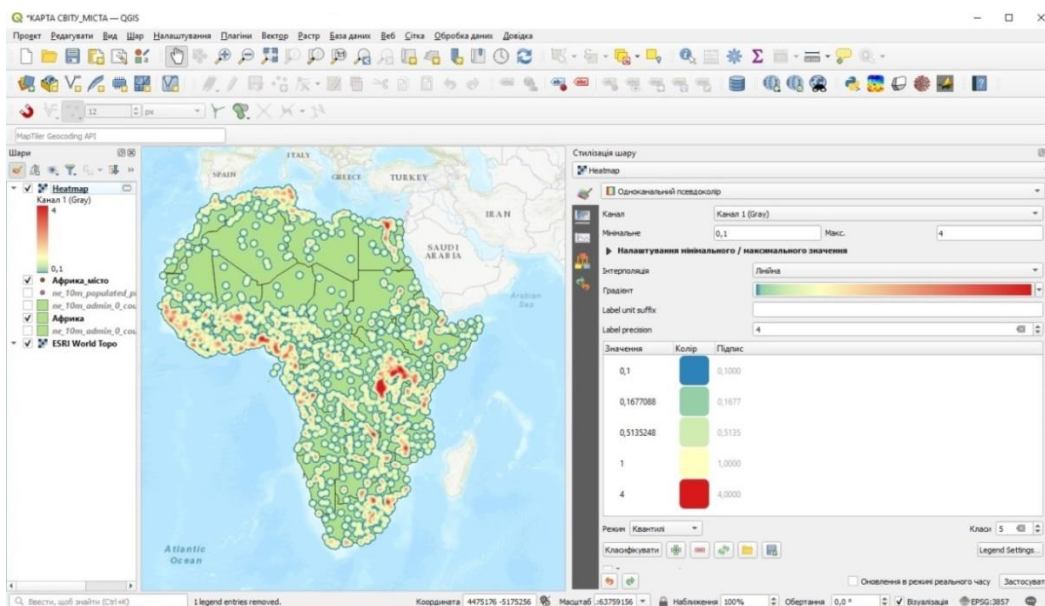


Рис. 93. Вікно *Стилізації шару* в програмі QGIS



Рис. 94. Зразок макету карти, створеного в програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність операції просторового запити?
- 3.2. Що є завданням просторової вибірки?
- 3.3. Наведіть приклади просторових вибірок.
- 3.4. У чому полягає сутність методу теплових карт?
- 3.5. Які три основні параметри розрахунку поверхні густини необхідно визначити при побудові теплокарт?
- 3.6. Опишіть порядок робіт із виконання інтерполяції методом теплокарта (Оцінка Щільності Ядра) у середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація QGIS.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Кн. 2. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.

4.3. Світличний О. О., П'яткова А. В. Практикум з геоінформатики : навч.-метод. посіб. Одеса: Вид-во ОНУ імені І. І.Мечникова, 2018. 176 с.

4.4. QGIS Tutorials and Tips.

URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 10

РОБОТА З ТАБЛИЦЯМИ АТРИБУТІВ У ГІС QGIS

Мета: формувати вміння працювати з атрибутивними даними в ГІС.

1. Теоретичний блок

Атрибутивні (описові) дані – це тип даних, які описують і характеризують просторові об'єкти. Вони можуть бути числовими характеристиками, назвами, текстовим описом, зображенням, звуком, відео або *WEB*-посиланням. Атрибутивні дані можуть бути внесені безпосередньо до шейп-файлу або додані до ГІС-проекту у вигляді окремих файлів баз даних чи атрибутивних таблиць.

Атрибутивні таблиці складаються з рядків і стовпців, усі рядки мають однакові стовпці. Кожному просторовому об'єктові відповідає рядок таблиці, кожній тематичній ознаці – стовпець таблиці. Кожна клітина таблиці відображає значення певної ознаки певного об'єкта (рис. 95). У ГІС рядки називаються записами, а стовпці – полями.

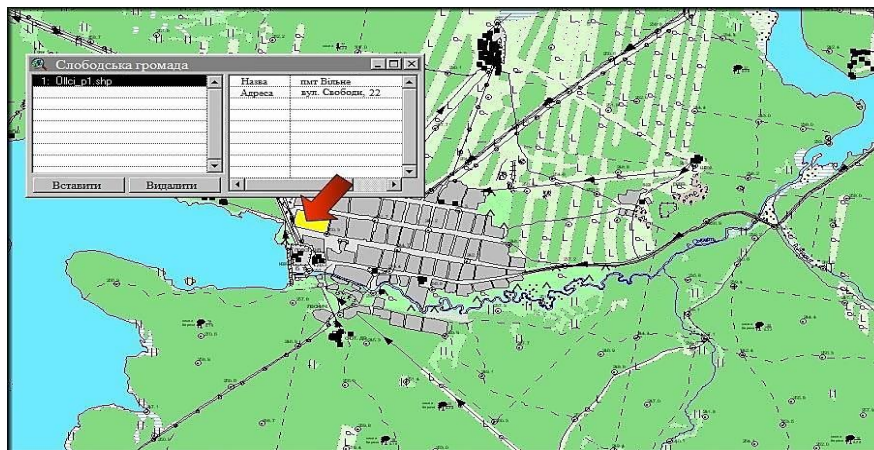


Рис. 95. Відображення атрибутів певного об'єкта в ГІС

Атрибути можна поділити на *просторові* (довжина, периметр і площа об'єкта) та *непросторові* (числові, текстові значення, що описують об'єкт). Також описові дані можна поділити на *первинні* (виміряні, введені) та *вторинні* (розраховані, отримані із значень інших атрибутів).

Застосування атрибутів дає змогу здійснювати аналіз об'єктів, що зберігаються в базах даних із використанням стандартних форм запитів і різного роду фільтрів, а також виразів математичної логіки. Крім того, за допомогою атрибутів можна типізувати дані і впорядковувати опис широкого набору некоординатних даних.

Одна з основних ідей, упроваджених у традиційних ГІС – це збереження зв'язків між просторовими й атрибутивними даними при роздільному їх збереженні та частково роздільній обробці.

2. Практичний блок

2.1. Форматування шаблону таблиці атрибутів

Відкрийте програму QGIS і завантажте проєкт із векторизованими шарами (практична робота 7: ВЕКТОРИЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В QGIS. ШАЙП-ФАЙЛИ). Завданням на цьому етапі робіт є форматування атрибутивної таблиці для характеристики об'єктів кожного з типів векторних шарів.

Так, для форматування атрибутивної таблиці шару полігональних об'єктів клікніть на рядку з його назвою у списку шарів. У вікні *Layer Properties (Властивості шару)* виберіть функцію *Поля* (рис. 96).

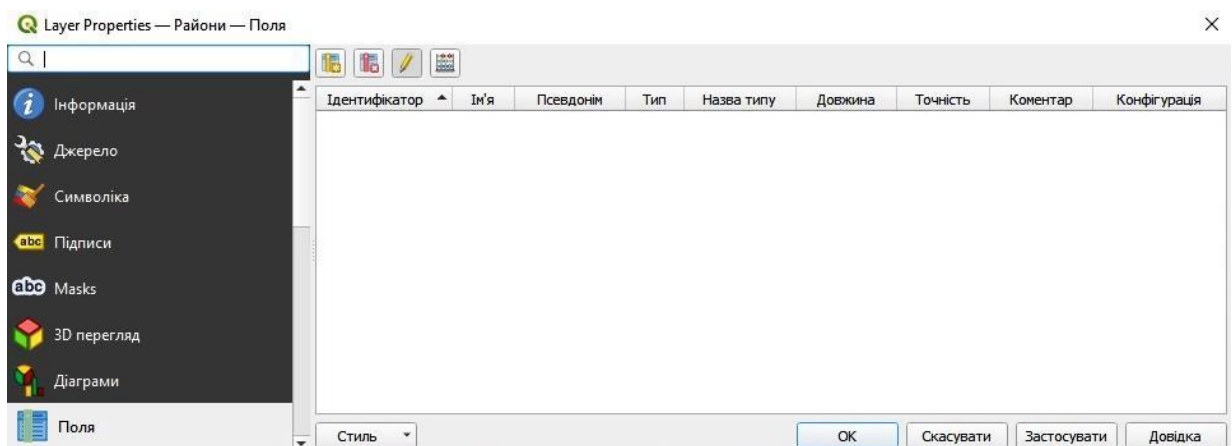



Рис. 96. Вікно **Layer Properties (Властивості шару)** програми QGIS.

Клікніть на піктограмі *Нове поле* . У вікні *Додати поле* (рис. 97) введіть параметри атрибутів першого поля атрибутивної таблиці шару. У рядку *Ім'я* – назву поля, рядку *Тип* – його формат (*Ціле число*, *Десяткове число*, *Текст* або *Дата*), а в рядку *Довжина* – загальну довжину поля. По завершенню вводу параметрів поля клікніть *ОК*.

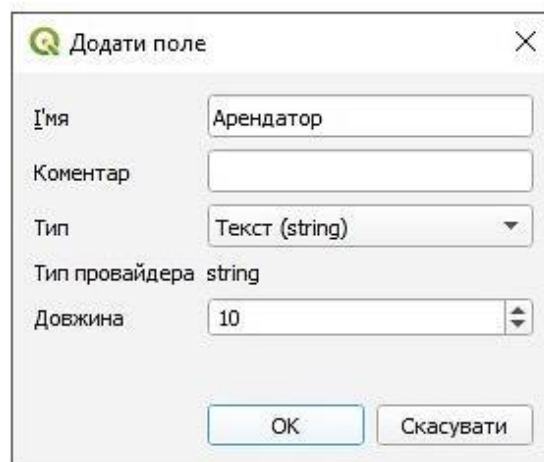


Рис. 97. Вікно **Додати поле** програми QGIS.


На наступному етапі форматуємо інші поля цього шару. По завершенню вводу параметрів усіх полів шару клікніть *ОК* (рис. 98).

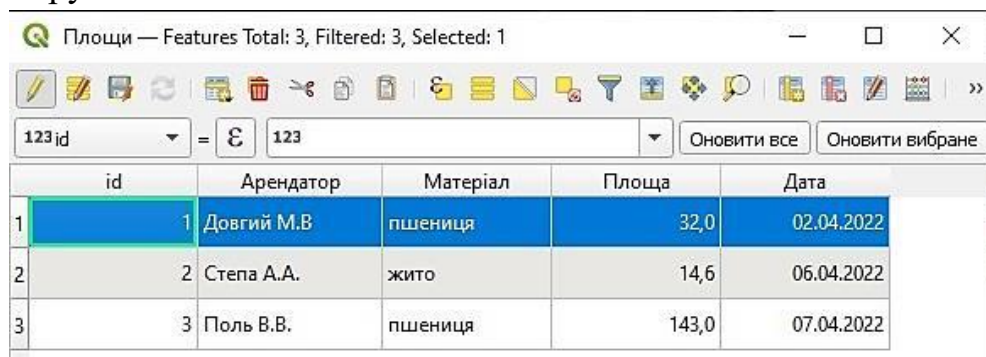
Ідентифікатор ^	Ім'я	Псевдонім	Тип	Назва типу	Довжина	Точність	Коментар	Конфігурація
123 0	id		qlonglong	Integer64	10	0		
abc 1	Арендатор		QString	string	10	0		
abc 2	Матеріал		QString	string	10	0		
1.2 3	Площа		double	double	10	1		
4	Дата		QDate	date	8	0		

Рис. 98. Вікно **Layer Properties** із сформованою структурою атрибутивної таблиці шару

Аналогічно форматуємо атрибутивні таблиці для шарів лінійних і точкових об'єктів.


2.2. Заповнення атрибутивних таблиць

Для заповнення атрибутивних таблиць за допомогою клавіатури, клікніть на піктограмі *Відкрити таблицю атрибутів*  на панелі інструментів. У вікні атрибутивної таблиці шару (наприклад, шару полігональних об'єктів – рис. 99) заповнюємо інформаційні поля кожного з об'єктів шару.



	id	Арендатор	Матеріал	Площа	Дата
1	1	Довгий М.В	пшениця	32,0	02.04.2022
2	2	Степа А.А.	жито	14,6	06.04.2022
3	3	Поль В.В.	пшениця	143,0	07.04.2022

Рис. 99. Вікно атрибутивної таблиці шару полігональних об'єктів проекту.

За потреби клікніть у нижньому правому куту вікна на піктограмі *Переключитися в режим перегляду форми*  (рис. 100). Це забезпечить перехід у режим перегляду наповнення атрибутивної таблиці кожного з об'єктів окремо.

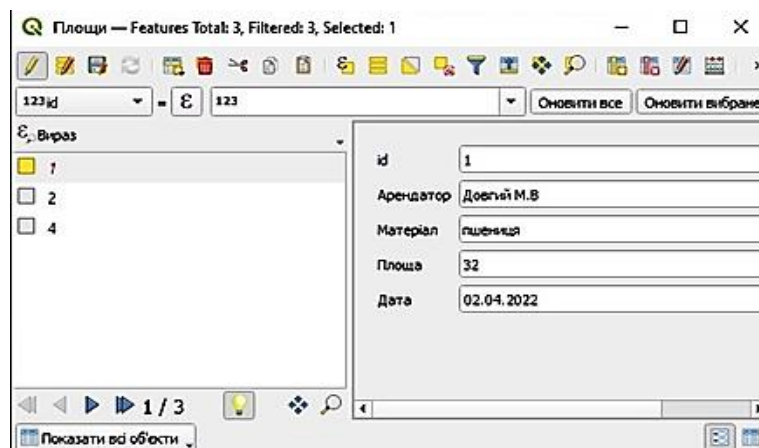



Рис. 100. Вікно атрибутивної таблиці в режимі перегляду наповнення

Аналогічно заповнюємо атрибутивні таблиці для шарів лінійних (рис. 101) і точкових об'єктів.

	id	Покриття	Ширина	Вулиця
1	1	Асфальт	10,2	Озерна
2	2	Грунтове	6,4	Жовта

Рис. 101. Вікно атрибутивної таблиці шару лінійних об'єктів проекту.

По завершенню перевірте функціонування взаємозв'язку між просторовими та атрибутивними даними. Для цього клікніть на одному з об'єктів на карті в режимі *Визначити об'єкти* . У правій частині карти з'явиться вікно *Результати ідентифікації* (рис. 102) з атрибутивною інформацією про цей об'єкт.

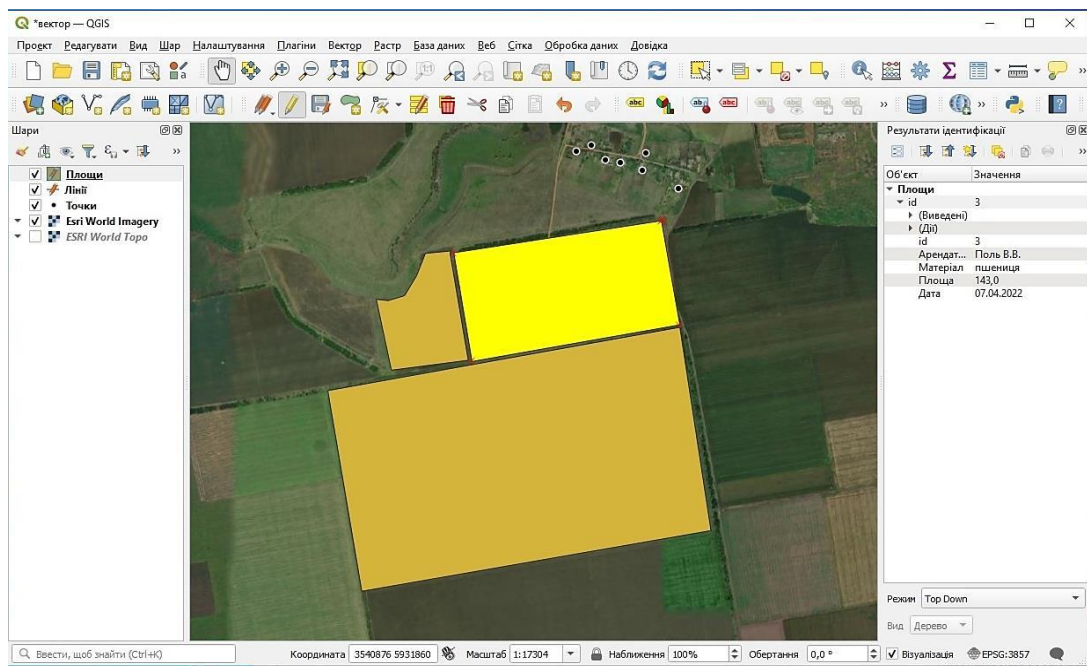



Рис. 102. Вікно проекту з демонстрацією взаємозв'язку між просторовими та атрибутивними даними.

Для редагування атрибутивної інформації (зміни, доповнення тощо) треба клацнути на піктограмі *Відкрити таблицю атрибутів*  на панелі інструментів і ввести необхідні зміни.

Створіть макет побудованої карти з таблицею атрибутів. Порядок створення макету описано раніше (практична робота 4. ЕЛЕМЕНТИ КАРТИ. ПОБУДОВА КАРТИ ЗАСОБАМИ QGIS.) Відмінність – включення у макет таблиці атрибутів.

Для цього необхідно клацнути на піктограмі *Додати Таблицю атрибута* (у панелі інструментів колонка зліва від поля макета) і курсором позначити місце розташування таблиці в шаблоні макета. Після чого відкриється вікно *Властивості елемента*, у якому треба налаштувати таблицю атрибута в макеті (рис. 103).

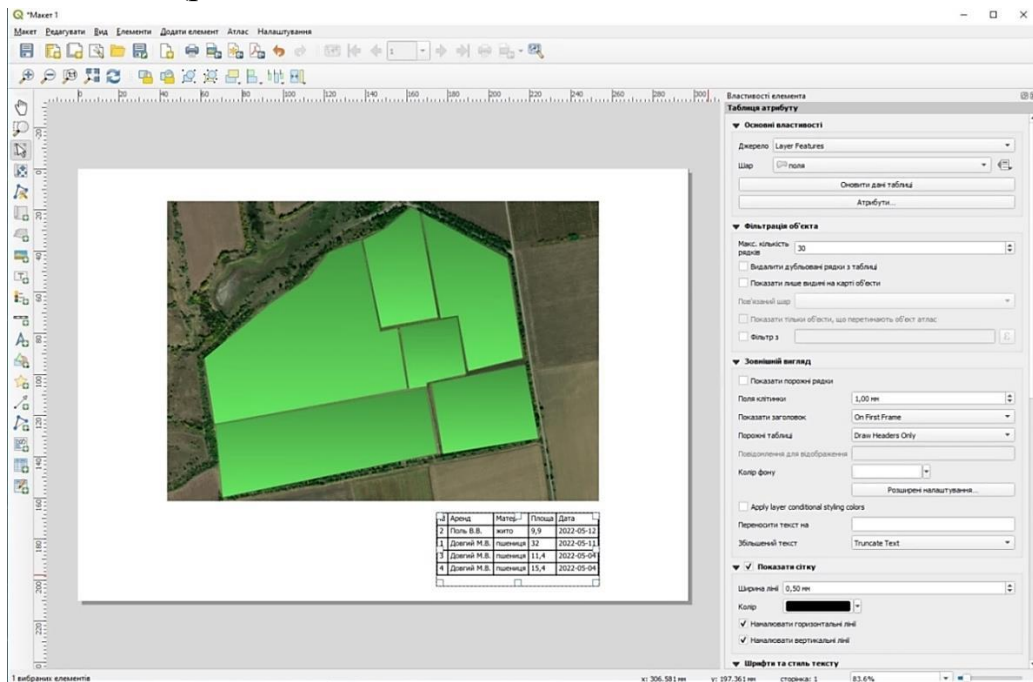


Рис. 103. Вікно Створити макет друку програми QGIS

Для цього у полі *Шар* встановлюємо назву шару, де знаходиться таблиця атрибута, яку треба встановити в макеті. Потім клацаємо на функції *Атрибути* і формуємо інформаційне наповнення таблиці у вікні *Вибрати атрибути* (рис. 104).

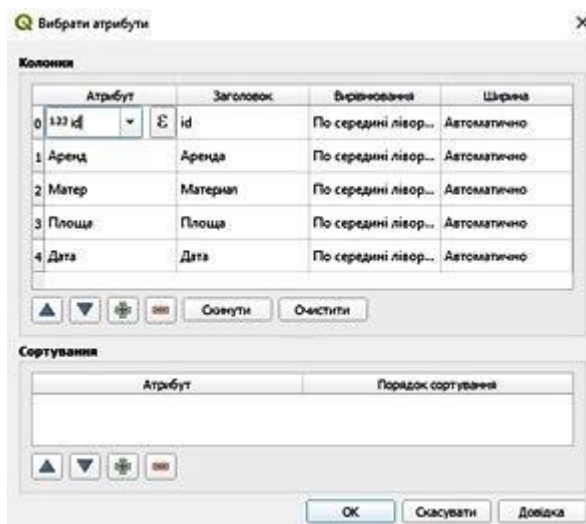



Рис. 104. Вікно Вибрати атрибути в програмі QGIS.

Для видалення колонки таблиці в макеті позначаємо її і клацаємо на піктограмі . Також можна внести зміни в заголовок колонки і встановити формат вирівнювання тексту в колонці з визначенням її ширини. За потреби

можна відсортувати рядки згідно з їх значеннями. По завершенню клацаємо *OK*.

Доповнюємо макет карти необхідними елементами (рис. 105) та експортуємо його як PDF.

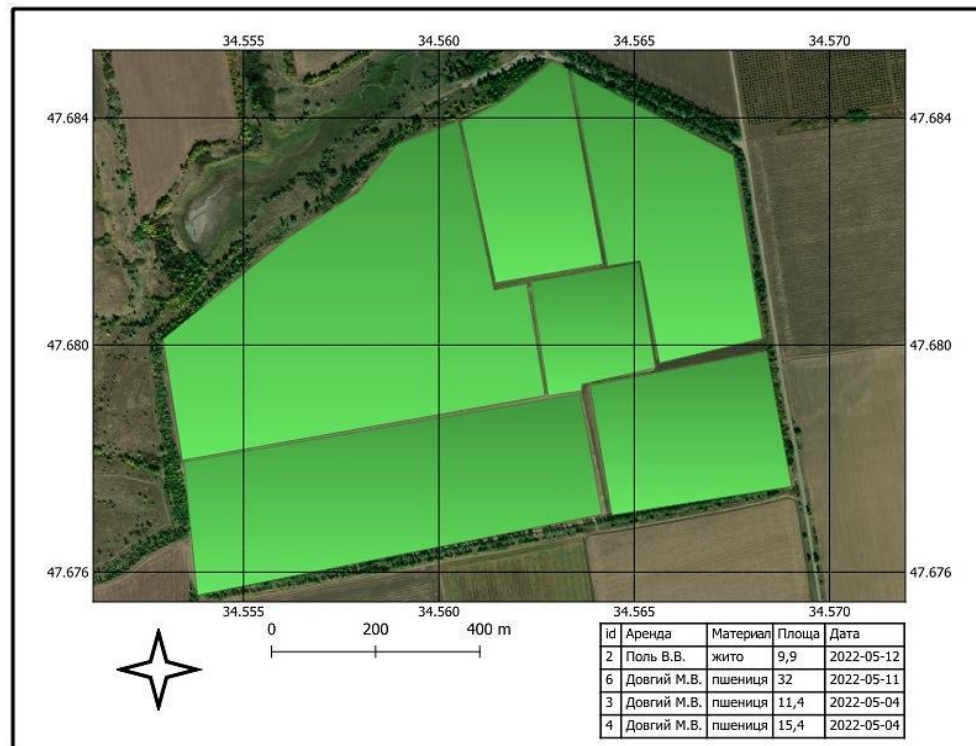


Рис. 105. Макет карти полів із таблицею атрибутів у програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Дайте визначення атрибутивних даних.
- 3.2. Охарактеризуйте структуру атрибутивних таблиць у ГІС.
- 3.3. Охарактеризуйте види атрибутивних даних.
- 3.4. Опишіть порядок роботи з ручного заповнення атрибутивних таблиць у середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація QGIS.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.

4.3. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни «Геоінформаційні технології в географії» / укладач: О.В. Гарбар. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2021. 56 с.

4.4. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. 260 с.

Практична робота 11

КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЄКЦІЇ.

КАРТОГРАФІЧНА ПРИВ'ЯЗКА РАСТРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ В QGIS

Мета: формувати вміння реєструвати растрові зображення в середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Растрові дані, що використовуються в ГІС, – це, як правило, відскановані паперові карти або набори аерокосмічних знімків, які зазвичай не мають просторової прив'язки. Також іноді просторова інформація є неточною, і такі дані не вдається коректно використовувати в ГІС. Тому для таких наборів растрових даних необхідно здійснити їх просторову прив'язку в системі координат карти, тобто вказати зв'язок між точками растрового зображення і координатною сіткою, з якою необхідно працювати.

Система координат карти задається за допомогою її проєкції. *Картографічна проєкція* – математично визначений спосіб відображення поверхні земного еліпсоїда на площині, що встановлює аналітичну залежність між географічними координатами точок еліпсоїда і прямокутними координатами тих самих точок на площині. Іншими словами, картографічна проєкція просто визначає зв'язок між кожною точкою на вигнутій поверхні Землі та еквівалентним розташуванням у двовимірних евклідових (площинних) координатах. Цей процес здійснюється з використанням математичних принципів геометрії та тригонометрії.

Розрізняють види *циліндричних, конічних, площинних* проєкцій (рис. 106) та їх численних різновидів.

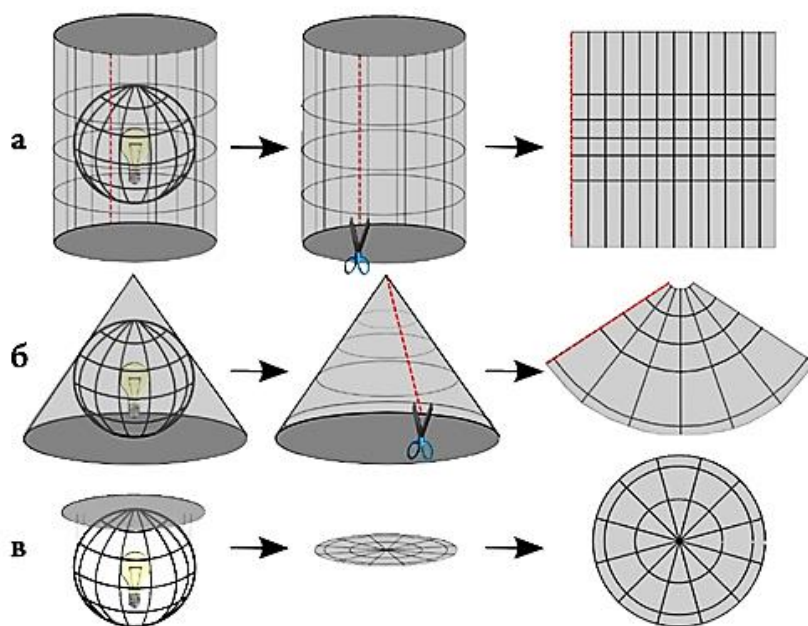


Рис. 106. Картографічні проєкції за видом допоміжної поверхні: а – циліндрична; б – конічна; в – азимутальна

Сьогодні налічують сотні різних проєкцій. Таке різноманіття картографічних проєкцій зумовлене, перш за все, вимогами до карт різного просторового охоплення, тематики і призначення, а також конфігурацією території картографування та її положенням. Картографічні проєкції за визначенням не можуть відтворювати сферичну поверхню зі 100 % точністю. Під час проєктування будь-яка карта матиме спотворення кутів, відстаней чи площ.

Системи координат (СК) визначають, як двовимірною спроектована карта описує реальні розташування Землі за допомогою координат. СК поділяють на системи географічних координат і прямокутних координат.

Системи географічних координат засновані на широті та довготі, а також додатковому значенні висоти для опису розташування на Землі. Найпопулярніша називається WGS 84.

Прямокутна (двовимірною) система зазвичай визначається двома осями. Розташовуючись під прямим кутом, вони формують так звану ХУ-площину. Горизонтальна вісь зазвичай підписується як Х, вертикальна – як У. Найпоширеніша Універсальна Поперечна Проєкція Меркатора (UTM).

Багато ГІС мають функцію, яка називається проєкцією «на льоту». Це означає, що можна задавати певну проєкцію карти, перш ніж додавати шари, а потім у міру додавання шарів вони автоматично відобразатимуться в заданій проєкції незалежно від того, у якій проєкції вони записані спочатку. Ця функція забезпечує коректне накладення шарів навіть у різних системах координат.

В основному прив'язка растрових даних відбувається з використанням просторових даних, які мають необхідну систему координат карти. Їх називають *цільові дані*. Це можуть бути:

- растри з просторовою прив'язкою;
- класи векторних об'єктів;
- контрольні точки з відомими координатами.

Процес прив'язування растру (або його ще називають *реєстрацією растру*) містить визначення серії контрольних точок, що пов'язують розташування в наборі растрових даних із відповідними місцями цільових даних, що мають просторову прив'язку. *Контрольні точки* – це розташування, які можна легко і точно визначити як на растровому зображенні, що реєструється, так і в цільових даних. У якості контрольних точок можна використовувати, наприклад, перехрестя доріг, кути полів або вулиць, позначені орієнтири тощо.

Здебільшого контрольні точки використовують для трансформування методом поліномів, що забезпечує зміщення набору растрових даних з наявного положення в просторово коректне розташування. З'єднання між

контрольною точкою набору растрових даних і відповідною точкою вже вирівняних даних називають зв'язком (рис. 107).

Необхідна кількість зв'язків залежить від складності перетворення. Для забезпечення точності перетворення рекомендовано:

- використовувати найбільший масштаб растрового зображення і карти цільових даних;
- контрольні точки розподіляти рівномірно по всьому растру.
- використовувати якнайбільше контрольних точок, але не менше 5.

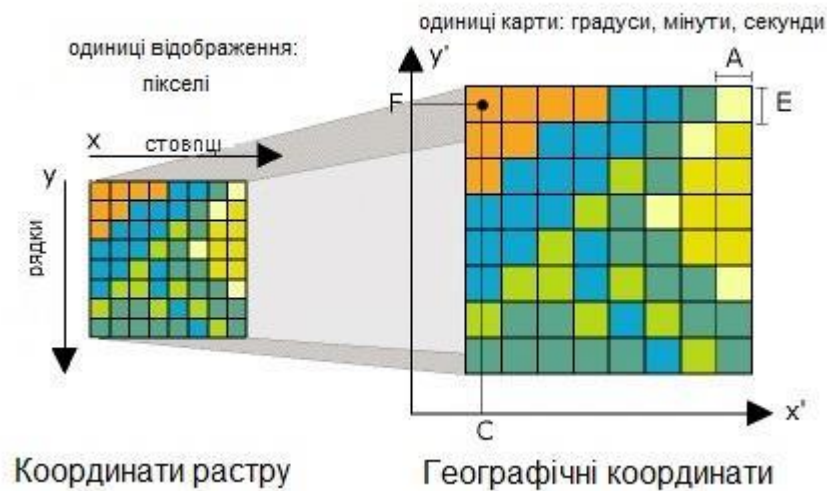


Рис. 107. Зв'язок між контрольною точкою набору растрових даних і відповідною точкою географічних координат.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Для процесу реєстрації растрового зображення необхідно використовувати карту з картографічною прив'язкою. Для цього використовуємо шари *ESRI World Imagery* та *ESRI World Topo*. Якщо цей ресурс використано раніше, треба виконати: Веб ▸ *QuickMapServices* ▸ *Search QMS*. У вікні *Search QMS* клацаємо *Add* напроти назв *ESRI World Imagery* та *ESRI World Topo*. У списку шарів з'явиться два рядки з назвою встановлених шарів.

Як приклад, наведено прив'язку карти районів Дніпропетровської області. Після завантаження картографічних шарів деактивуємо шар супутникового зображення і встановлюємо в області карти топографічну карту Дніпропетровської області (рис. 108). Потім треба відкрити растрове зображення – карту районів Дніпропетровської області. Для цього натисніть *Растр* ▸ *Прив'язка растрів*.

Після запуску модуля прив'язки з'явиться вікно *Прив'язка растрів*, яке поділене на дві частини: частину даних і частину таблиці контрольних точок прив'язки. Якщо таблиця точок прив'язки відсутня, виконуємо: *Вид* ▸ *Панелі* та активуємо *Таблицю контрольних точок*.

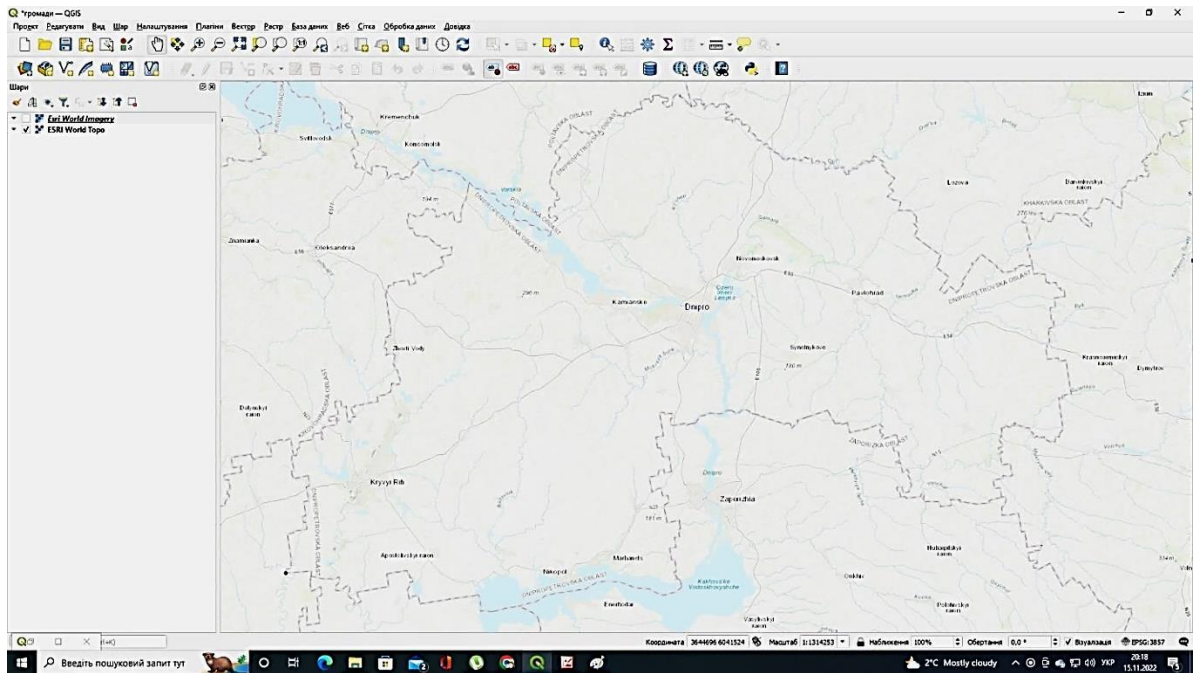



Рис. 108. Вікно програми QGIS із зображенням топографічної карти Дніпропетровської області

Растровий файл, який треба прив'язати, може знаходитися в будь-якому поширеному графічному форматі (*gif*, *jpeg*, *tif* та ін.). Для його завантаження клацаємо на піктограмі *Відкрити растр*  і вказуємо адресу растрового файлу. Зображення карти з'явиться у вікні даних *Прив'язка растрів* (рис. 109).

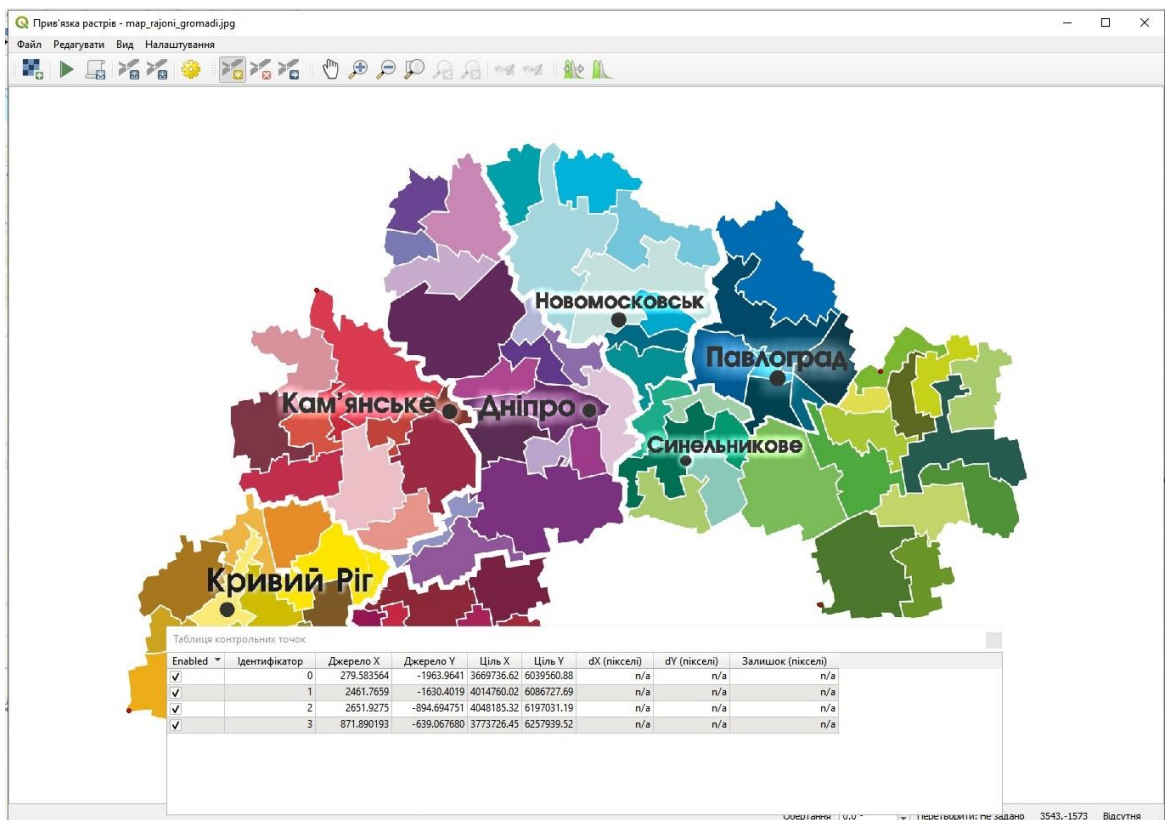


Рис. 109. Вікно Прив'язка растрів програми QGIS

Після завантаження зображення курсор набуває вигляду хрестика. За його допомогою позначаємо першу контрольну точку на растрі. У якості контрольних обираємо характерні точки, які буде легко знайти на топографічній карті. У нашому випадку це контури межі області.

Після точного позначення точки відкриється вікно *Ввести координати карти* (рис. 11.5). Якщо координати цієї точки відомі, їх можна ввести у відповідні рядки *X / Схід* та *Y / Північ* з *клавіатури*. Але в нашому випадку використовуємо координати з шару топографічної карти.

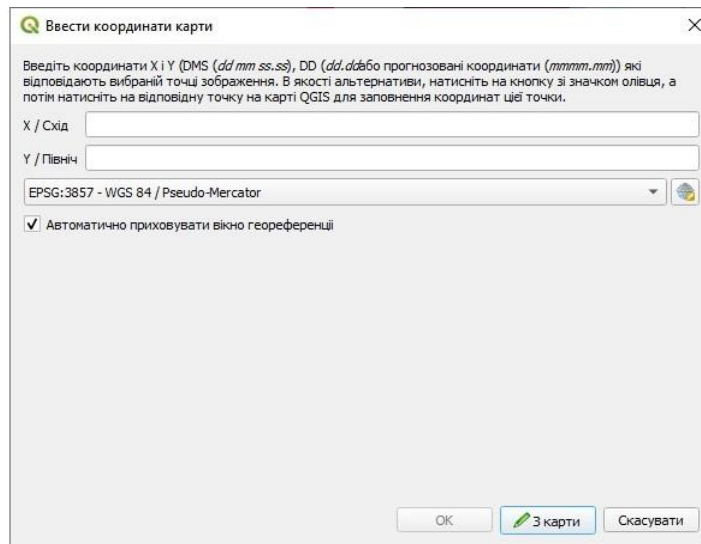



Рис. 110. Вікно *Ввести координати карти* програми *QGIS*

Для вибору системи координат клацаємо на піктограмі *Виберіть систему координат* . Відкриється вікно вибору системи координат (рис. 111).

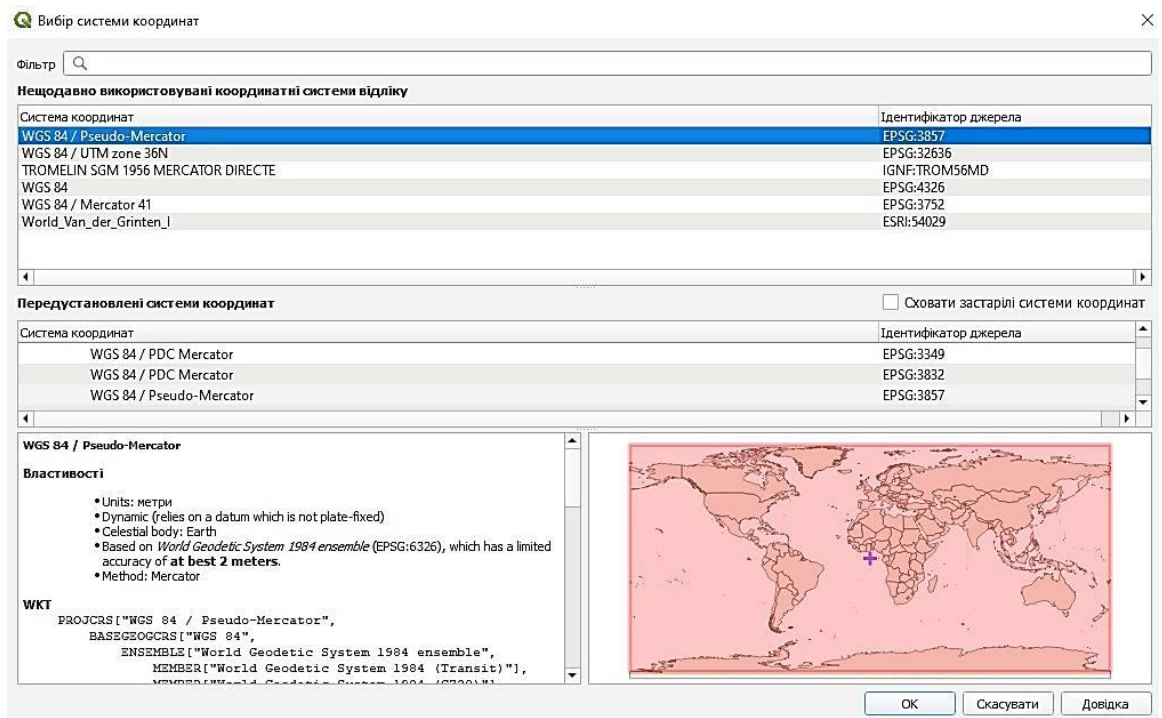


Рис. 111. Вікно **Вибір системи координат** в *QGIS*

Система координат топографічного шару цільових даних *Esri World Topo* – **EPSG:3857 – WGS 84 / Pseudo-Mercator**. Її пошук виконуємо в полі *Нещодавно використовувані координати системи відліку* за назвою або *EPSG*-кодом. Якщо вона відсутня, то треба її знайти в полі *Переустановлені системи координат* та клацнути на неї. У QGIS підтримується близько 2700 проєкцій за допомогою бібліотеки *PROJ.4*, що встановлюється одночасно з QGIS. Вони зберігаються у двох великих групах: **Географічні системи координат** і **Прямокутні системи координат**. Код *EPSG:3857* відповідає географічній системі координат.

При виборі системи координат у нижній частині вікна відкриється поле з детальною інформацією про цю систему і схематична карта у відповідній проєкції з позначенням місця розташування території дослідження. По завершенню виконуємо *Застосувати* та *ОК*.


Наступним кроком клацаємо *З карти* і позначаємо місце розташування першої контрольної точки на основній топографічній карті області. Потім повертаємося до растрового зображення і повторюємо процедуру позначення координат для 5-7 контрольних точок.

Для збереження позначених точок треба обрати: *Файл* ▸ *Зберегти контрольні точки як...* Точки будуть збережені в додатковий файл, що має таку ж назву як і той, що прив'язаний, але з розширенням *.points*. Якщо з певних причин процес розташування точок довелося перервати, то при наступному завантаженні растра, розташовані точки завантажаться разом з ним.

Після збору необхідної кількості точок можна починати трансформацію (перерахунок) растра в нову систему координат. Для цього необхідно виконати: *Налаштування* ▸ *Налаштування перетворення*. Заповнюємо рядки таблиці за наведеним прикладом (рис. 112):

- **Тип перетворення:** *Поліноміальна 1*.
- **Методи інтерполяції:** *Nearest Neighbour*.
- **Цільова система координат:** *EPSG:3857 – WGS 84 / Pseudo-Mercator*.
- **Вихідний растр:** вказуємо адресу зберігання вихідного растра.
- **Компресія:** *None*

Активуємо: *Відкрити результат* у QGIS і натискаємо *ОК*.

Потім клацаємо *Почати прив'язку* . Растрове зображення з географічною прив'язкою відкриється у вікні QGIS, накладене на топографічну карту цільових даних.

Для перевірки точності прив'язки клікніть правою кнопкою миші в рядку сформованого шару растрового зображення у списку шарів (у нашому випадку це map rajoni gromadi modified), у вікні, що відкриється, виберіть *Властивості*, у вікні *Layer Properties (Властивості шару)* зменште прозорість

растра за допомогою повзунка *Повна непрозорість* так, щоб можна було порівняти об'єкти на топографічній карті і растровому зображенні. Їх розташування мають співпадати практично повністю (рис. 113). Зробіть скрін прив'язаного растрового зображення і збережіть проєкт.

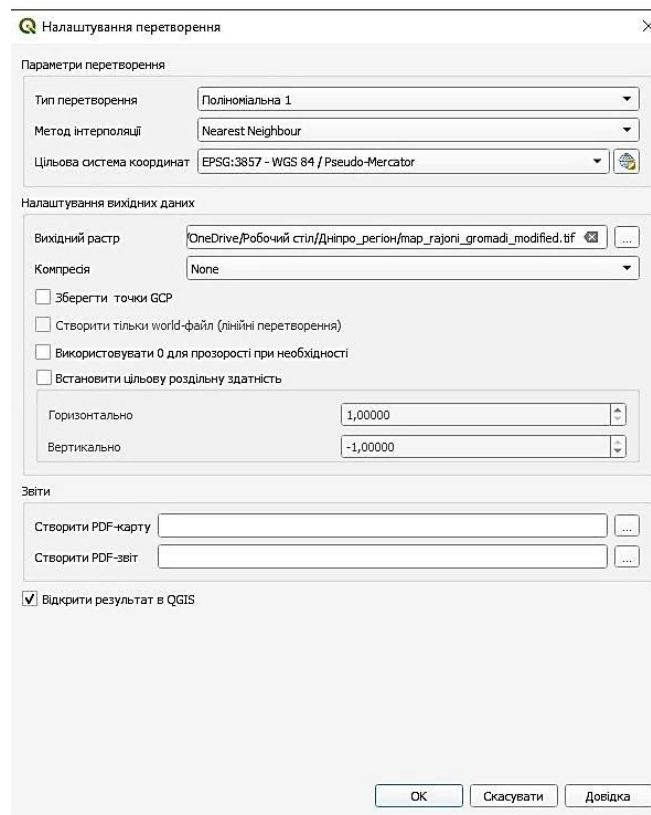


Рис. 112. Вікно Налаштування перетворення програми QGIS

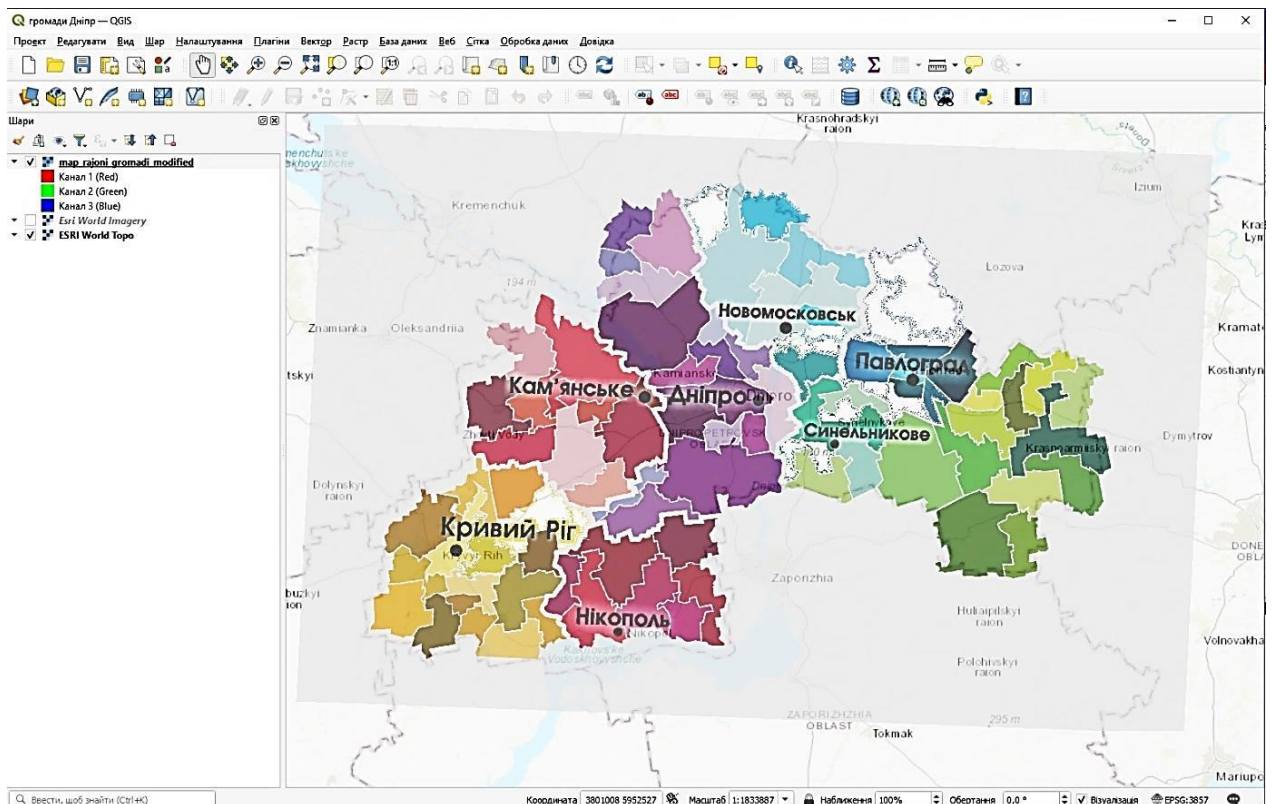


Рис. 113. Растрове зображення зареєстрованої регіональної карти у вікні QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність картографічної прив'язки растрового зображення в ГІС?
- 3.2. Дайте визначення картографічній проєкції.
- 3.3. У чому полягає призначення картографічної проєкції?
- 3.4. Охарактеризуйте види картографічних проєкцій.
- 3.5. Дайте визначення системі координат.
- 3.6. Охарактеризуйте систему географічних координат.
- 3.7. Охарактеризуйте систему прямокутних координат.
- 3.8. Дайте визначення проєкції «на льоту».
- 3.9. Дайте визначення цільових даних у ГІС. Які дані використовуються як цільові?
- 3.10. Дайте визначення контрольної точки в ГІС.
- 3.11. Які рекомендації забезпечують збільшення точності картографічної прив'язки растрового зображення в середовищі ГІС.
- 3.12. Як устанавлюється система координат у QGIS.
- 3.13. Опишіть порядок робіт картографічної прив'язки растрового зображення в середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Вовк В.М., Мацібора О.В. Геоінформаційні технології в географії : навч.-метод. посіб. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. 76 с.
- 4.2. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html
- 4.3. Методичні вказівки і завдання до лабораторних і самостійних робіт дисципліни «Картографія з основами топографії та ГІС» (Частина 1) / уклад.: С. А. Оточко. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 34 с.
- 4.4. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. 260 с.
- 4.5. Світличний О. О., П'яткова А. В. Практикум з геоінформатики : навч.-метод. посіб. Одеса: Вид-во ОНУ імені І. І.Мечникова, 2018. 176 с.
- 4.6. QGIS Tutorials and Tips.
URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 12

ПОБУДОВА ТОПОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ. ОПЕРАЦІЯ ПРИЛИПАННЯ В QGIS

Мета: формувати вміння будувати топографічну основу тематичних карт у середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Тематичні карти – це карти, зміст яких розкриває певну тему, тобто відображають окремі елементи території і пов’язані з ними характеристики природних або суспільних явищ. На тематичних картах зображуються, як правило, лише окремі елементи земної поверхні, що безпосередньо пов’язані з темою карти.

Тематичні карти поділяють на дві основні групи: карти природних і суспільних явищ. У цих двох групах карт виділяють низку підгруп, які більш детально характеризують тематику.

Кarti природних явищ або фізико-географічні карти. Їх основний зміст пов’язаний із відображенням окремих елементів природного середовища: геологічної будови, клімату, гідрології тощо.

Кarti суспільних явищ або соціально-економічні карти відображають об’єкти і події, пов’язані з існуванням і діяльністю людини. До цієї групи карт належать карти населення, економічні карти, карти політико-адміністративного устрою тощо.

Геоінформаційні системи дають змогу швидко створювати тематичні карти, використовуючи певний набір автоматизованих процедур. Такі процедури дають можливість на основі чітко формалізованих правил наочно продемонструвати дані за допомогою різних образотворчих прийомів.

Для побудови будь-якої тематичної карти треба мати її топографічну основу – карту, на якій у певній системі координат зафіксоване просторове розміщення об’єктів тематичного картографування. За результатами наповнення кількісними або якісними показниками атрибутивних таблиць кожного з тематичних шарів можна побудувати карти, використовуючи різні способи картографування (значки, картограми, картодіаграми, лінії руху і т. ін.).

Топографічну основу тематичної карти можна використовувати в уже готовому вигляді, але частіше вона будується для кожного відповідного проєкту. Фактично це процес векторизації, у якому відображаються всі точкові, лінійні та полігональні об’єкти майбутнього тематичного картографування.

Дуже важливою при цьому є така деталь: під час векторизації сусідніх полігонів треба забезпечити чітке з’єднання їх ребер і вершин, тобто вони повинні мати чіткі кордони без прогалів і областей, що перекриваються

(рис. 114). Без використання *операції прилипання (snapping)* якісно це зробити фактично неможливо.

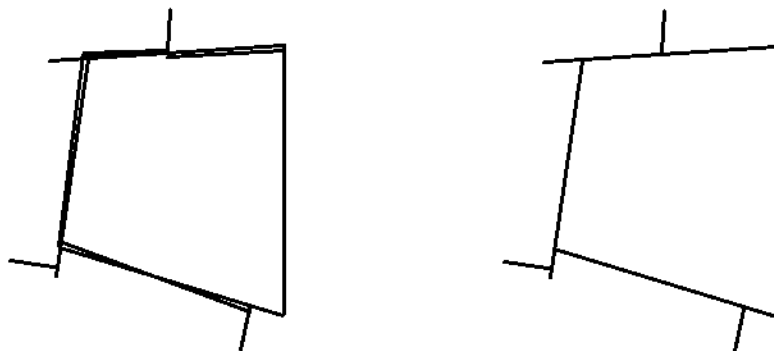


Рис. 114. Вигляд контуру полігону після процесу векторизації: зліва – без використання операції прилипання; справа – з використанням операції прилипання

Прилипання – операція автоматичного суміщення вузлів об'єктів при векторизації або редагуванні. Коррекцію розташування вузлів можна зробити після векторизації шляхом редагування. Але краще й простіше промалювати точні кордони полігонів з використанням операції прилипання саме на стадії векторизації.

Можна задати один із трьох режимів прилипання: до вершини; до сегменту; до вершини і сегменту. Режим і поріг прилипання працюють так: при підведенні курсору миші на певну відстань (поріг прилипання) від сегмента або вершини (залежно від режиму прилипання) мальована лінія автоматично продовжується до торкання з найближчим сегментом або вершиною. На рисунку 115 представлений приклад використання різних режимів прилипання.

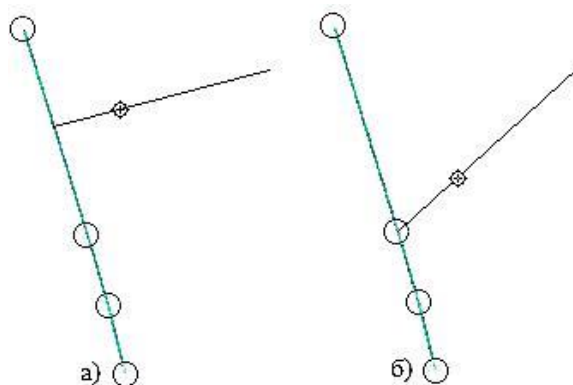


Рис. 115. Приклади режимів прилипання: а) до сегмента; б) до вершини (велике коло – вершини наявної лінії, маленьке – остання вершина створюваної лінії)

Радіус пошуку найближчих вершин (або сегментів) використовується при переміщенні, видаленні або додаванні вершин. Якщо в коло з центром у місці клікання мишею і радіусом пошуку найближчих вершин потрапляє хоча б одна вершина (сегмент), то обирається найближча з них. Поріг прилипання і радіус пошуку найближчих вершин задаються в одиницях виміру шару.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проєкт, що містить географічну прив'язку растрового зображення майбутньої тематичної карти (практична робота 11: ТОГРАФІЧНІ ПРОЄКЦІЇ. КАРТОГРАФІЧНА ПРИВ'ЯЗКА РАСТРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ В QGIS) – рис. 116.

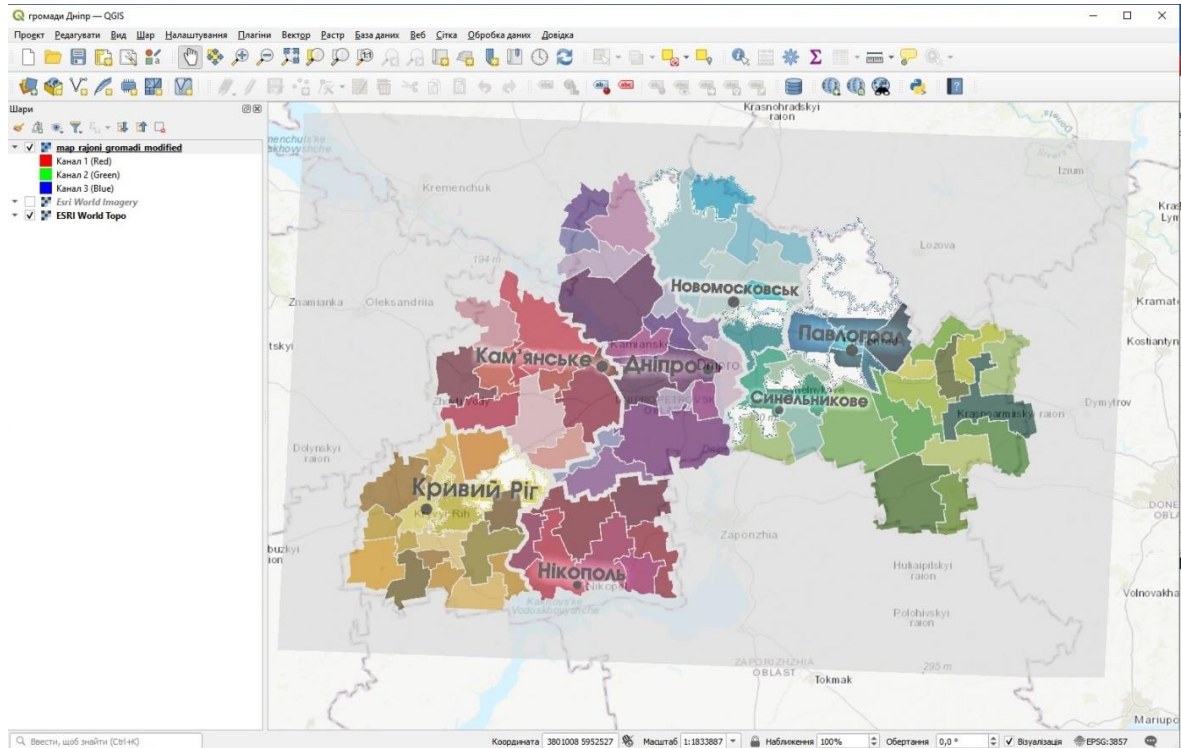



Рис. 116. Растрове зображення з географічною прив'язкою регіональної карти у вікні *QGIS*

На панелі інструментів клікніть *Створити шар Shapefile...* . У вікні *Створити шар Shapefile* (рис. 117) вводимо такі параметри:

- **Назва файлу:** вводимо назву файлу шару, у якому будемо зберігати топографічні контури кордонів районів області. У наведеному **прикладі** – *райони*.

- **Тип геометрії:** вибираємо *Полігон*.
- **Система координат:** установіть систему координат, яка відповідає системі координат шару основи – EPSG:3857.



- **Ім'я:** вводимо – *Назва*.

- **Тип:** вибираємо *Text Data*.

- **Довжина:** 80.

- **Додати до списку полів:** Активуємо.

Клікніть *OK*. У списку шарів з'явиться рядок із назвою нового шару.

Запускаємо режим редагування. Для цього потрібно клацнути на піктограмі *Режим редагування* . Для векторизації межі першого району, клацаємо на кнопці *Додати полігональний об'єкт* .

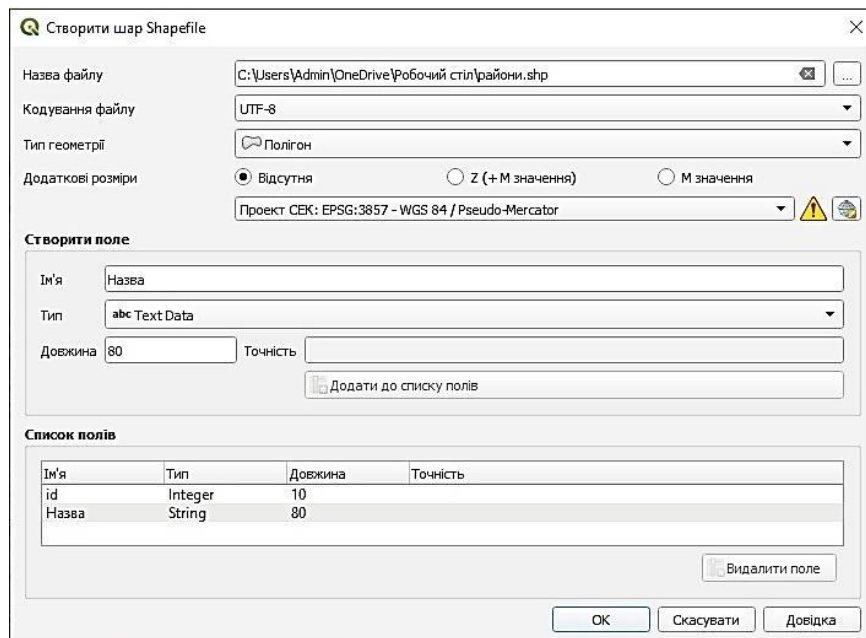



Рис. 117. Вікно Створити шар Shapefile програми QGIS

Збільшуємо зображення першого району. Курсором у вигляді значка  встановлюємо положення першого вузла контура району. Обводимо контур, установлюючи нові вузли послідовним натисканням лівої кнопки миші (рис. 118).

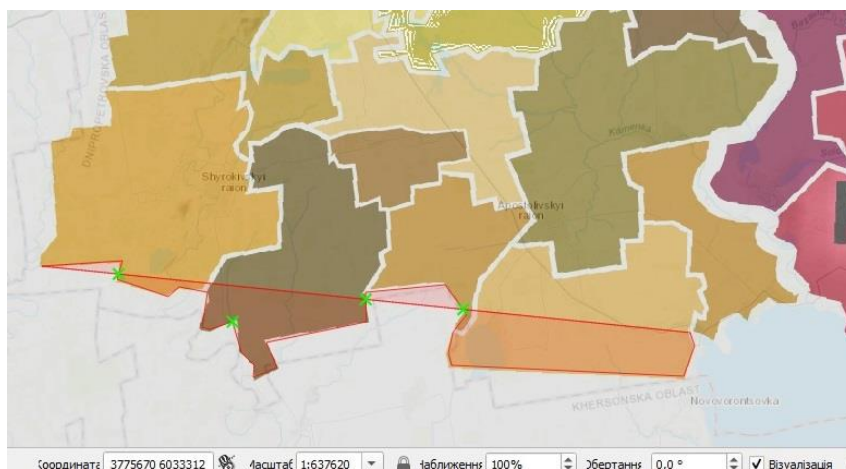


Рис. 118. Векторизація границі району в програмі QGIS

По завершенню створення контура кордону, клікніть правою кнопкою миші. З'явиться вікно *Атрибути об'єкта* (рис. 119). Введіть ідентифікаційній (*id*) номер району та його назву.

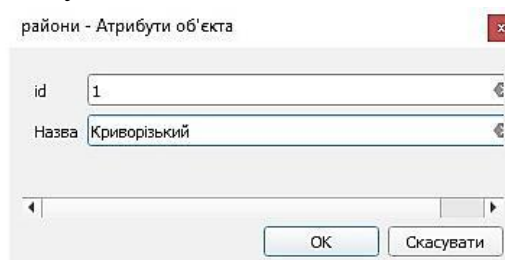


Рис. 119. Вікно Атрибути об'єкта програми QGIS

При векторизації межі наступного району важливо дотримуватися топології об'єктів. Координати вузлів сусідніх об'єктів повинні співпадати, між об'єктами не повинно бути прогалин і перекриттів. Щоб досягти такої відповідності, необхідно активувати *опцію прилипання*.

Для активації панелі інструментів прилипання виконуємо: *Вид* ▶ *Панелі інструментів* і активуємо (ставимо галочку) *Інструменти прилипання*. У вікні *Інструменти прилипання* (рис. 120) встановлюємо такі параметри:





- **Увімкнути прилипання**  : клацаємо, активуючи функцію.
- **Усі шари**  : вибираємо *Всі шари*.
- **Вершина**  : встановлюємо *Вершина*.
- **Поріг прив'язки у визначених одиницях**: встановлюємо поріг прилипання – 4 пікселі.
- **Avoid Overlap...**  : вибираємо *Avoid Overlap on Active Layer*.



Рис. 120. Вікно **Інструменти прилипання** програми QGIS

Векторизуємо межу сусіднього району. Для цього встановлюємо курсор усередині вже оцифрованого району (рис. 12.8). Наступний вузол закріплюємо на початку спільного кордону двох районів. Потім переміщуємо курсор уздовж загальної межі і встановлюємо наступний вузол. Так проходимо по всьому кордону двох (або декілька) районів. У кінці потрібно обов'язково зайти всередину району, з якого починали, і замкнути полігон (дивись рис. 121). Кликніть правою кнопкою миші і введіть ідентифікаційний номер іншого району. Після цього контур кордону між двома районами стане єдиною загальною лінією (рис. 122).

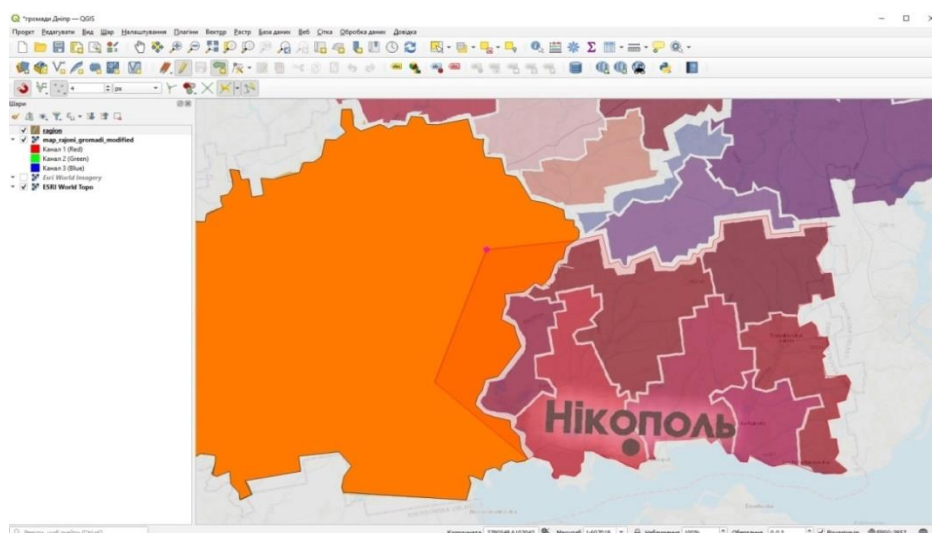


Рис. 121. Векторизація двох районів із суміжним кордоном з використанням опції прилипання в програмі QGIS

Використовуючи набуті вміння, векторизуйте всі райони регіону. По завершенню збережіть проєкт і векторизовані шари. За допомогою функції *Стилізації шару* виберіть колір і формат заливки районів.

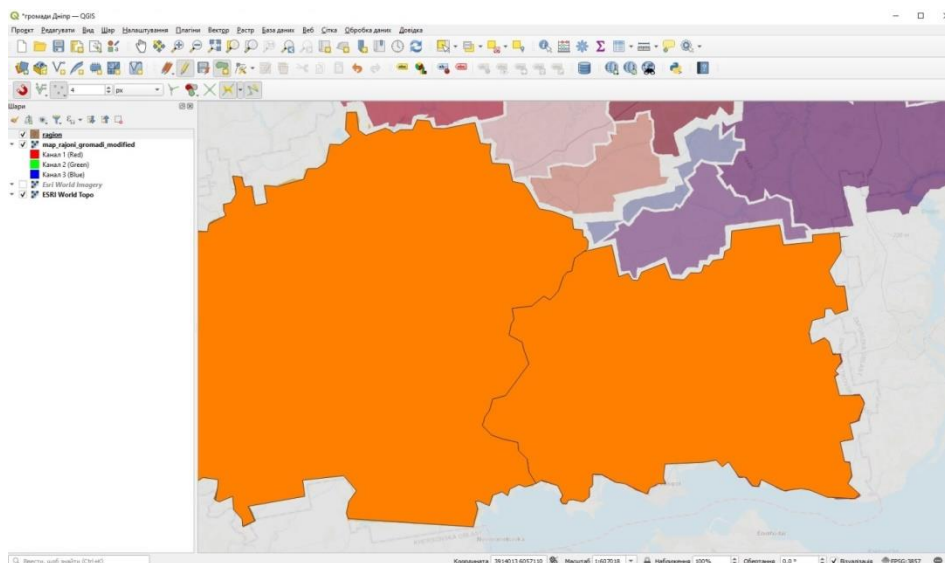







Рис. 122. Векторизовані контури двох районів із суміжним кордоном з використанням операції прилипання в програмі QGIS


Для векторизації адміністративних центрів районів клікніть *Створити шар Shapefile...* . У вікні *Створити шар Shapefile* (дивись рис. 117) вводимо такі параметри:

- **Назва файлу:** вводимо назву файлу шару адміністративних центрів (у наведеному прикладі – *міста*).
- **Тип геометрії:** вибираємо *Point*.
- **Система координат:** установіть систему координат, що відповідає системі координат шару основи – EPSG:3857.
- **Ім'я:** вводимо *Назва*.
- **Тип:** вибираємо *Text Data*.
- **Довжина:** 80.
- **Додати до списку полів:** Активуємо.

Клікніть *OK*. У списку шарів з'явиться рядок із назвою шару точкових об'єктів.

За допомогою функції *Стилізація шару*  відкриваємо вікно, у якому можна сформувати стиль точок (рис. 123). Виберіть потрібний стиль візуалізації точкових об'єктів на карті (розмір, колір, заливка тощо).

Клікніть *Переключити Редагування* , а потім *Додати точковий об'єкт* . Курсором у вигляді значка  позначте місця розташування адміністративних центрів, використовуючи їх положення на растровому зображенні. Після позначення кожної точки відкривається вікно *Атрибути*

об'єкта, у якому треба ввести номер для його ідентифікації і назву (дивись рис. 119). По завершенню треба зберегти проєкт, кликнувши на піктограмі .

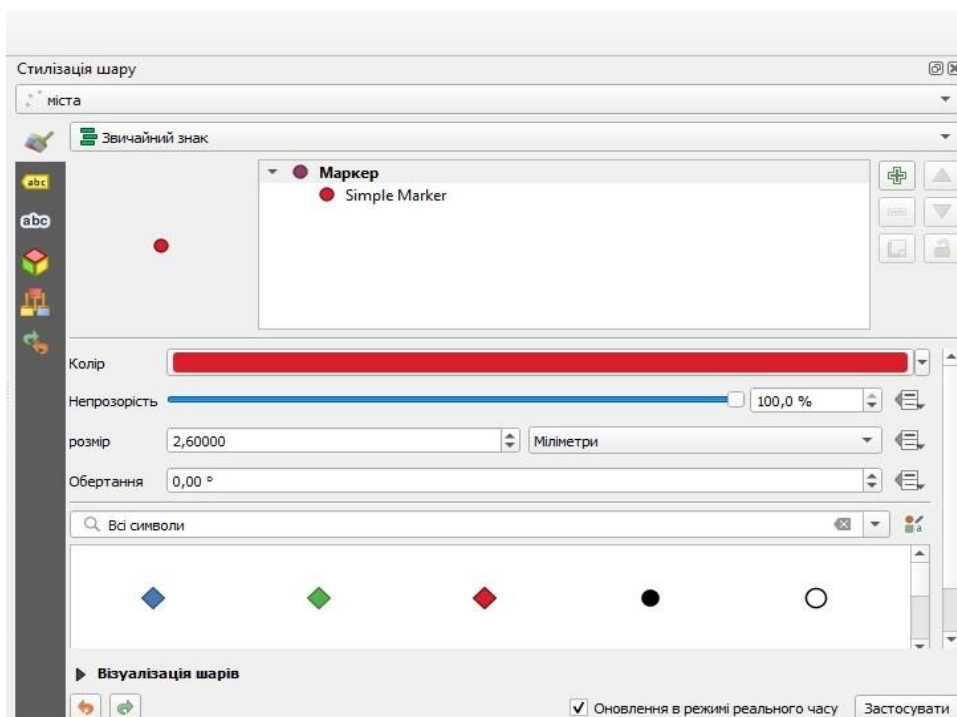



Рис. 123. Вікно Стилізація шару програми QGIS

За потреби, аналогічно можна векторизувати лінійні об'єкти (наприклад, дороги, річки і т. ін.).

По завершенню векторизації перевіряємо атрибутивні таблиці кожного зі створених шарів. Для цього спочатку клацаємо на назві відповідного шару у списку шарів, а потім на піктограмі *Відкрити таблицю атрибутів* . Відкриється атрибутивна таблиця шару, у якій повинні бути сформовані і заповнені два поля: з ідентифікаційними номерами і назвою об'єктів (рис. 124).

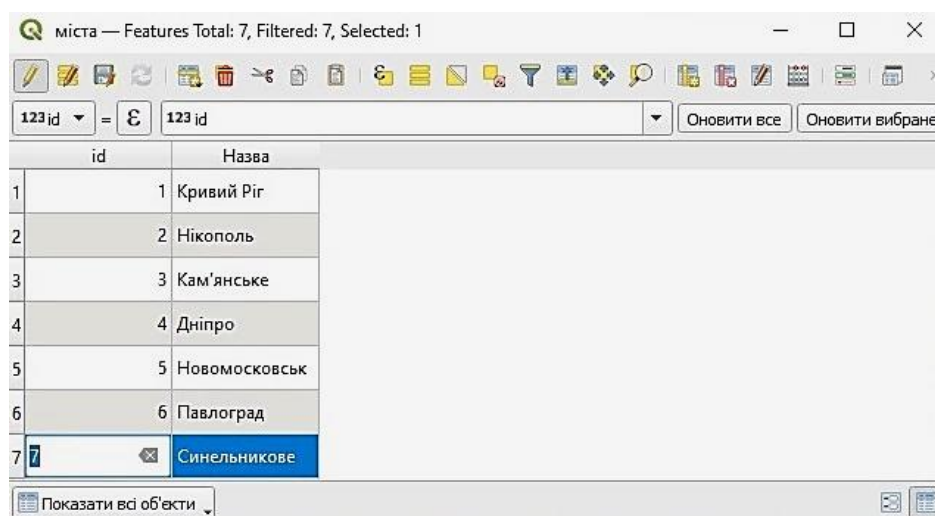


Рис. 124. Вікно атрибутивної таблиці програми QGIS

Робимо скриншоти топографічної основи тематичної карти з атрибутивною таблицею і зберігаємо проєкт.

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Дайте визначення поняттю тематична карта.
- 3.2. Охарактеризуйте види тематичних карт.
- 3.3. У чому особливість побудови тематичних карт за допомогою ГІС.
- 3.4. Охарактеризуйте топографічну основу тематичної карти.
- 3.5. Дайте визначення операції прилипання в ГІС.
- 3.6. Які режими прилипання використовуються в ГІС?
- 3.7. Опишіть порядок робіт зі створення топографічної основи для тематичної карти з використанням операції прилипання в середовищі *QGIS*.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Вовк В.М., Мацібора О.В. Геоінформаційні технології в географії : навч.-метод. посіб. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. 76 с.
- 4.2. Світличний О. О., П'яткова А. В. Практикум з геоінформатики : навч.-метод. посіб. Одеса: Вид-во ОНУ імені І. І.Мечникова, 2018. 176 с.
- 4.3. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html
- 4.4. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Кн. 2. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.
- 4.5. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. 260 с.
- 4.6. DeMers, Michael N. Fundamentals of geographic information systems. 4th Edition. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, Weinheim : John Wiley & Sons, Inc, 2008. 464 p.
- 4.7. QGIS Tutorials and Tips.
URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 13

ДОДАВАННЯ АТРИБУТИВНИХ ДАНИХ ІЗ ЗОВНІШНІХ ДЖЕРЕЛ У QGIS

Мета роботи: навчитися додавати атрибутивні дані з таблиць Excel у середовище QGIS.

1. Теоретичний блок

Введення даних є обов'язковою операцією, необхідною для функціонування ГІС. У якості джерел атрибутивних даних використовуються різноманітні наукові звіти, статистичні форми, дані фізико-географічних спостережень тощо. А ще сотні, тисячі іноді мільйони і більше показників. Тому заповнення атрибутивної інформації залишається найбільш складною і трудомісткою операцією при створенні і функціонуванні ГІС. Помилки і пропуски, допущені при введенні даних, можуть призвести до перекручування інформації на наступних етапах її обробки і цілком знецінити кінцевий результат.

Тому найбільш ефективною формою перенесення атрибутивних даних у ГІС є імпорт із зовнішніх джерел без операцій із перетворенням. Полегшує це завдання те, що, по-перше, більшість атрибутивної інформації нині створюється і подається в цифрованому вигляді у форматах програмних пакетів обробки документів *Word, Excel, Access* та ін., а по-друге, до складу більшості пакетів ГІС, що працюють із реляційними таблицями для збереження атрибутивних даних, входять спеціальні модулі імпорту й експорту в різноманітних форматах даних. Це запорука можливостей ГІС із перенесення атрибутивної інформації із зовнішніх баз даних (рис. 125).



Рис. 125. Додавання атрибутивних даних із зовнішніх джерел

Атрибутивна інформація перетворюється в атрибутивні геодані лише тоді, коли існує її координатна прив'язка. Коли атрибутивна інформація вноситься безпосередньо до шейп-файлу, вона автоматично стає частиною даних об'єкта і отримує координатну прив'язку. Атрибутивні дані із зовнішніх

джерел (наприклад таблиця *Excel*) повинні містити координати об'єктів або зовнішнє ключове поле для поєднання даних із уже наявними шарами в проєкті.

У першому варіанті база даних зовнішнього джерела повинна мати два поля з координатами кожного з об'єктів картографування. Координати можна визначити в польових умовах за допомогою геодезичних приладів, GPS-трекерів (навігаторів) або за топографічною картою.

В іншому варіанті зовнішня база даних повинна мати спеціальну колонку із зовнішнім ключовим полем, який належить до внутрішнього ключового поля вже наявного шейп-файлу. При цьому вони мають повністю співпадати. Необхідно слідкувати за наявністю зайвих пробілів попереду, усередині та після основної інформації в цих ключових полях. У якості ключових слів можуть використовуватися, наприклад, географічні назви об'єктів.

Загалом проєктування, поєднання та узгодження даних у базах даних є досить складним і різнобічним завданням.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проєкт, що містить векторизовані шари районів тематичної карти (практична робота 12: ПОБУДОВА ТОПОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ. ОПЕРАЦІЯ ПРИЛИПАННЯ В ГІС) – рис. 126.

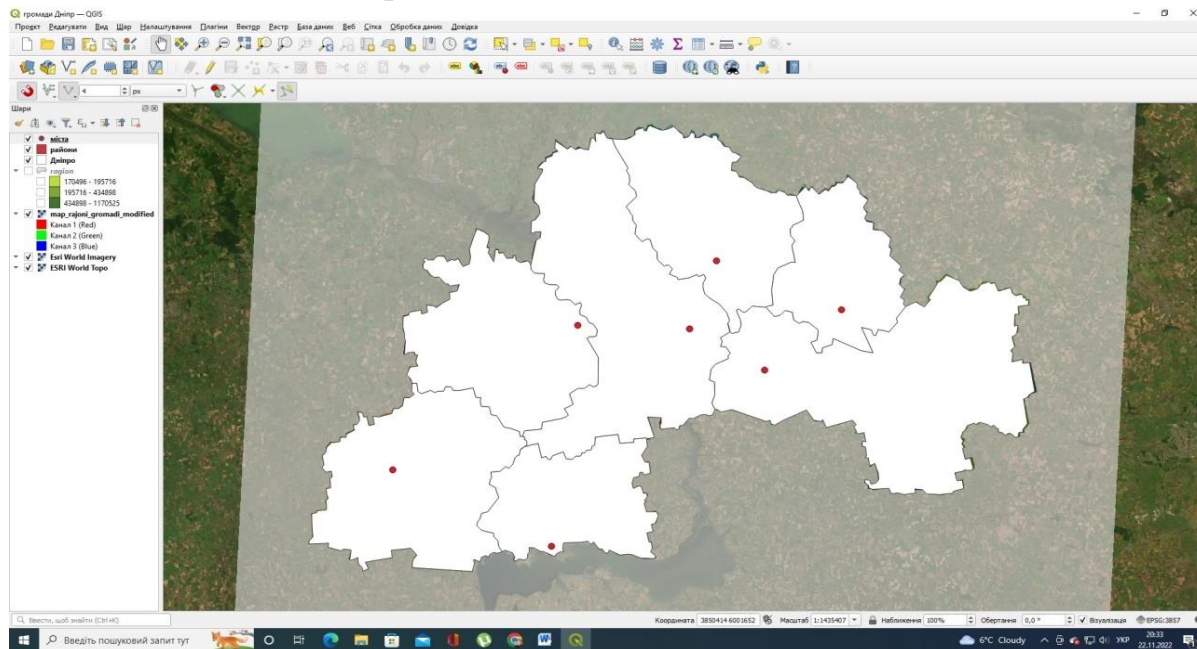



Рис. 126. Векторизовані шари районів проєкту тематичної карти у вікні *QGIS*

Зробіть активним шар із контурами кордонів тематичної карти. Для цього клікніть лівою кнопкою миші на рядку шару у списку шарів. На панелі інструментів клікніть *Відкрити таблицю атрибутів* . У таблиці атрибутів (рис. 127) у полі *Назва* знаходиться перелік найменувань регіонів.

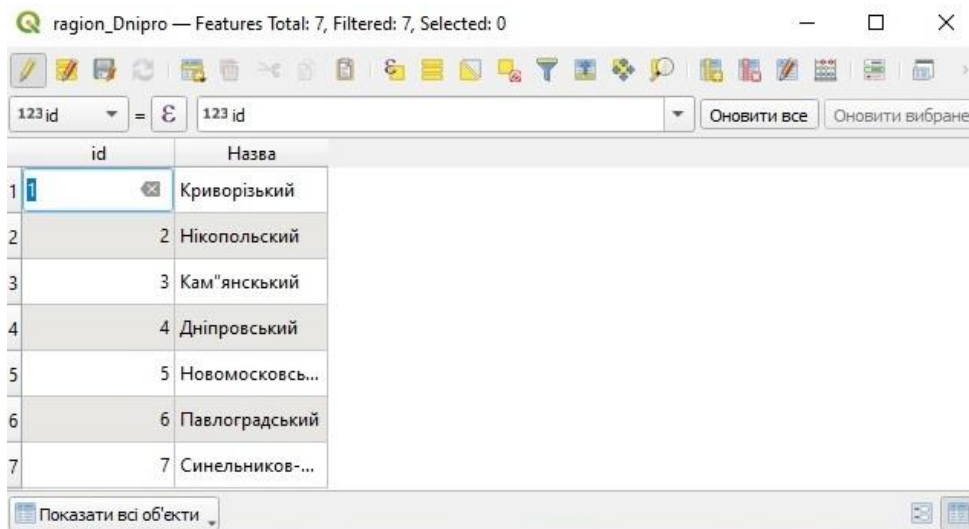


Рис. 127. Таблиця атрибутів у програмі QGIS

Заповнити таблицю атрибутами можна двома способами:

- безпосереднім наповненням відповідних полів атрибутивної таблиці шейп-файлу за допомогою клавіатури;
- імпортуванням до проєкту у вигляді окремих файлів баз даних або таблиць.

Перший варіант розглянуто раніше (практична робота 10), тому зосередимо увагу на другому. Додавати дані будемо за допомогою електронних таблиць *Excel*.

Спочатку треба сформувати файл із статистичними даними, які необхідно внести в атрибутивну таблицю *QGIS* у середовищі *Excel* (рис. 128). Головне, щоб назви районів в електронній та атрибутивній таблицях повністю співпадали (реєстри літер, літери, пробіли тощо). В іншому випадку дані в рядках з невідповідними назвами районів не будуть скопійовані. Зберігаємо файл у форматі *CSV* (значення, розділені комами).

Райони	кількість прибулих	кількість вибулих	міграційний приріст	живонароджен.	померлих
Дніпровський	11399	10381	1018	468	1681
Кам"янський	4096	4219	-123	169	739
Криворізький	6339	6510	-171	333	1245
Нікопольський	2318	2543	-225	118	452
Новомосковський	2118	1901	217	73	274
Павлоградський	1891	2304	-413	85	280
Синельников-кний	1948	2534	-586	105	348

Рис. 128. Електронна таблиця зі статистичними даними в середовищі Excel

Потім повертаємося до *QGIS* і виконуємо: *Шар* ▶ *додати шар* ▶ *додати текстовий з роздільниками шар...* У вікні *Адміністратор джерел даних* (рис. 129) установлюємо такі параметри:

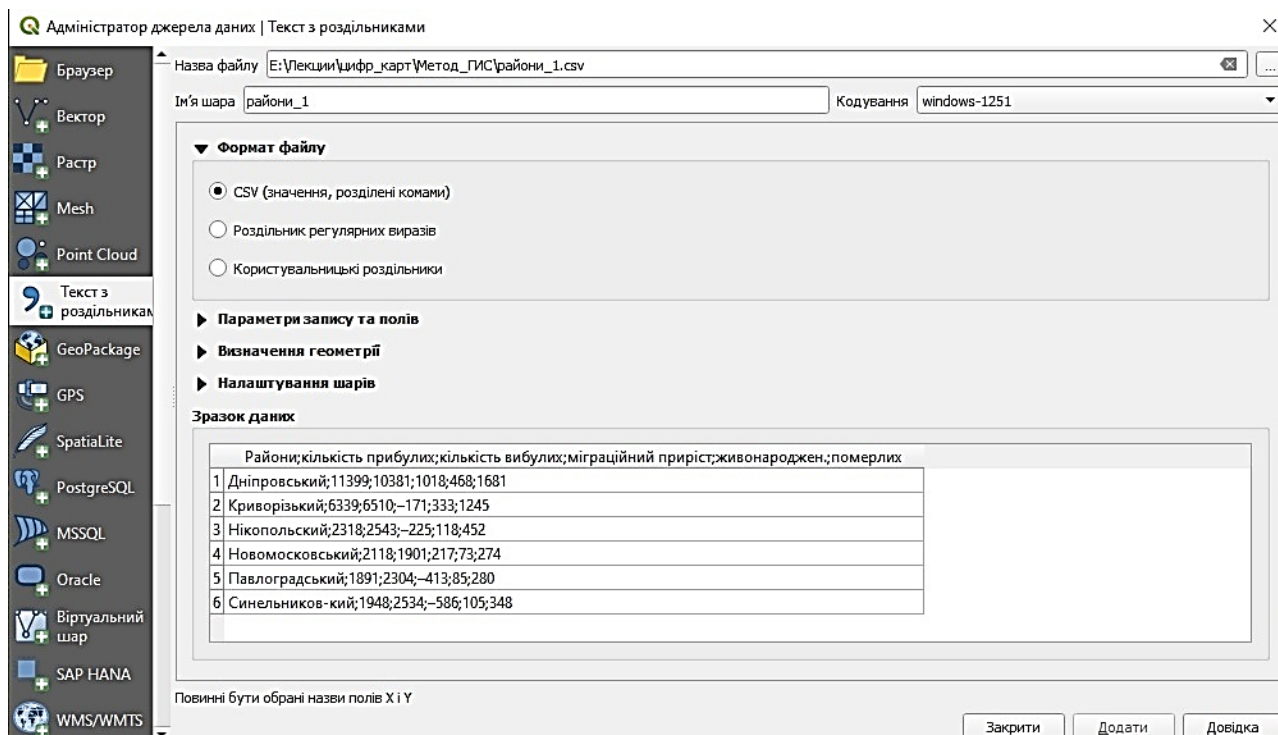


Рис. 129. Вікно *Адміністратор джерел даних* у програмі *QGIS*

- **Назва файлу:** вказуємо адресу електронної таблиці зі статистичними даними.
- **Формат файлу:** активуємо *CSV (значення, розділені комами)*.
- **Визначення геометрії:** *Не містить геометрії (атрибут тільки таблиця)*.
- **Кодування:** *windows-1251* (слід мати на увазі, що системи окремих комп'ютерів у цьому кодуванні формують текстову інформацію у вигляді псевдографіки, у такому випадку треба підібрати кодування із запропонованого списку).

У полі *Зразок даних* з'явиться інформація з електронної таблиці, але не завжди в табличній формі (див. рис. 129). Якщо клацнути *Користувальницькі роздільники* і вибрати *Крапка з комою*, то дані будуть установлені у вигляді таблиці (рис. 130). Клацаємо: *Додати* ▶ *Закрити*. У списку шарів з'явиться рядок із назвою табличного файлу (у нашому випадку – *райони_1*).

Для перенесення даних в атрибутивну таблицю клацаємо правою кнопкою миші в рядку табличного шару (*райони_1*, у нашому випадку) і у вікні *Layer Properties (Властивості шару)* вибираємо функцію *Об'єднує* (рис. 131).

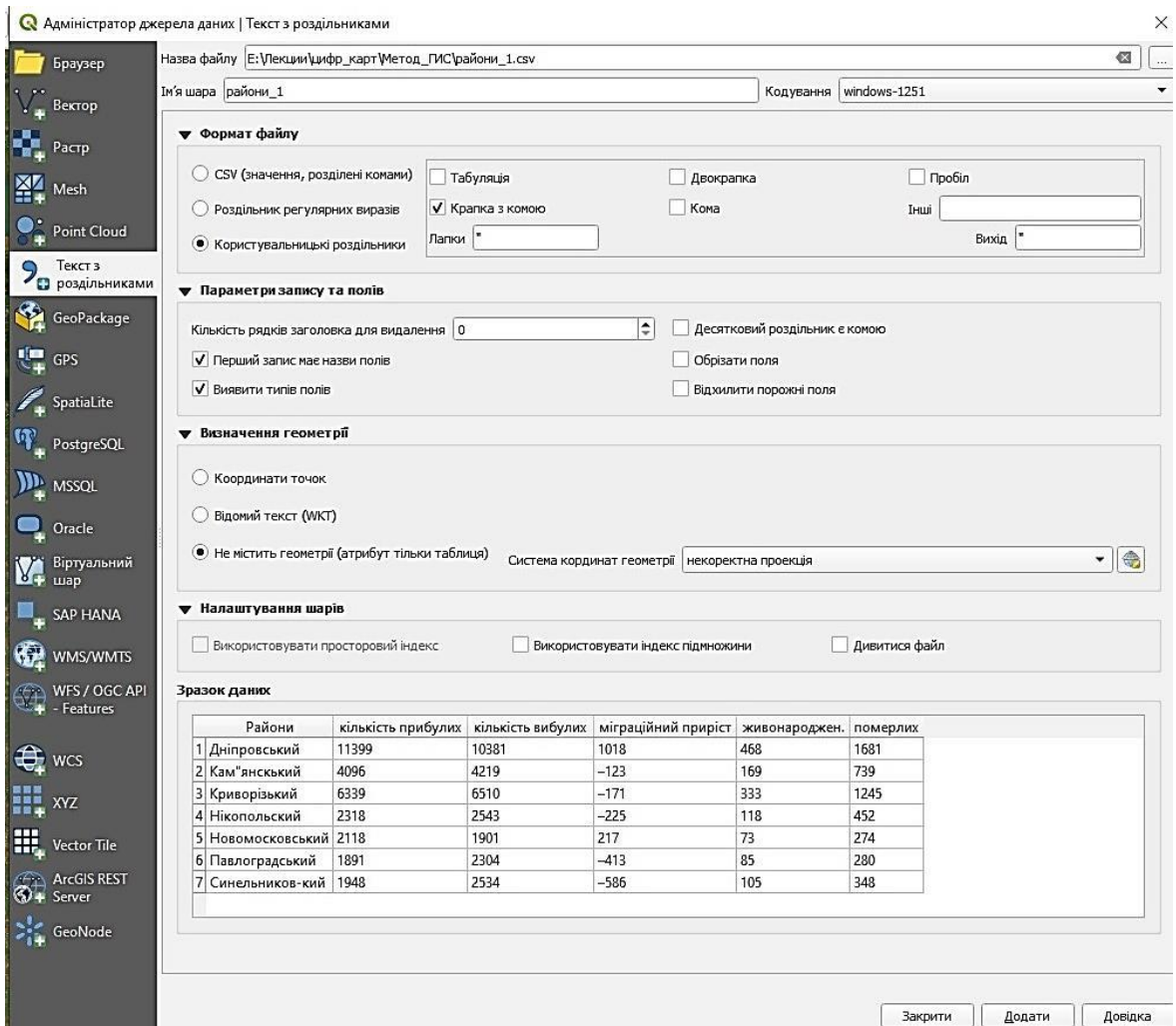


Рис. 130. Вікно Адміністратор джерел даних у програмі QGIS

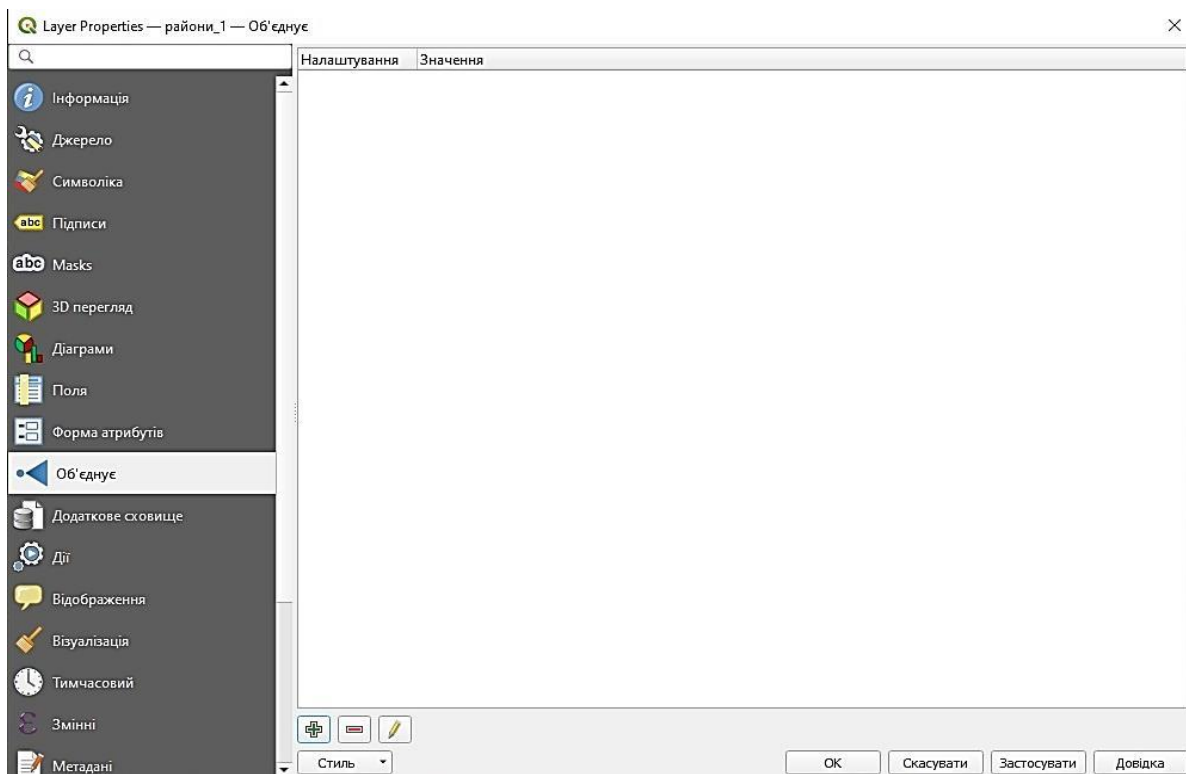



Рис. 131. Вікно Layer Properties у програмі QGIS

Клацаємо в нижній частині вікна на піктограмі *Додати новий зв'язок*  і у вікні *Додати векторне приєднання* (рис. 132) встановлюємо:

- **Приєднати шар:** назву шару з атрибутивною таблицею, куди потрібно внести статистичні дані (у нашому випадку – *region_Dnipro*).
 - **Приєднати поле:** вибираємо поле з назвою районів в атрибутивній таблиці (у нашому випадку – *Назва*).
 - **Цільове поле:** вибираємо поле з назвою районів в електронній таблиці (у нашому випадку – *Райони*).
 - **Редагований шар з'єднання:** активуємо.
- Клацаємо *OK*.

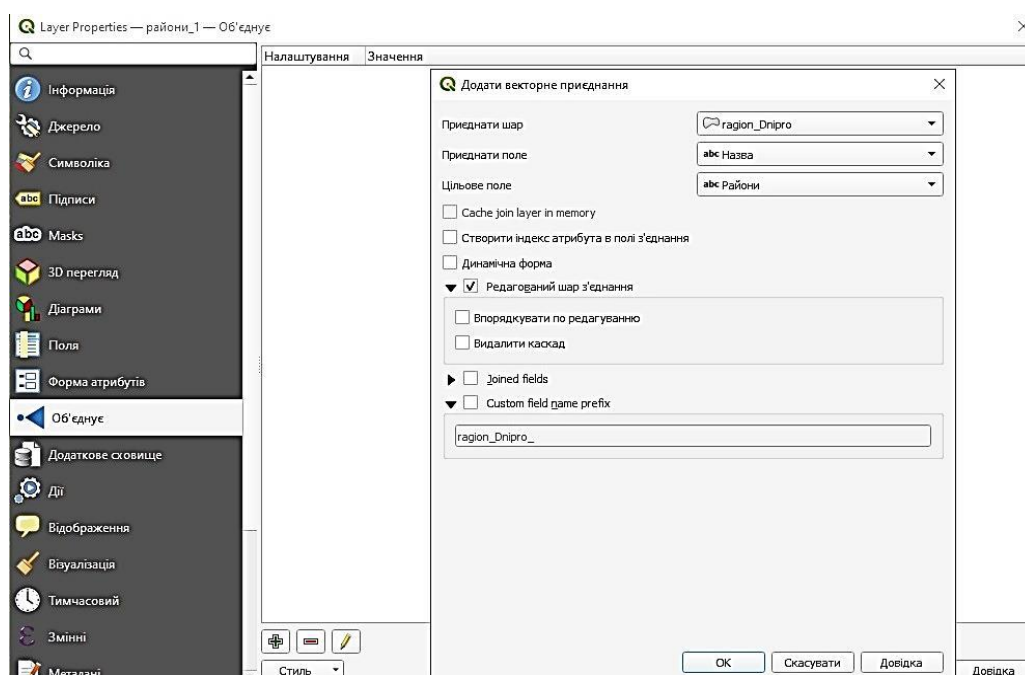



Рис. 132. Вікно *Додати векторне приєднання* в програмі QGIS

Активуємо шар із векторизованими межами районів (у нашому випадку – *region_Dnipro*) і на панелі інструментів клацаємо *Відкрити таблицю атрибутів* . У таблиці атрибутів (рис. 133) повинні з'явитися поля із статистичною інформацією, експортованою з електронної таблиці.

id	Назва	райони_1_кількість прибулих	райони_1_кількість вибулих	райони_1_міграційний приріст	райони_1_живонароджен.	райони_1_померлих
1	4 Дніпровський	11399	10381	1018	468	1681
2	3 Кам'янський	4096	4219	-123	169	739
3	1 Криворізький	6339	6510	-171	333	1245
4	2 Нікопольський	2318	2543	-225	118	452
5	5 Новомосковсь...	2118	1901	217	73	274
6	6 Павлоградський	1891	2304	-413	85	280
7	7 Синельников-...	1948	2534	-586	105	348

Рис. 133. Таблиця атрибутів із доповненою статистичною інформацією в програмі QGIS

Аналогічно імпортуємо дані в атрибутивну таблицю з точковими об'єктами (міста).

Робимо скріншоти атрибутивних таблиць і зберігаємо проєкт.

3. Рефлексивний блок

3.1. Які дані належать до атрибутивних?

3.2. Охарактеризуйте джерела атрибутивної інформації.

3.3. Охарактеризуйте особливості заповнення атрибутивної інформації в ГІС.

3.4. У чому полягає особливість перенесення атрибутивних даних у ГІС за допомогою імпорту із зовнішніх джерел?

3.5. Охарактеризуйте вимоги до баз даних, завдяки яким атрибутивна інформація із зовнішніх джерел вноситься безпосередньо до шейп-файлу і автоматично стає частиною даних об'єкта.

3.6. Опишіть порядок робіт із додавання атрибутивних даних із таблиць *Excel* й середовище *QGIS*.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація QGIS.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. Зацерковний В.І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Кн. 2. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.

4.3. Світличний О. О., П'яткова А. В. Практикум з геоінформатики : навч.-метод. посіб. Одеса: Вид-во ОНУ імені І. І.Мечникова, 2018. 176 с.

4.4. Шелестов А. Ю., Куссуль Н. М. Аналіз геопросторових даних. Лабораторний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 47 с.

4.5. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2010. 313 с.

4.6. QGIS Tutorials and Tips.

URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 14

ОПЕРАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ВЕКТОРНИХ ДАНИХ. ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБОМИ ХОРОПЛЕТ ТА ЗНАЧКІВ У СЕРЕДОВИЩІ QGIS

Мета роботи: навчитися будувати тематичні карти способами хороплет і значків у середовищі *QGIS*.

1. Теоретичний блок

При нанесенні на карту кількісних показників задля виявлення закономірностей розподілу об'єктів і явищ завжди існує проблема вибору між представленням точних значень даних або узагальнення їх за площею. Зазвичай за показниками об'єкти групуються в класи, які дають змогу об'єднати об'єкти з подібними значеннями, приписуючи їм однаковий символ. Так візуалізується просторовий розподіл об'єктів із близькими значеннями. Призначення діапазону класу демонструє, які об'єкти до якого класу будуть віднесені, що, зі свого боку, буде визначати вигляд карти. Змінюючи класи за однакових вихідних даних, можна створювати найрізноманітніші карти.

Одним із найбільш поширених способів класифікації – є хороплетна (choropleth) або фонові картограми. *Хороплет* застосовується тоді, коли виникає потреба візуалізувати територіальний розподіл певної статистичної ознаки між окремими районами для виявлення закономірностей цього розподілу. Чим інтенсивнішим є явище, тим густішим є штрихування або темнішим забарвлення.

Дуже важливим є вибір схеми розбивки даних на інтервали. Найбільш використовуваними в ГІС схемами класифікації є:

- рівні інтервали;
- квантиль;
- природний розрив;
- стандартне відхилення.

Метод класифікації за **рівним інтервалом** (або рівним кроком) поділяє діапазон значень атрибутів на класи з рівним діапазоном значень, тому різниця між максимальним і мінімальним значеннями однакова для кожного класу. Цей метод найкраще використовувати для безперервних наборів даних (наприклад, кількість опадів або температура), особливо, коли відомі діапазони значень. Його перевага полягає в тому, що рівні інтервали більш прості для розуміння, однак ефективність методу істотно знижується при оцінці нерівномірних розподілів, коли є можливість скупчення великої кількості об'єктів в одному чи двох класах при повній їх відсутності в інших (рис. 134А).

Метод **квантильної** класифікації розміщує однакову кількість спостережень у кожному класі. Цей метод найкраще підходить для даних, рівномірно розподілених за діапазоном значень. Тут не буває порожніх класів або класів, що містять надто малу чи надто велику кількість значень. Перевага цього методу полягає в наочному зіставленні областей, розміри яких приблизно однакові. Основним недоліком методології квантильної класифікації є те, що об'єкти з близькими значеннями можуть потрапити в різні класи, особливо, якщо значення розташовані щільно. Це може призвести до необґрунтованого їх розподілу, і навпаки – декілька далеко рознесених суміжних значень можуть виявитися в одному класі, приховуючи відмінності між об'єктами (рис. 134Б).

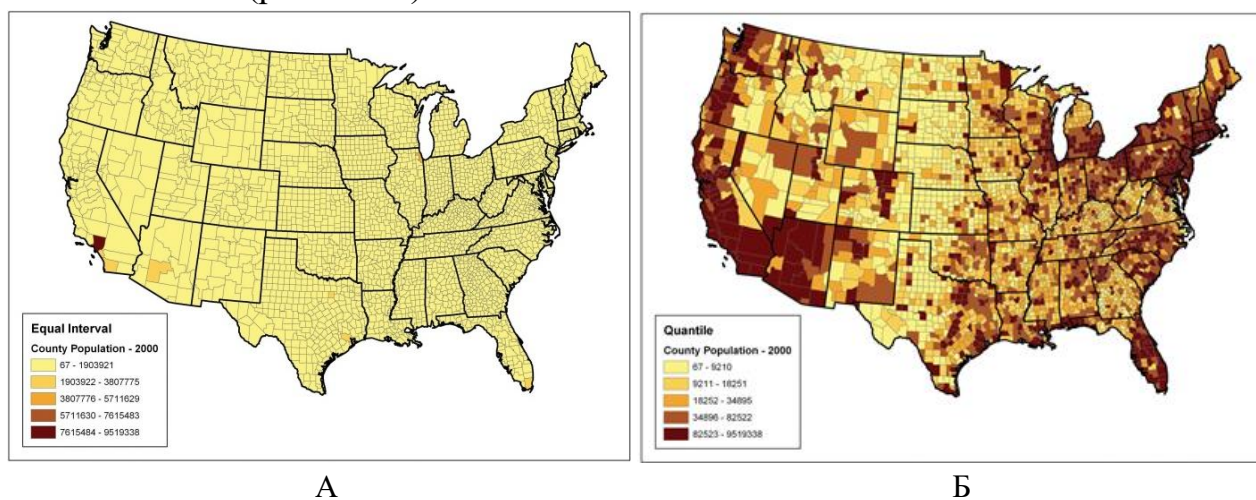


Рис. 134. Карти, виконані за методами рівних інтервалів (А) та квантилів (Б) для даних чисельності населення округів США за 1997 рік (за даними https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/)

Метод класифікації за **природними розривами** використовує алгоритм для групування значень у класах, розділених різними точками розриву (рис. 135А). Межі класів створюють так, щоб найкраще згрупувати подібні значення і максимізувати відмінності між класами. Такий підхід є найбільш ефективним при картуванні даних, які мають нерівномірний розподіл. Перевагою цього методу є вибір інтервалів, які найкраще групують близькі значення, що максимізує відмінності між класами. Однак є суттєві труднощі при зіставленні класів на різних картах, оскільки інтервали розбивки характерні тільки для даної вибірки. Крім того, використання цього методу не рекомендовано у випадку рівномірного розподілу даних, коли різкі зміни в значеннях погано розпізнаються.

Метод класифікації **стандартного відхилення** формує кожен клас шляхом додавання і віднімання стандартного відхилення від середнього набору даних (рис. 135Б). Метод найкраще підходить для використання з даними, що відповідають нормальному розподілу. Такий підхід дає змогу уявити напрямок відхилення параметра об'єкта від середнього значення в

більший чи менший бік. При цьому треба пам'ятати, що карта, отримана в результаті класифікації за середньоквадратичним відхиленням, ніколи не виявить реальні характеристики об'єкта. Її призначення – виявити тільки відхилення від середнього.

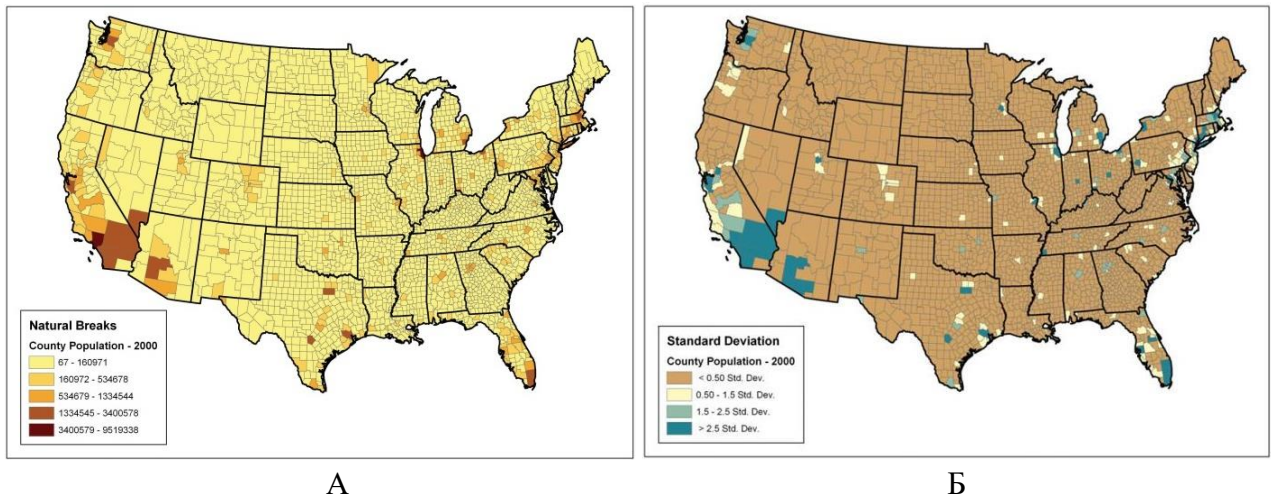


Рис. 135. Карти, виконані за методами природних розривів (А) та стандартного відхилення (Б) для даних чисельності населення округів США за 1997 рік (за даними https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/)

Кожен із цих методів має значний вплив на інтерпретацію тематичної карти, оскільки представлений візуальний рисунок легко спотворюється шляхом маніпулювання конкретними інтервальними перервами класифікації. Вибір схеми і показників класифікації повинен якнайкраще відповідати потребам дослідження і представляти дані максимально змістовно і прозоро.

Так, перш ніж обирати схему класифікації, необхідно з'ясувати характер розподілу даних. Треба побудувати гістограму (більшість ГІС мають таку функцію) і відрегулювати шкалу її горизонтальної осі так, щоб уникнути порожніх інтервалів. Вертикальна вісь має демонструвати кількість об'єктів, що потрапляють у межі кожного інтервалу (рис. 136).

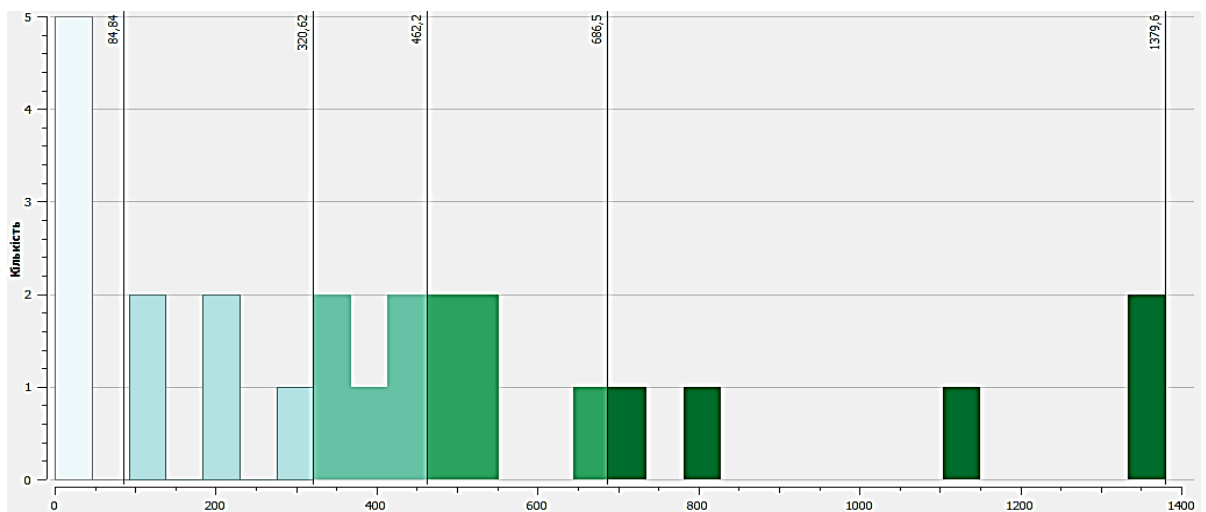


Рис. 136. Гістограма розподілу значень показників при виборі схеми класифікації в програмі QGIS.

З'ясувавши характер розподілу, можна використовувати такі принципи для вибору схеми класифікації:

1. Якщо дані розподілені нерівномірно (багато об'єктів мають однакові чи близькі значення й помітні перепади між значеннями груп), доцільно використовувати *природні розриви*.

2. Якщо дані розподілені рівномірно і необхідно підкреслити різницю між об'єктами, то доцільно використовувати *рівні інтервали* чи *середньоквадратичне відхилення*.

3. Якщо дані розподілені рівномірно, а продемонструвати необхідно відносні розбіжності між об'єктами, то доцільно використовувати *квантили*.

ГІС легко і швидко дає змогу змінювати діапазони класу, їх кількість і вигляд символів, що відображають об'єкти класу. Це дає можливість візуально оцінити й вибрати кращий із декількох підходів, що надзвичайно зручно, коли оцінюється нова вибірка чи окреслюються можливі закономірності розподілу.

Якщо визначено метод класифікації, то необхідно виявити кількість створюваних класів. Ґрунтуючись на цій кількості і схемі класифікації, ГІС обчислює діапазони класів. Якщо вибрано оптимальну схему класифікації, то поява додаткової інформації не змінить кількість класів, а лише зробить закономірності більш помітними. Однак існують обмеження в кількості класів, які без проблем може сприймати людина. Зазвичай, це 6 ± 2 класи в ієрархічній системі. Класифікації з понад 10 класами складні для сприйняття і роботи.

Щоб спростити і прискорити процес сприйняття карти, необхідно коректувати діапазони розбивки до спрощення класів. Якщо не ставити за мету нанесення на карту точних значень даних, то за допомогою округлення мінімальних і максимальних значень можна отримати більш легку для зчитування легенду без втрати помітних на карті закономірностей.

Спосіб значків (sign method) – спосіб картографічного зображення, що застосовується для відображення на карті локалізованих на місцевості об'єктів і явищ відповідними умовними позначеннями, які не передаються в масштабі карти. Ці значки за своєю формою, внутрішнім рисунком і кольором демонструють, як правило, якісні особливості об'єкта або явища.

Розмір значка передає кількісну характеристику, для цього розробляють кваліфікаційну шкалу розміру значків, що міститься в легенді. При цьому використовують схеми класифікації, описані раніше для способу хороплет.

Використання всіх цих властивостей умовних знаків дає змогу збагатити їх змістове навантаження, так, за допомогою одного значка можна передати кілька відмінностей об'єкта: якісних, кількісних змін у часі тощо.

2. Практичний блок

2.1. Побудова тематичної карти способом хороплет.

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проект, що містить векторизовані шари районів тематичної карти з атрибутивними таблицями, заповненими статистичною інформацією (практична робота 13: ДОДАВАННЯ АТРИБУТИВНИХ ДАНИХ ІЗ ЗОВНІШНІХ ДЖЕРЕЛ В QGIS) – рис. 137.

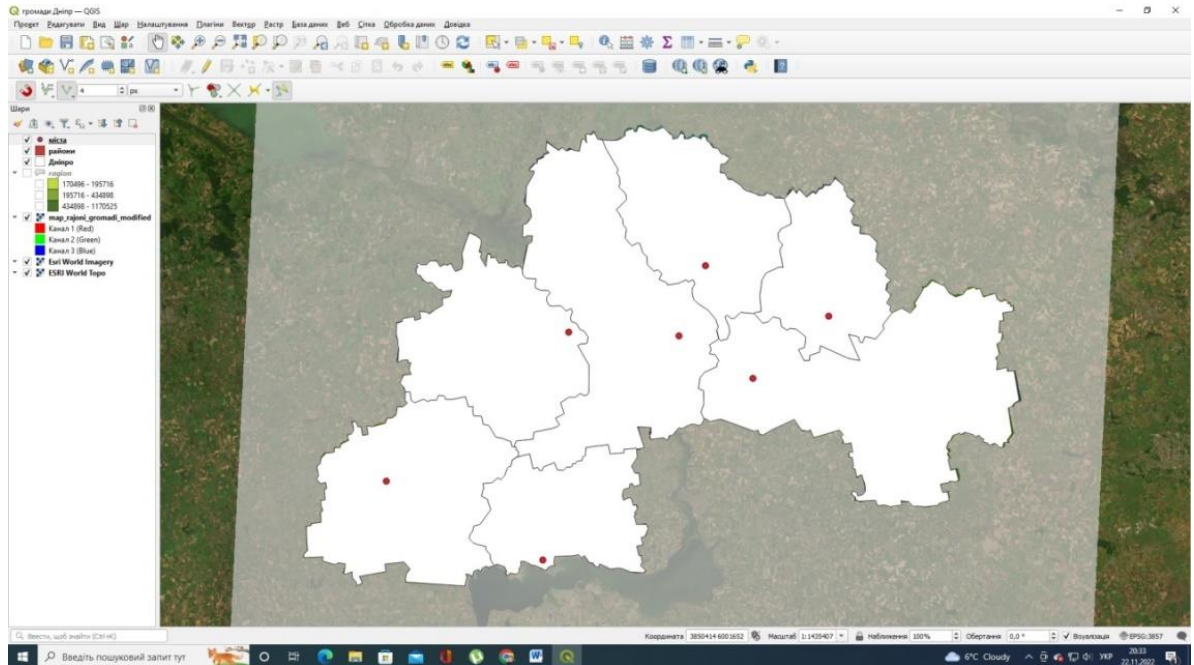



Рис. 137. Векторизовані шари районів проекту тематичної карти у вікні *QGIS*

Зробіть активним шар із контурами кордонів тематичної карти. Для цього клікніть лівою кнопкою миші на рядку шару у *Списку шарів* і перейдіть на вкладку *Стилізація шару* і клікніть на відповідній піктограмі  (рис. 138).

У верхній частині вікна *Стилізація шару* виберіть у рядку списку методів візуалізації *Градуирований знак*. У полі *Значення* виберіть стовпець таблиці атрибутів, значення якого будуть використані для створення візуалізації. У нашому випадку це поле *живонароджені*, що зберігає інформацію про кількість народжених немовлят у січні 2022 року за районами Дніпропетровської області.

Натисніть правою кнопкою миші на рядку *Градiєнт*. У меню, що відкрилося, виберіть градієнт для відображення градієнтів значень. Наприклад, *Greens*. Відображення градієнтів значень можна редагувати, для цього у вікні рядку *Градiєнт* треба вибрати *Редагувати градієнт*.

У вікні *Редагувати градієнт* (рис. 139) можна змінювати тип градієнта (*неперервний* або *дискретний*), відтінки або колір для кожної з груп значень, непрозорість заливки тощо. У рядку *Точність* установіть кількість знаків в аналізованих статистичних показниках.

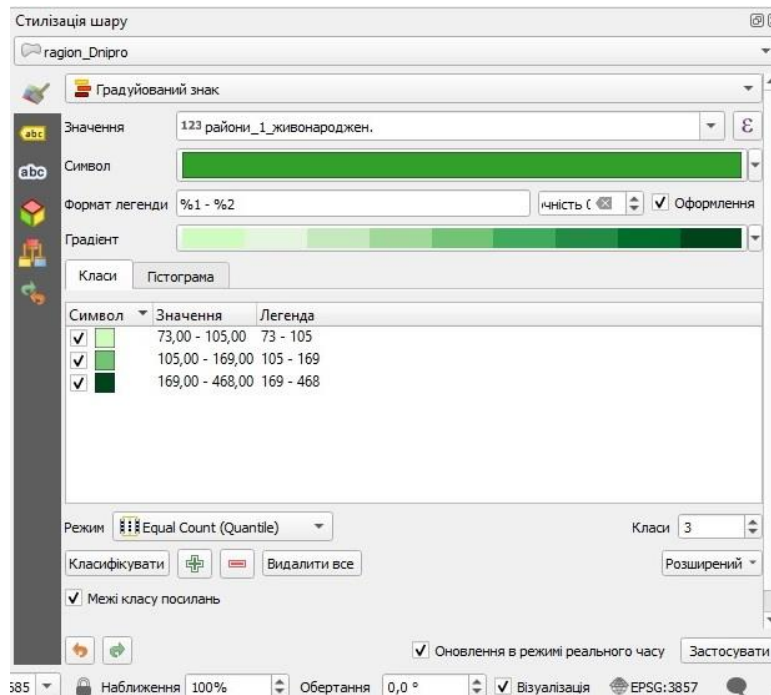


Рис. 138. Вікно **Стилзація шару** програми QGIS

Наступний процес є дуже важливим для побудови тематичної карти. Для вибору схем класифікації і визначення кількості груп для розбивки статистичного ряду треба побудувати гістограму розподілу даних (функція *Гістограма* – дивись рис. 136) і виконати рекомендації, надані в теоретичному розділі цієї роботи.

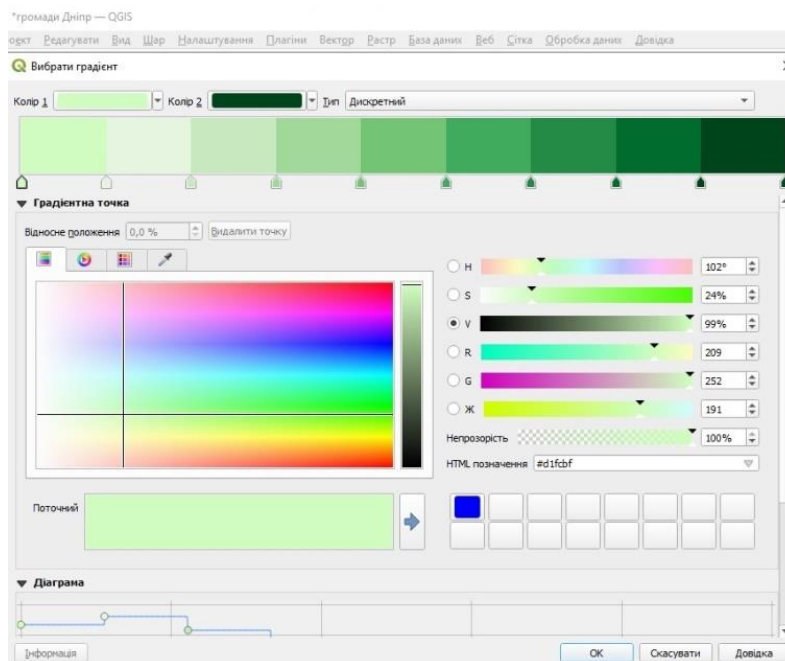


Рис. 139. Вікно **Редагувати градієнт** програми QGIS

За результатами аналізу гістограми встановлюємо в рядку *Класи* кількість груп для розбивки статистичного ряду (у нашому випадку – 3), у рядку *Режим* – принцип розбивки інтервалу на групи (наприклад, *Equal Count* – *Квантилі*).

Натисніть кнопку *Класифікувати*. Класифікацію буде виконано за схемою квантильної класифікації. Натисніть *ОК*, щоб застосувати налаштування властивостей шару (рис. 140).

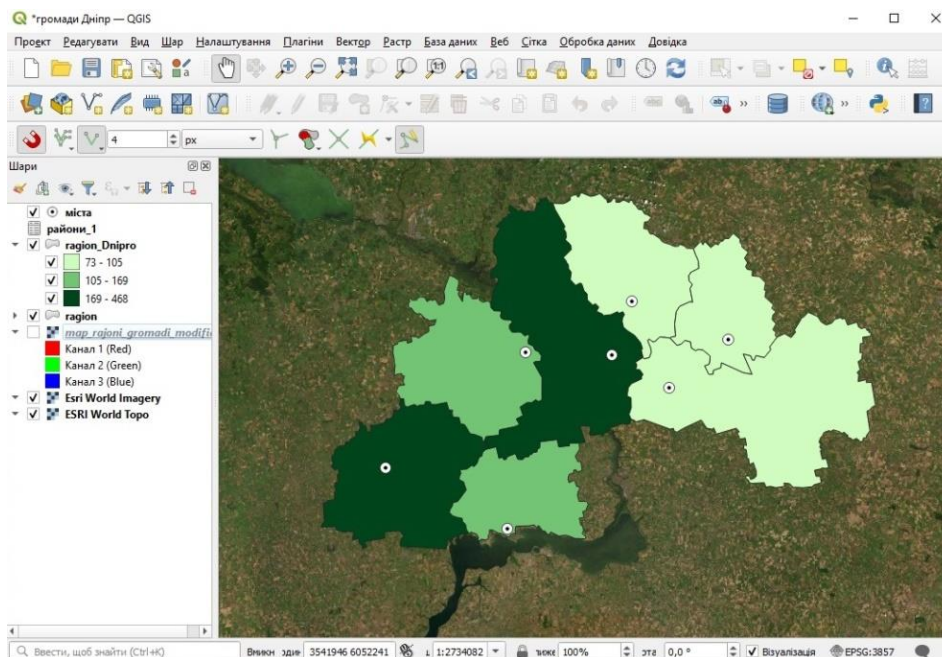



Рис. 140. Карта проекту тематичної карти, побудованої способом хороплет у програмі QGIS

2.2. Побудова тематичної карти способом значків.

Зробіть активним шар з адміністративними центрами тематичної карти (точкові об'єкти). Для цього клікніть лівою кнопкою миші на рядку шару у списку шарів і перейдіть на вкладку *Стилізація шару*, клікніть на піктограмі *Стилізація шару*  (рис. 141).

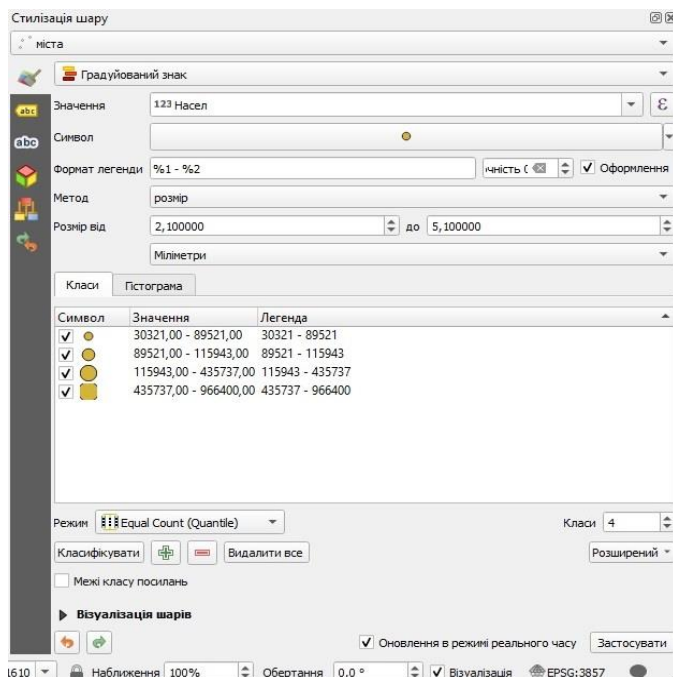


Рис. 141. Вікно *Стилізація шару* програми QGIS

У вікні *Стилізація шару* встановлюємо такі параметри:

- **Список методів візуалізації** – *Градуйований знак*.
- **Значення** – вибираємо поле в таблиці атрибутів, значення якого будуть використані для створення візуалізації. У нашому випадку, це поле *населення*, що зберігає інформацію про кількість населення (за даними 2017 року) у містах – адміністративних центрах Дніпропетровської області.
- **Символ** – вибираємо стиль значка (форму, колір, заливку тощо).
- **Метод** – розмір (значки будуть відрізнятися за розмірами залежно від значень статистичних показників об'єктів).
- **Розмір від:** розмір значка від найменшого до найбільшого.
- **Класи** – кількість груп розмірів значків (у нашому випадку – 4).
- **Режим** – встановлюємо схему класифікації статистичних значень на групи (у нашому випадку – *Equal Count* – *Квантилі*).

Натисніть кнопку *Класифікувати*. Класифікацію буде виконано за схемою квантильної класифікації. Натисніть *ОК*, щоб застосувати налаштування властивостей шару.

Наприкінці треба підписати об'єкти (міста) на карті. Для цього клікніть правою кнопкою миші на рядку шару у *Списку шарів* і оберіть *Властивості шару*...

У вікні *Layer Properties (Властивості шару)* виберіть *Підписи* і у верхньому рядку вікна – *Single Labels* (рис. 142).

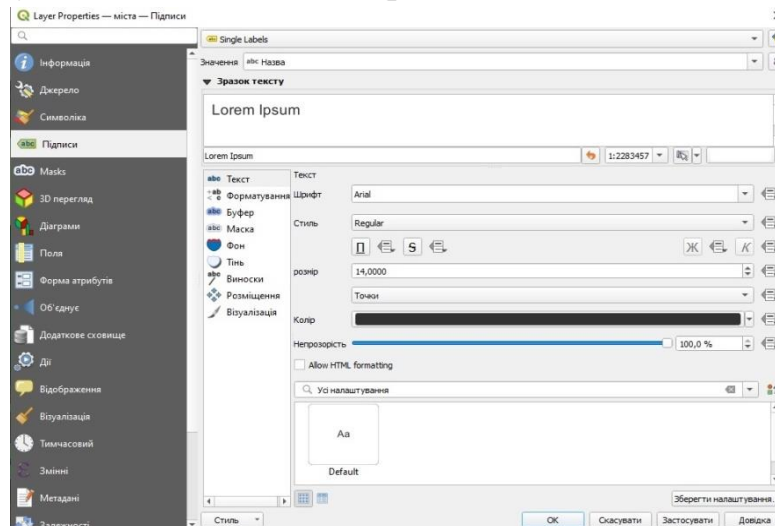


Рис. 142. Вікно **Підписи** програми QGIS

У вікні *Підписи* встановіть формат підписів об'єктів:

- **Значення** – вибираємо поле в таблиці атрибутів, значення з якого будуть використані для підписання об'єктів (у нашому випадку – *Назва*).
- **Шрифт** – вид шрифту.
- **Стиль** – стиль шрифту.
- **Розмір** – розмір шрифту.
- **Колір** – колір шрифту.

У лівій частині вікна знаходиться поле з допоміжними функціями формування стилю підписів (маска, розміщення, візуалізація тощо). Кликніть *Застосувати* ▶ *OK* (рис. 143). Зробіть скриншот карти і збережіть проєкт.

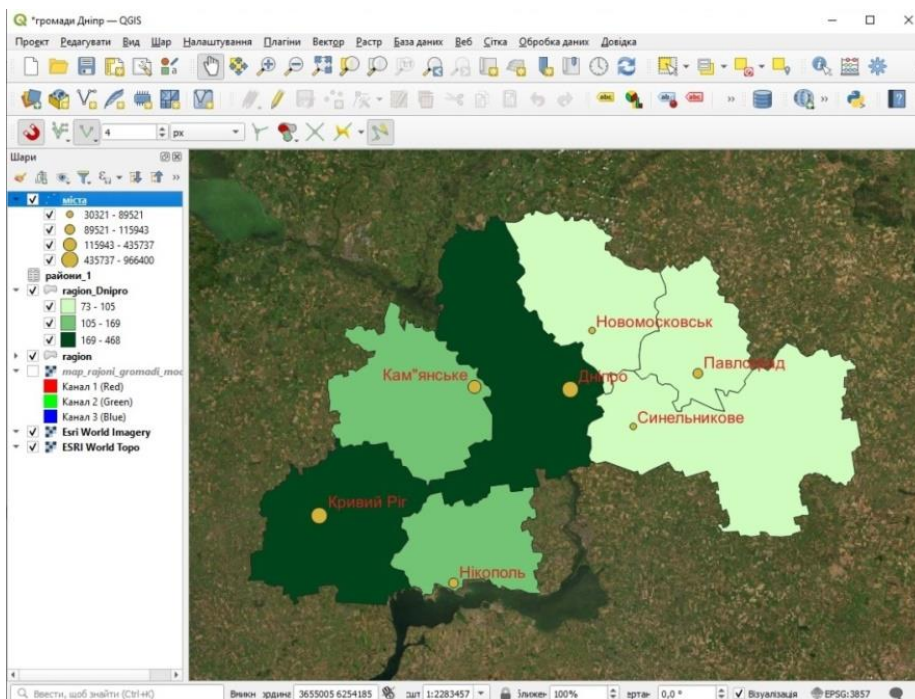


Рис. 143. Карта проєкту тематичної карти, побудованої способами хороплет і значків у програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Яка мета операцій класифікації в ГІС?
- 3.2. Охарактеризуйте спосіб картографічного зображення хороплет.
- 3.3. Охарактеризуйте спосіб картографічного зображення значків.
- 3.4. Проаналізуйте найбільш вживані в ГІС схеми класифікацій.
- 3.5. Охарактеризуйте рекомендації щодо вибору схеми класифікації показників картографування.
- 3.6. Опишіть порядку робіт із побудови тематичної карти способами хороплет і значків у QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html
- 4.2. Шелестов А. Ю., Куссуль Н. М. Аналіз геопросторових даних. Лабораторний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 47 с.
- 4.3. Cartography Guide.
URL : <https://www.axismaps.com/guide/>
- 4.4. DeMers, Michael N. Fundamentals of geographic information systems. 4th Edition. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, Weinheim : John Wiley & Sons, Inc, 2008. 464 p.

Практична робота 15

ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБОМ КАРТОДІАГРАМ У СЕРЕДОВИЩІ QGIS

Мета роботи: навчитися будувати тематичні карти способом картодіаграм у *QGIS*.

1. Теоретичний блок

Спосіб картодіаграм – спосіб зображення на тематичній карті за допомогою просторово прив'язаних діаграмних фігур кількісних показників об'єктів і явищ. Фактично це поєднання карти з діаграмами, однак обов'язковою є вимога територіального розподілу діаграм.

Картодіаграми дають можливість графічно зобразити більш складні статистико-географічні співвідношення, на відміну від хороплет. Так, за допомогою картодіаграм можна продемонструвати просторову специфіку у структурах досліджуваних статистичних сукупностей. Цей спосіб найзручніше застосовувати при порівняно малій кількості географічних спостережень і дуже невеликій кількості представлених груп. Часто використовується комбіновано з хороплетною картою для одночасного відображення декількох змінних.

Як діаграмні знаки в картодіаграмах часто використовують різні, особливо образотворчі знаки, але в більшості ГІС – здебільшого чотири шаблони, як-от:

- *Кругова діаграма (Pie Chart)* – це кругла статистична діаграма, розділена на частини для ілюстрації числових пропорцій (часток). На круговій діаграмі довжина дуги кожного зрізу (i , отже, його центральний кут і площа) пропорційна кількісним показникам кожного з аналізованих об'єктів або явищ (рис. 144А). Кругові діаграми застосовуються, щоб проілюструвати, як частини складають загальне ціле, тому загальна сума показників повинна складати 100%. При оформленні зовнішнього вигляду кругових картодіаграм використовують такі настроювання: установлення залежності діаметра значка картодіаграми від сумарного числового значення окремих сегментів, колір для сегментів картодіаграми, основні підписи і підписи сегментів, кут початку першого сегмента тощо.

- *Текстова діаграма (Text Diagram)* відображає дані у вигляді кола, поділеного на кілька рівних частин (рис. 144Б), кожна з яких відповідає за демонстрацію відповідних показників у текстовій формі: числа і слова. Загальний діаметр кола можна змінювати залежно від сумарного числового значення. Використання текстових показників суттєво зменшує демонстраційні можливості діаграм цього типу, тому використовується тоді, коли не можливим є використання інших діаграм.

- *Гістограма (Histogram)* відображає кілька однотипних тематичних змінних у вигляді ранжованих стовпців у діаграмі, що дає змогу візуально порівнювати числові значення різних змінних (рис. 144В). Гістограми часто використовують для демонстрації зміни кількісних показників у часі. При виборі показників слід урахувати порівнянність числових значень (відсотки, частки, абсолютні значення). При демонстрації гістограм можуть бути задані параметри стовпців: висота залежно від відображуваного значення, ширина стовпця, колір або штрихове заповнення.

- *Діаграма з накопиченням (Stacked Bars)* у підсумку демонструє внесок кількох елементів даних у вигляді стовпців, розташованих один над одним (рис. 144Г). Висота кожного стовпця пропорційна значенню відповідного елемента даних. При оформленні діаграм певного типу із накопиченням можна задавати параметри стовпців (висоту, широту, колір тощо), а також їх розташування та підпис.

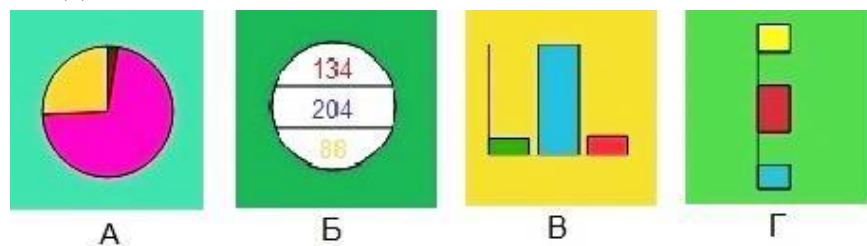


Рис. 144. Типи діаграмних знаків, які використовуються в більшості ГІС при побудові тематичних карт способом картодіаграм: А – кругова діаграма; Б – текстова діаграма; В – гістограма; Г – діаграма з накопиченням.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проєкт, що містить тематичну карту регіону, побудовану способами хороплет і значків (практична робота 14: ОПЕРАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ В ГІС. ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБОМИ ХОРОПЛЕТ І ЗНАЧКІВ У СЕРЕДОВИЩІ QGIS) – рис. 145. Для цього виконуємо: *Проект* ▶ *Відкрити недавні* ▶ *Назва проєкту....*

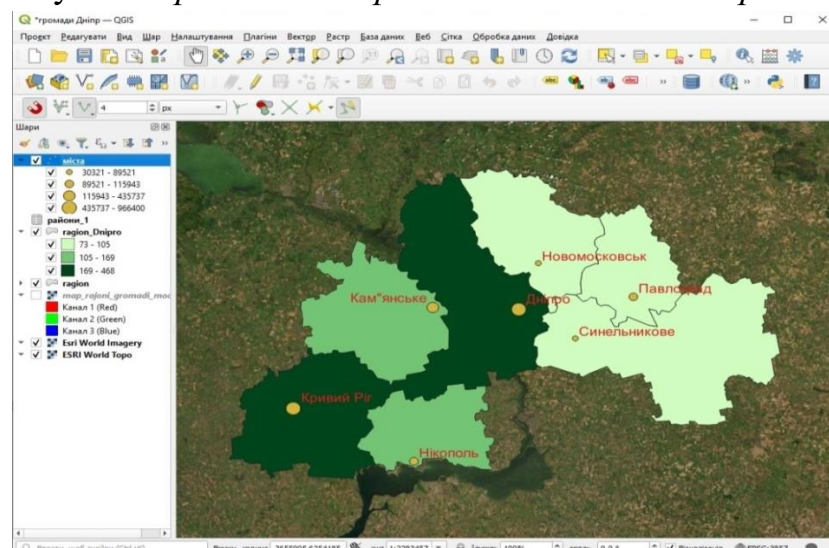


Рис. 145. Векторизовані шари районів проєкту тематичної карти у вікні *QGIS*

Кликніть лівою кнопкою миші в рядку з назвою шару за векторизованими контурами кордонів (у нашому випадку – *region Dnipro*). У вікні *Layer Properties (Властивості шару)* вибираємо *Діаграми* і у верхньому рядку вікна – *Pie Chart (Кругова діаграма)* – рис. 146.

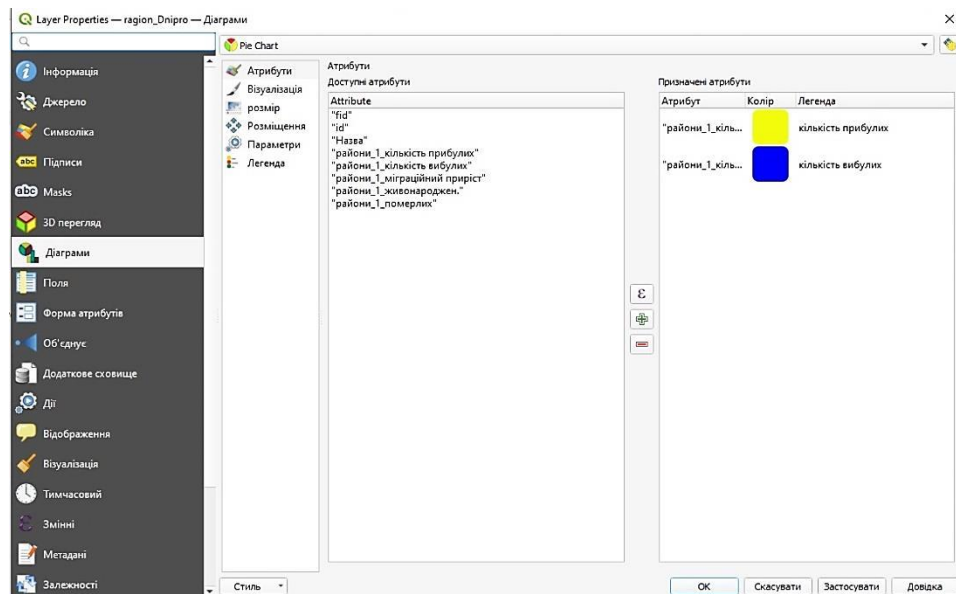



Рис. 146. Вікно **Діаграми** в програмі QGIS

У лівій колонці вікна вибираємо *Атрибути*. У центральній колонці відкриється перелік полів атрибутивної таблиці цього шару. Вибираємо поля, за даними яких будемо будувати діаграми. Для цього клацаємо лівою кнопкою миші спочатку на назві поля, а потім на кнопці *Додати вибрані атрибути* .

У правій колонці вікна з'явиться повна назва атрибута, його колір і назва в легенді. За потреби колір і назву легенди можна змінити. Для зміни кольору клацаємо двічі лівою кнопкою миші на значку кольору і у вікні *Вибрати колір* (рис. 147) установлюємо необхідний за вибором. Клацаємо *OK*.

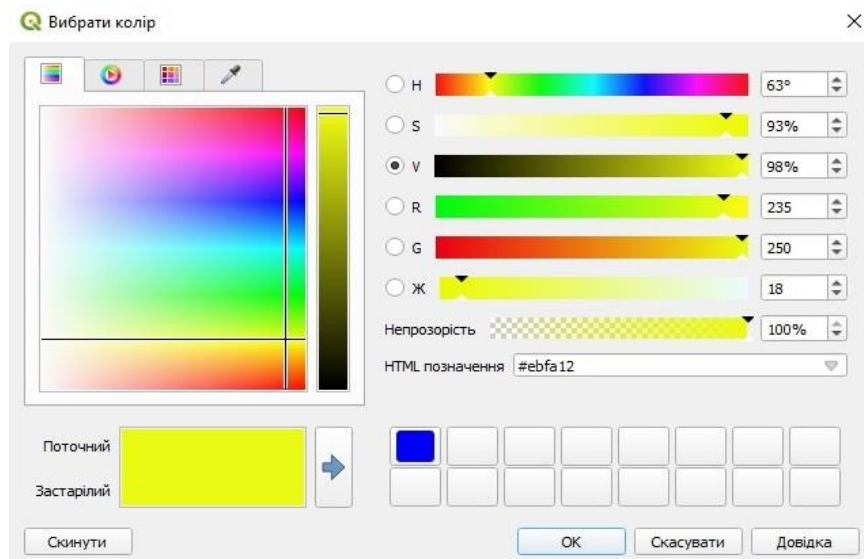


Рис. 147. Вікно **Вибрати колір** у програмі QGIS

Для зміни назви атрибута в легенді клацаємо на підписі і змінюємо його. Вибираємо функцію *Візуалізація* (рис. 148). Установлюємо товщину ліній діаграм (*ширина лінії*) та її колір (*колір лінії*). За замовчуванням стартовий кут кругової діаграми встановлено вгорі. За потреби його можна змінити функцією *Стартовий кут*.

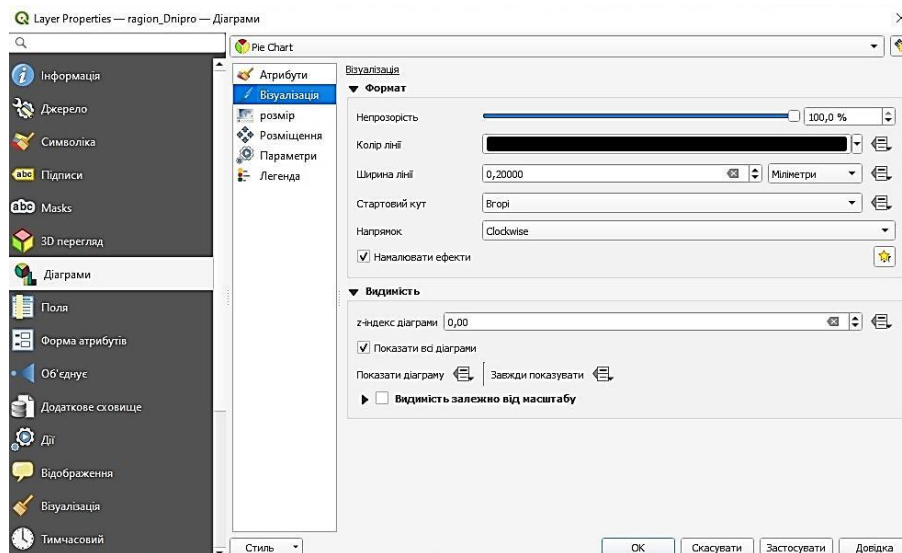


Рис.148. Вікно **Візуалізація** в програмі QGIS

У вікні **Розмір** (рис. 149) установлюються параметри розміру діаграм:

- **Масштабований розмір** – робимо активним.
- **Атрибут** – вибираємо атрибут, статистичні показники якого будуть визначатися в загальному розмірі діаграми (у нашому випадку – *кількість прибулих*).
- **Знайти** – клацаємо для визначення максимального значення показників цього атрибута.
- **Розмір** – установлюємо масштаб діаграм (найкраще це зробити методом підбору).

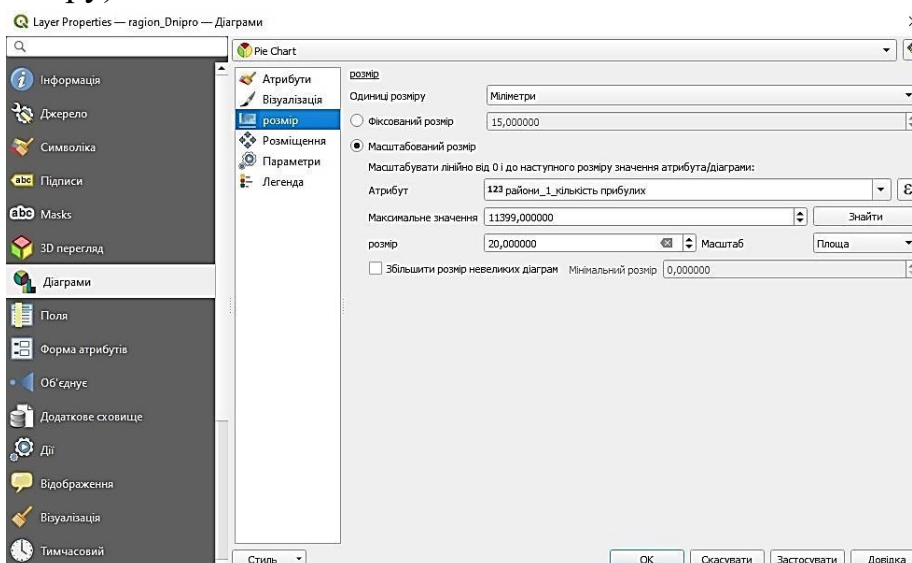


Рис. 149. Вікно **Розмір** у програмі QGIS

У вікні *Розміщення* (рис. 150) вибираємо місце розташування діаграм на площині полігонів контурів визначених районів. Це також краще зробити методом підбору функцій:

*Навколо центроїда; Усередині полігону,
Над центроїдом; Використання периметра.*

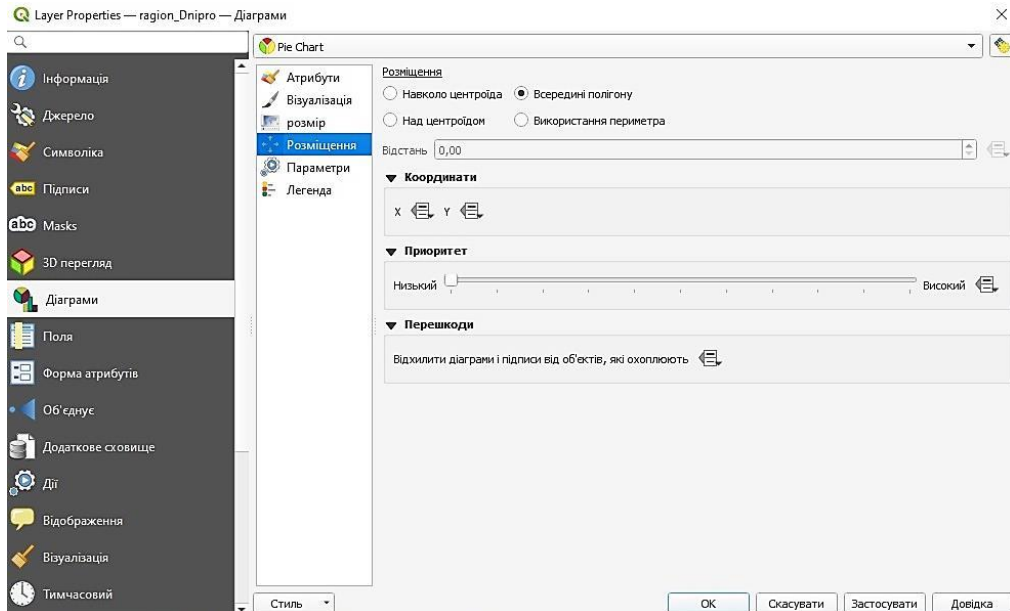


Рис. 150. Вікно **Розміщення** в програмі QGIS

На завершальному етапі формуємо легенду. Для цього виконуємо: *Легенда* ▶ *Елементи легенди для розміру діаграм* і встановлюємо *Згорнута легенда* (рис. 151). За потреби редагуємо символ легенди (функція *Символ легенди*)

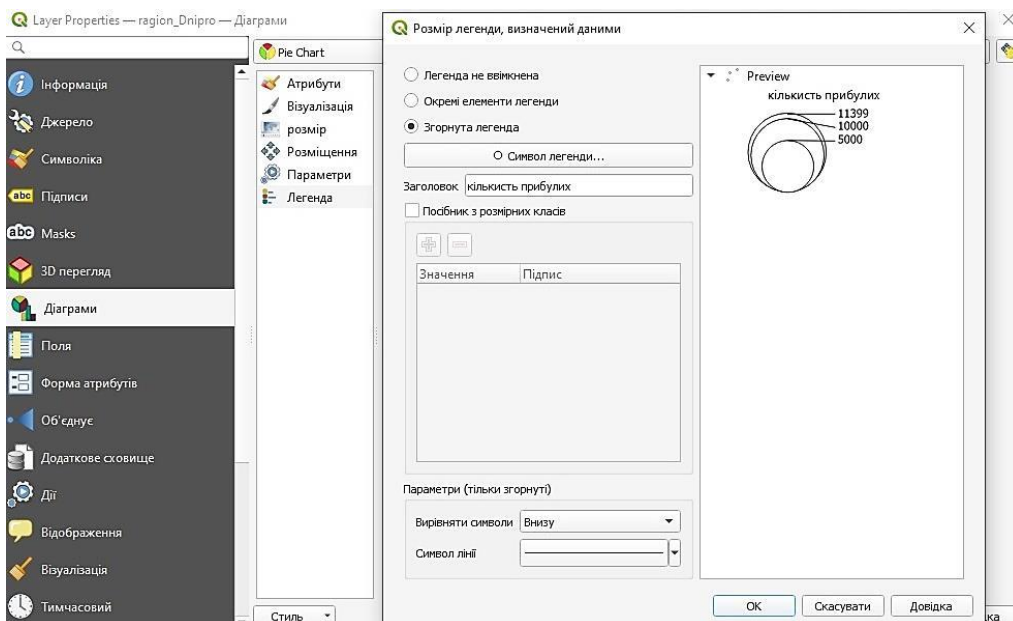


Рис. 151. Вікно **Легенда** в програмі QGIS

По завершенню встановлення показників діаграм клацаємо *Застосувати* ▶ *OK*. Перевіряємо сформовану карту (рис. 152).

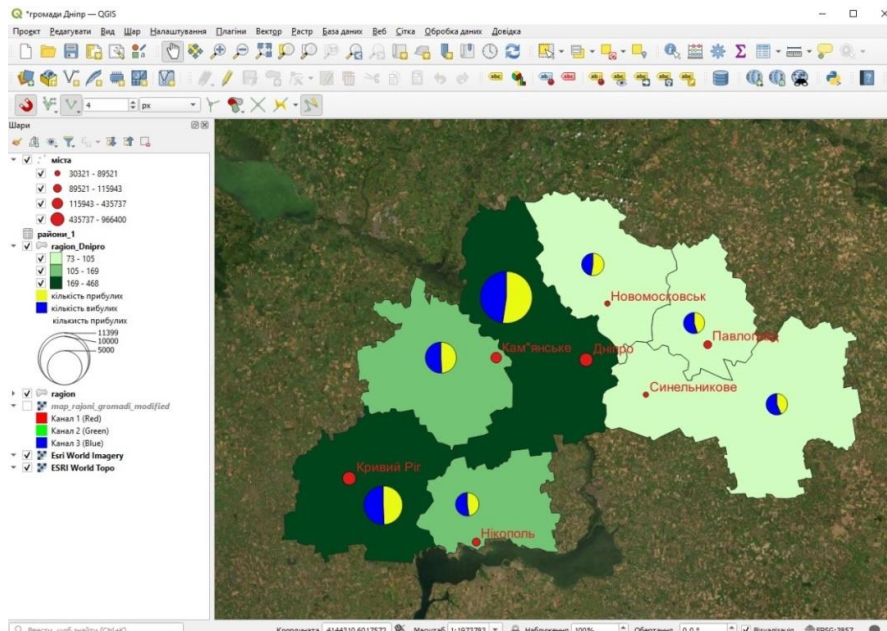


Рис. 152. Тематична карта проєкту у вікні QGIS

Після перевірки карти створюємо її макет. Порядок робіт описано в практичній роботі ЕЛЕМЕНТИ КАРТИ. ПОБУДОВА КАРТИ ЗАСОБАМИ QGIS. Відмінністю є формування легенди карти. Для цього у вікні *Макет* виконуємо: *Додати елемент* ▶ *Додати легенду*. Курсором у вигляді хреста вказуємо місце розташування легенди і у вікні *Легенда* (рис. 153) встановлюємо:

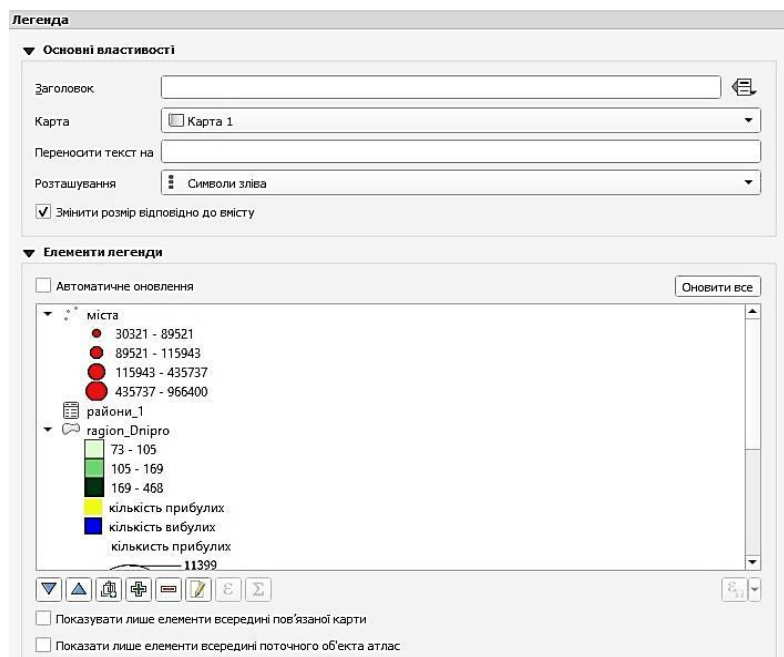


Рис. 153. Вікно *Легенда* при формуванні макета карти

- **Заголовок** – за потреби вказуємо заголовок легенди.
- **Розташування** – визначаємо місце символів у легенді.
- **Змінити розмір відповідно до вмісту** – виключити.
- **Елементи легенди** – виключити автоматичне оновлення у вікні вигляду легенди редагуємо зміст легенди (прибираємо непотрібне, змінюємо

текст, місця розташування символів тощо).

У нижній частині вікна *Легенда* знаходяться функції, за допомогою яких можна змінювати шрифт і формат тексту, розмір символів, кількість колонок, наявність рамки тощо.

По завершенню визначаємо ще раз точне місце розташування легенди та її межі. Приклад сформованої карти представлено на рис. 154.

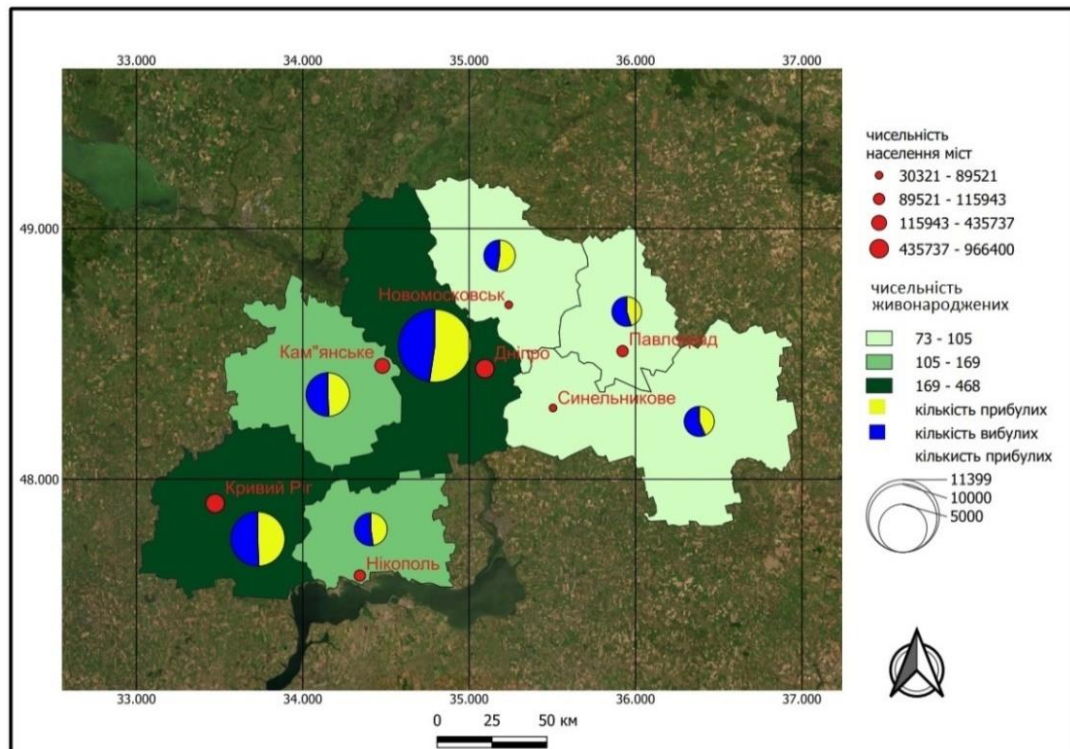


Рис. 154. Макет тематичної карти проєкту

Слід пам'ятати, що побудова тематичних карт із використанням різних типів діаграм має свої особливості. Так, наприклад, розмір гістограм встановлюється співвідношенням показників: *Максимальне значення* – *Довжина лінійки*; відстань між стовбцями в діаграмі визначається функцією *Bar spacing*.

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Охарактеризуйте спосіб картографічного зображення картодіаграм.
- 3.2. Проаналізуйте найбільш уживані в ГІС типи діаграм.
- 3.3. Опишіть порядок робіт із побудови тематичної карти способом картодіаграм у *QGIS*.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація *QGIS*.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. DeMers, Michael N. Fundamentals of geographic information systems. 4th Edition. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, Weinheim : John Wiley & Sons, Inc, 2008. 464 p.

Практична робота 16

ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБОМ АНАМОРФОЗ У СЕРЕДОВИЩІ QGIS

Мета роботи: навчитися будувати тематичні карти способом анаморфоз у QGIS.

1. Теоретичний блок

Побудова карт способом анаморфоз полягає в застосуванні трансформації зображення явища, взятого за основу, зі звичайної для нас евклідової метрики в умовний тематичний простір. Під терміном «трансформація» розуміється перехід від картографічного зображення, в основі якого, як правило, лежить топографічна основа земної поверхні, до іншого зображення, де основою є метричні явища. Отже, *анаморфічні карти* – це тематичні карти, на яких географічні області змінено з реальної форми прямо пропорційно до значень, пов'язаних зі зміною.

В основу територіальної одиниці карти-анаморфози закладено не реальну топографічну площу, а величину певного показника, при цьому обов'язковою умовою є максимально можливе збереження реальної конфігурації об'єкта і точна (без розривів) відповідність фактичного положення об'єктів відносно один до одного.

На рисунку 155 наведено приклад співвідношення зображення адміністративної карти Африки (ліворуч) з анаморфічною картою, яка демонструє зміни географічних областей з урахуванням чисельності населення в кожній країні (праворуч).

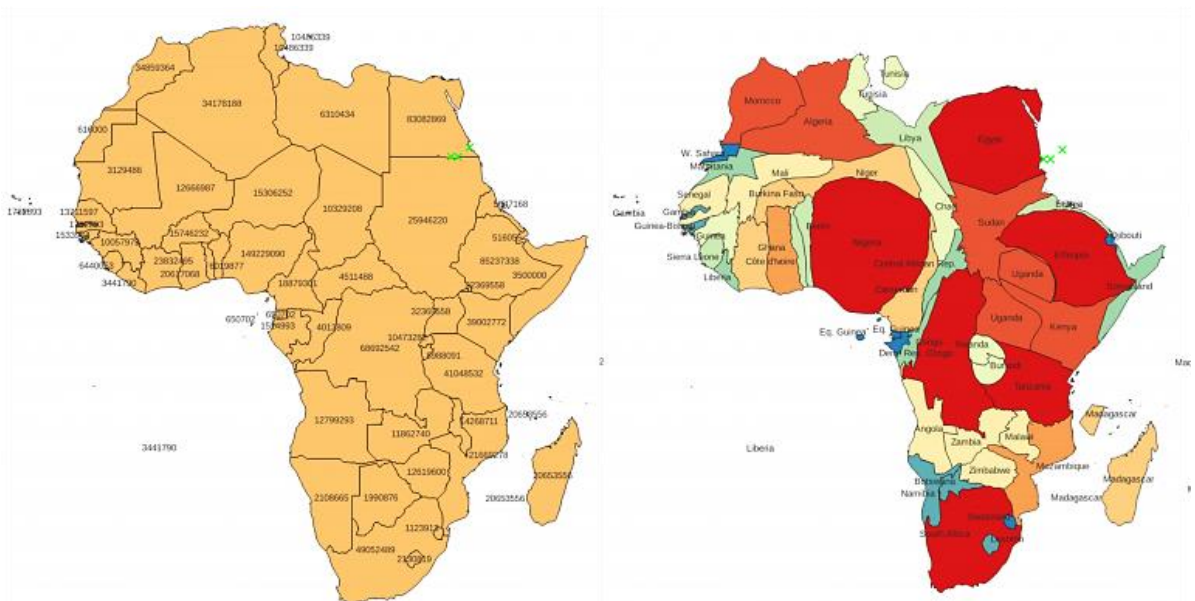


Рис. 155. Адміністративна карта Африки (ліворуч) та анаморфічна карта (праворуч) чисельності населення в кожній країні (за даними <https://www.giscourse.com/create-anamorphic-maps-in-qgis/>)

Віразно видно, що анаморфози ефективно диференціюють просторовий розподіл змінної, що відображається на карті (чисельності населення, у нашому випадку). Такий підхід дає змогу візуально уявити собі деякі неочевидні факти, а, можливо, у майбутньому і побачити якісь приховані географічні закономірності. Доцільно також застосовувати анаморфози для прогнозування розвитку дифузійних процесів, що відбуваються в неоднорідному середовищі (наприклад, дифузії забруднень в атмосфері і гідросфері).

Процедура побудови тематичної карти способом анаморфози зазвичай реалізується в ГІС за допомогою спеціального плагіна (наприклад, *cartogram3*).

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. У якості картографічної основи використовуємо відкритий георесурс *QuickMapServices* (дивись практичну роботу 4: ЕЛЕМЕНТИ КАРТИ. ПОБУДОВА КАРТИ ЗАСОБАМИ QGIS).

Відкриваємо проєкт із векторизованими адміністративними кордонами регіонів (дивись практичну роботу 13: ДОДАВАННЯ АТРИБУТИВНИХ ДАНИХ ІЗ ЗОВНІШНІХ ДЖЕРЕЛ У QGIS) і статистичними показниками у відповідній атрибутивній таблиці (рис. 156).

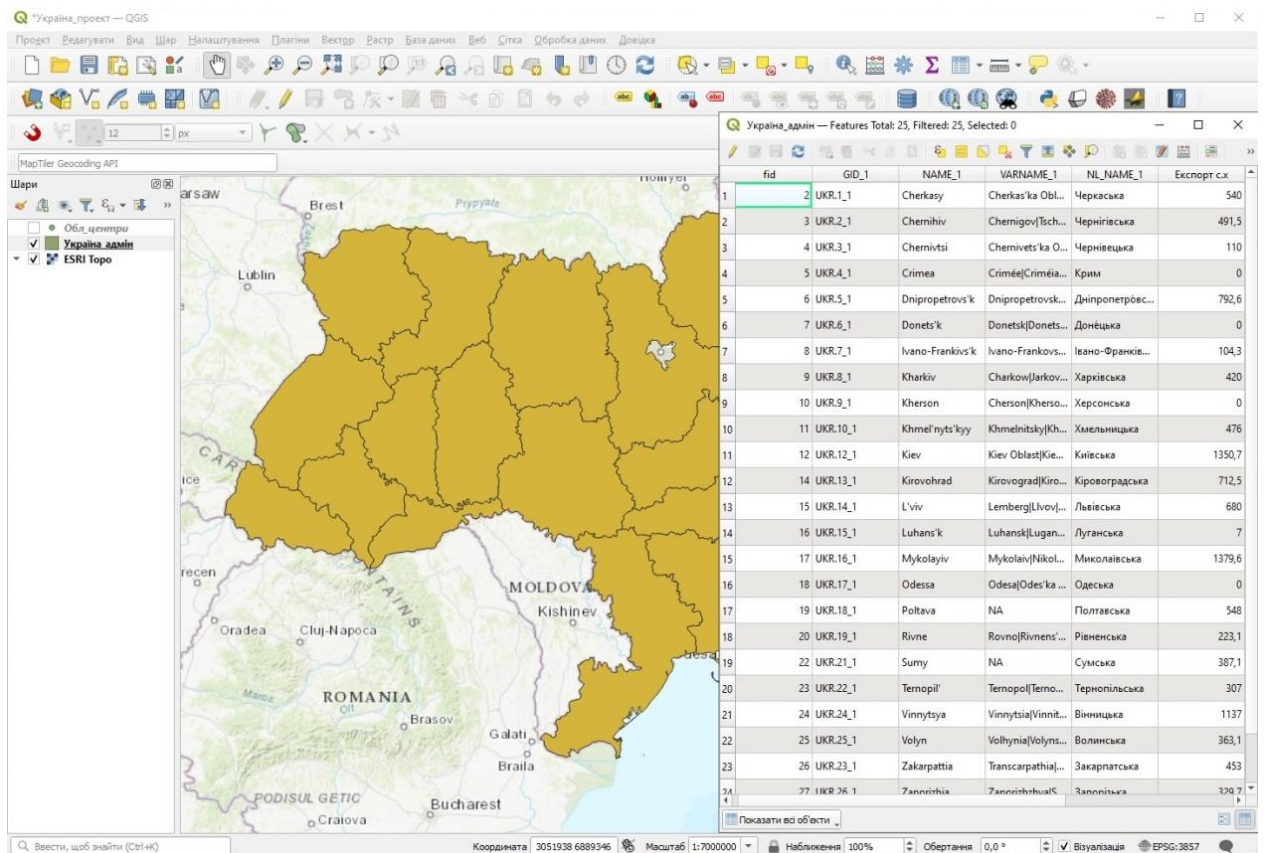



Рис. 156. Візуалізація векторизованих адміністративних кордонів регіонів та атрибутивної таблиці шару у *QGIS*.

Для побудови анаморфічних карт необхідно завантажити плагін *cartogram3*. Для цього виконуємо: *Плагіни* ▶ *Управління та становлення плагінів...* У командний рядок вікна *Плагін* (рис. 157) введіть *Cart...* і виберіть плагін *cartogram3*. Натисніть *Встановити плагін* і *Закрити*. У *Панелі інструментів* програми з'явиться піктограма *Compute cartogram* .

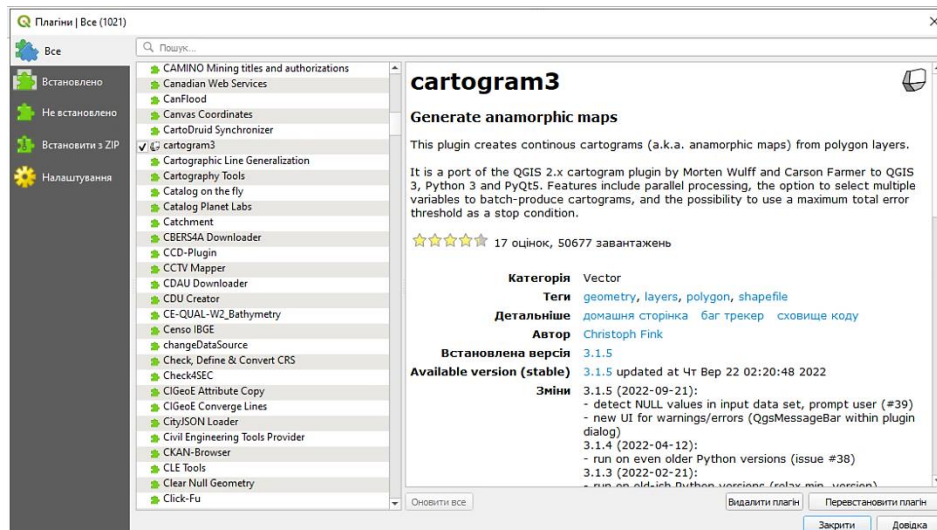



Рис. 157. Вікно **Плагіни** програми *QGIS*

1. Клацаємо лівою кнопкою миші на піктограмі *Compute cartogram* . З'явиться вікно *cartogram3* (рис. 158).

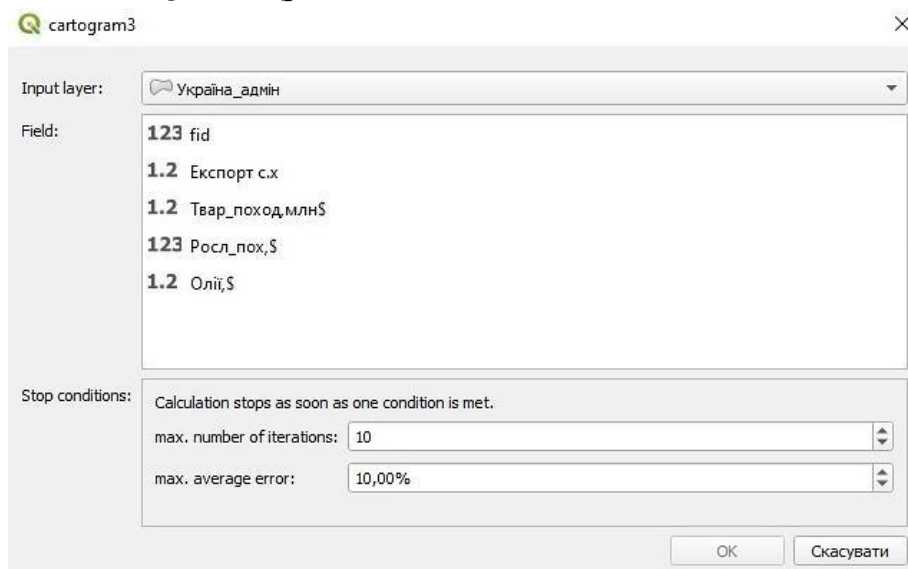


Рис. 158. Вікно **cartogram3** в програмі *QGIS*

2. У вікні *cartogram3* встановлюємо наступні параметри:

- **Input layer**: вибираємо шар для побудови анаморфічної карти.
- **Field**: вказуємо поле, за атрибутивними показниками якого будемо анаморфічну карту. Клацаємо *OK*.

Після проведення розрахунків з'явиться анаморфічна карта (рис. 159), а в списку шарів – новий шар **Cartogram of...**

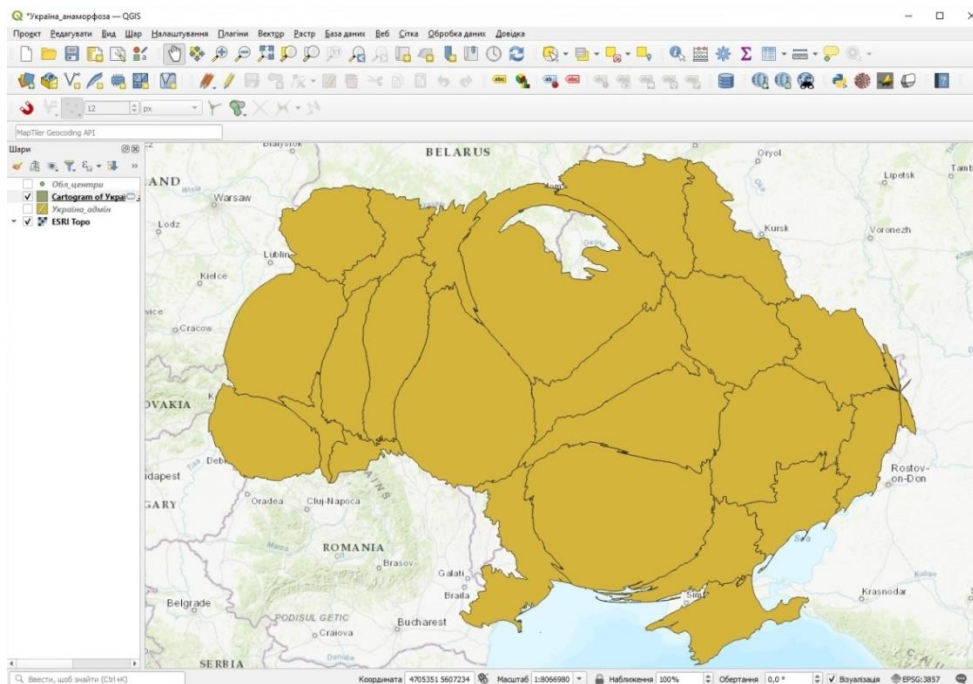


Рис. 159. Анаморфічна карта в програмі QGIS

Клацаємо двічі в рядку з назвою цього шару і у вікні *Властивості шару* (рис. 160) активуємо функцію *Символіка*, вибираємо *Градуйований знак* і вводимо такі параметри:

- **Значення:** Вказуємо поле показника, за атрибутами якого побудована анаморфічна карта.

- **Градiєнт:** Green.

- **Режим:** Equal Count (Quantile).

- **Класи:** Установлюємо кількість груп для класифікації.

Клацаємо: *Класифікувати* ▶ *Застосувати* і *ОК*.

Анаморфічна карта набуває кольору відповідно до кількісних показників адміністративних одиниць. Зберігаємо проєкт.

Формуємо макет для друку (дивись практичну роботу 4: ЕЛЕМЕНТИ КАРТИ. ПОБУДОВА КАРТИ ЗАСОБАМИ QGIS) – рис. 161.

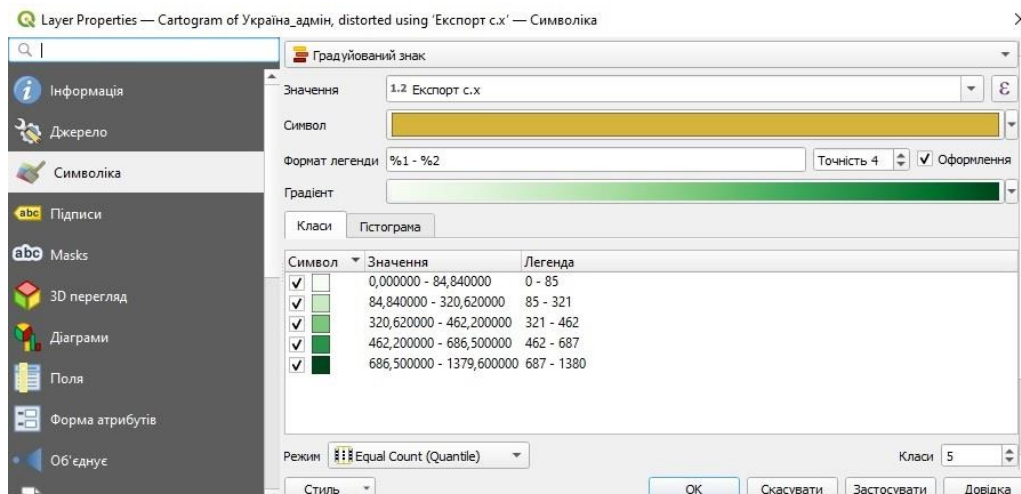


Рис. 160. Вікно **Layer Properties** програми QGIS

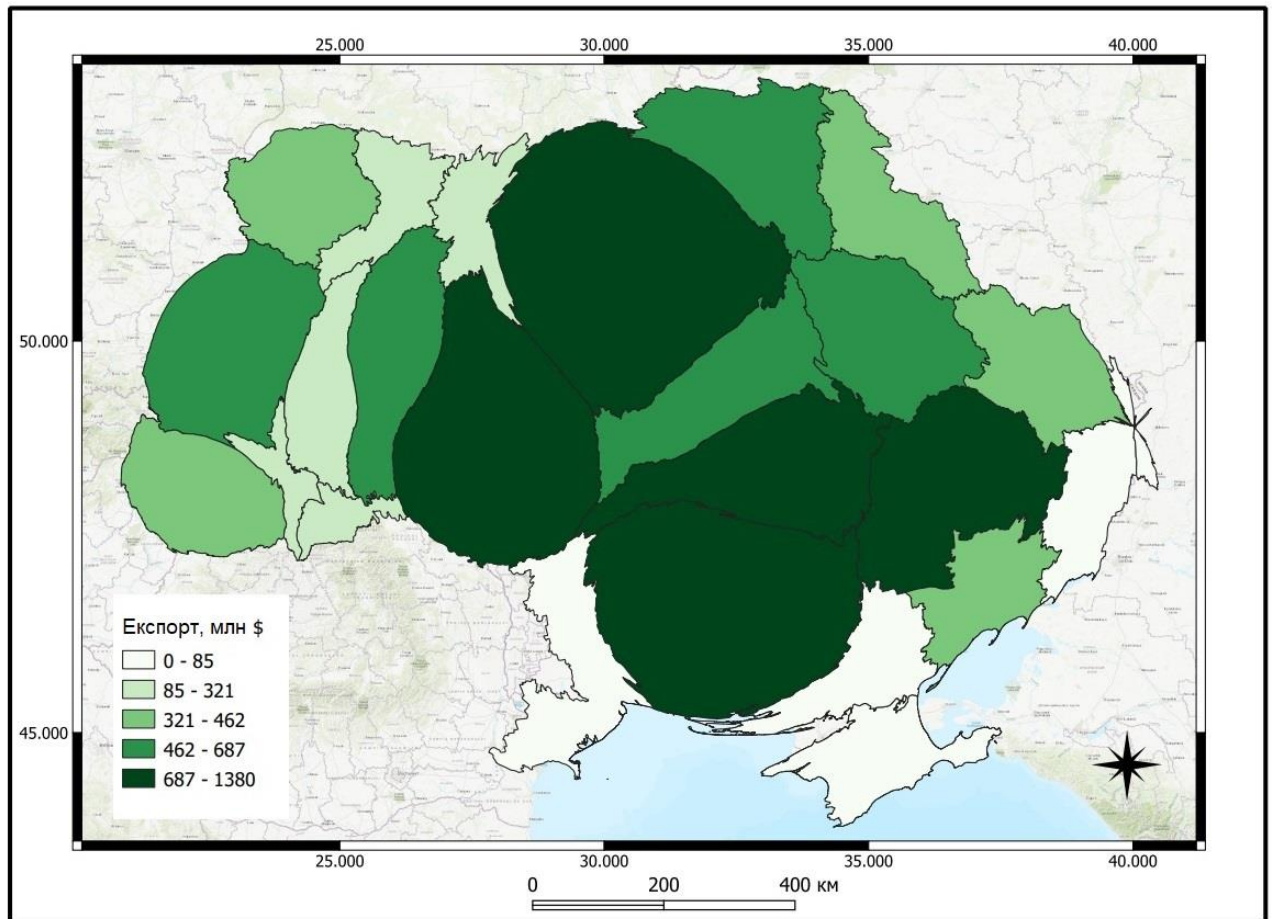


Рис. 161. Макет для друку анаморфічної карти

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Охарактеризуйте спосіб картографічного зображення анаморфози.
- 3.2. Проаналізуйте переваги використання карт-анаморфоз у просторовому аналізі.
- 3.3. Опишіть порядок робіт із побудови тематичної карти способом картографічного зображення анаморфози в QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html
- 4.2. Кравців С. С., Войтків П. С., Кобелька М. В. Картографія : навч. посіб. (2-ге видання, виправлене і доповнене). Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2020. 191 с.
- 4.3. Шевченко В. О. Анаморфози: сутність та особливості побудови. *Часопис картографії*. 2011. Вип. 3. С. 44 – 50.
- 4.4. DeMers, Michael N. Fundamentals of geographic information systems. 4th Edition. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, Weinheim : John Wiley & Sons, Inc, 2008. 464 p.

Практична робота 17

КАРТОМЕТРИЧНІ ОПЕРАЦІЇ В QGIS

Мета роботи: навчитися визначати площу і периметр полігональних векторних об'єктів у QGIS.

1. Теоретичний блок

Картометричні функції – це операції, що дають змогу вимірювати відстані, площі, периметри, об'єми тощо. Зазвичай такі операції є обов'язковими внутрішніми функціями ГІС.

До таких функцій відносять:

- вимірювання координат точки;
- вимірювання відстаней;
- вимірювання довжини периметра полігона;
- вимірювання площі полігона;
- вимірювання об'ємів.

Вимірювання координат. Технологія і точність вимірювання координат точки визначаються моделлю даних і використовуваною системою координат. Зазвичай користувач може вибирати еліпсоїд і проєкцію, а також переводити свої цифрові карти з однієї системи координат в іншу. Координати точок у векторному поданні вимірюються і подаються в певному форматі – шістдесятирічні градуси, десятирічні градуси, метри із заданою кількістю знаків після коми. При растровому поданні просторових даних визначають координати центральної точки комірки растра.

Вимірювання відстаней. Вимірювання відстаней може проводитися за найкоротшою прямою з урахуванням або без урахування сферичності земної поверхні («за повітрям»), за заданим маршрутом із використанням точок повороту, а також – за заданим маршрутом з урахуванням нерівностей рельєфу («землею»). До складу більшості ГІС входить спеціальний інструмент *Лінійка*, що дає змогу проводити вимірювання найкоротшою прямою або за складним маршрутом.

Вимірювання довжини периметра полігона. Вимірювання довжини периметра полігона багато в чому подібне до вимірювання відстаней між двома і більше точками. Зазвичай реалізоване у вигляді окремої функції, доступної при побудові просторових запитів або при виконанні розрахункових операцій. Вимірювання довжин ліній у растровому поданні виконують через центри комірок, що містять відповідні ідентифікатори. Периметри растрових полігонів підраховують за сумою вертикальних і горизонтальних сторін суміжних комірок растра з однаковими числовими значеннями.

Вимірювання площі полігона. Вимірювання площі векторних і растрових полігонів виконують з використанням спеціальної функції *area*, а також при

виконанні розрахункових операцій. За допомогою цієї функції можливе автоматичне визначення площі в заданих одиницях вимірювання і розміщення результату в зазначеному полі бази даних.

Вимірювання об'ємів. Вимірювання об'ємів виконують з використанням цифрових моделей рельєфу. Користувач повинен задати рівень горизонтальної площини, що розсікає, в одиницях вимірювання цифрової моделі рельєфу. Найпростіші процедури вимірювання визначають об'єми, обмежені земною поверхнею знизу чи зверху, розміщені нижче або вище площини, що розсікає.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проєкт із полігональними векторизованими об'єктами (практична робота 12: ПОБУДОВА ТОПОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ. ОПЕРАЦІЯ ПРИЛИПАННЯ В ГІС). У нашому випадку – це векторизована карта районів Дніпропетровської області (рис. 162).

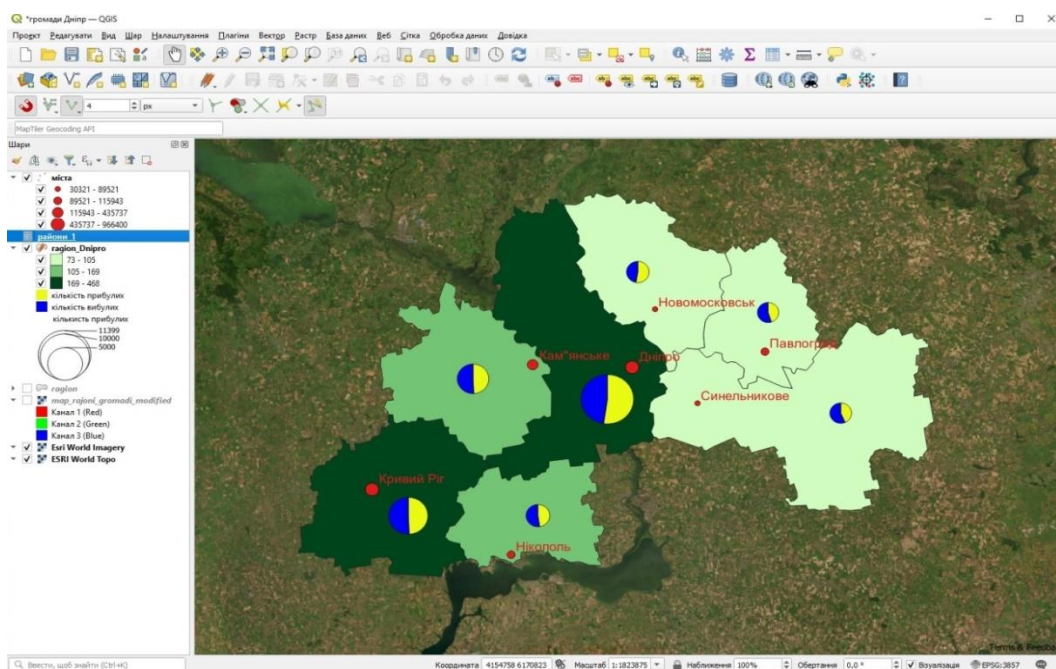




Рис. 162. Карта районів Дніпропетровської області у вікні програми *QGIS*

2.1. Вимірювання площі і периметрів

Існує кілька способів проведення картометричних операцій, використаємо два з них. Перший – за допомогою *Калькулятора полів*. Для цього робимо активним шар із контурами кордонів районів області – клацаємо в рядку з назвою шару в області списку шарів (у нашому випадку – *region Dnipro*).

В області поля інструментів клацаємо лівою кнопкою миші на піктограмі *Відкрити таблицю атрибутів* . У *Таблиці атрибутів* (рис. 163) клацаємо на піктограмі *Калькулятор відкритого поля* .

id	Назва	райони_1_кількість прибулих	райони_1_кількість вибулих	райони_1_міграційний приріст	райони_1_живонароджен.	райони_1_померлих
1	Криворізький	6339	6510	-171		333
2	Нікопольський	2318	2543	-225		118
3	Кам'янський	4096	4219	-123		169
4	Дніпровський	11399	10381	1018		468
5	Новомосковсь...	2118	1901	217		73
6	Павлоградський	1891	2304	-413		85
7	Синельников-...	1948	2534	-586		105

Рис. 163. Вікно Таблиця атрибутів у програмі QGIS

У вікні *Калькулятор відкритого поля* (рис. 164) встановлюємо:

- **Створити нове поле:** активуємо (тільки якщо таке поле відсутнє в таблиці атрибутів).

- **Ім'я вихідного поля:** вводимо назву поля та одиниці вимірювання площі (у нашому випадку – *Площа, кв. км*).

- **Тип вихідного поля:** *Ціле число* (за потреби інші варіанти, наприклад, *Десяткове число*).

- **Вираз:** у полі функцій калькулятора вибираємо *Геометрія* і клацаємо двічі на функції *\$area*, а в полі вирази функції (зліва) вводимо операцію розрахунку: $\$area / 1000000$ (це треба виконати, якщо площу потрібно визначати у квадратних кілометрах, бо за замовчуванням, площа визначається у квадратних метрах).

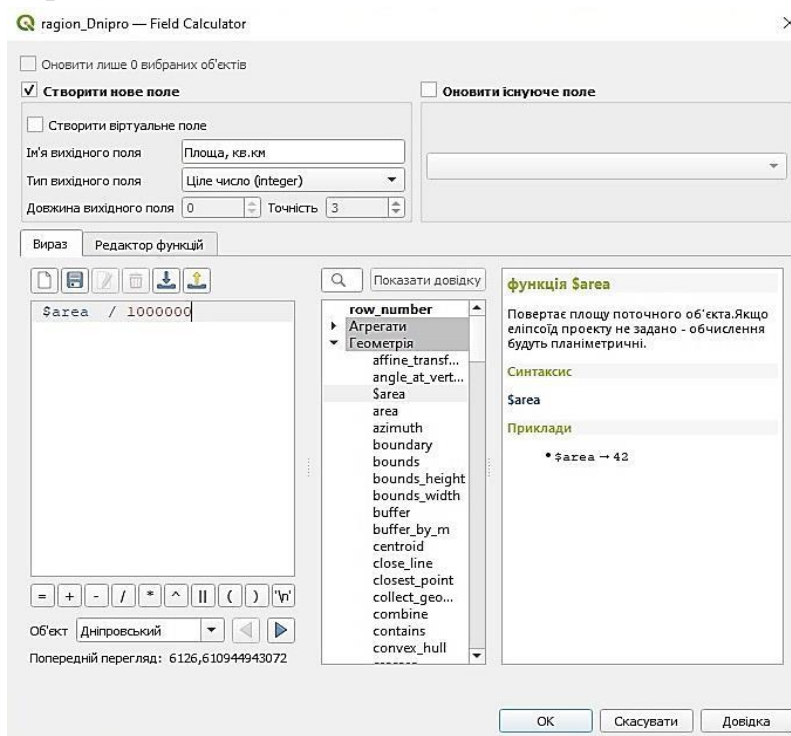


Рис. 164. Вікно Калькулятор відкритого поля в програмі QGIS


У рядку *Попередній перегляд* з'явиться показник площі об'єкта, вказаного в полі *Об'єкт*. Клацаємо *OK*.

У таблиці атрибутів з'явиться стовбець із показниками розрахованих площ усіх об'єктів у шару (рис. 165). Зберігаємо проєкт.

id	Назва	райони_1_кількість прибулих	райони_1_кількість вибулих	райони_1_міграційний приріст	райони_1_живонароджен	райони_1_померлих	Площа, кв.км	
1	Криворізький	6339	6510	-171		333	1245	4688
2	Нікопольський	2318	2543	-225		118	452	2750
3	Кам'янський	4096	4219	-123		169	739	4067
4	Дніпровський	11399	10381	1018		468	1681	6127
5	Новомосковськ...	2118	1901	217		73	274	3586
6	Павлоградський	1891	2304	-413		85	280	2536
7	Синельников-...	1948	2534	-586		105	348	6821

Рис. 165. Вікно **Таблиця атрибутів** у програмі QGIS

Аналогічно вимірюємо периметри кордонів районів. Для цього в полі функцій калькулятора вибираємо *Геометрія* і клацаємо двічі на функції *\$perimeter*. Повторюємо попередні налаштування. У результаті в атрибутивній таблиці з'явиться поле з показниками периметрів кордонів районів області.

Інший спосіб проведення картометричних операцій – за допомогою функції *Виміряти лінію*. Для цього клацаємо на піктограмі *Виміряти лінію*  і вибираємо *Виміряти площу*. Установлюємо декартову систему обчислень і обводимо контур першого району, установлюючи вузли послідовним натисканням лівої кнопки миші.

У вікні *Виміряти* (рис. 166) демонструється відстань між парами вузлів, а в полі *Загалом* – загальна відстань. Формуємо відповідне поле в атрибутивній таблиці і за допомогою клавіатури послідовно заповнюємо його за показниками всіх районів.

Аналогічно визначаємо периметр кордонів районів. Для цього використовуємо функцію *Виміряти лінію*. Формуємо відповідне поле в атрибутивній таблиці. Робимо скріншот атрибутивної таблиці. Зберігаємо проєкт.

Будуємо тематичну карту за показниками площі районів способом хороплет (практична робота 14: ОПЕРАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ В ГІС. ПОБУДОВА ТЕМАТИЧНИХ КАРТ СПОСОБАМИ ХОРОПЛЕТ І ЗНАЧКІВ У СЕРЕДОВИЩІ QGIS) і виконуємо макет для друку (рис. 167).

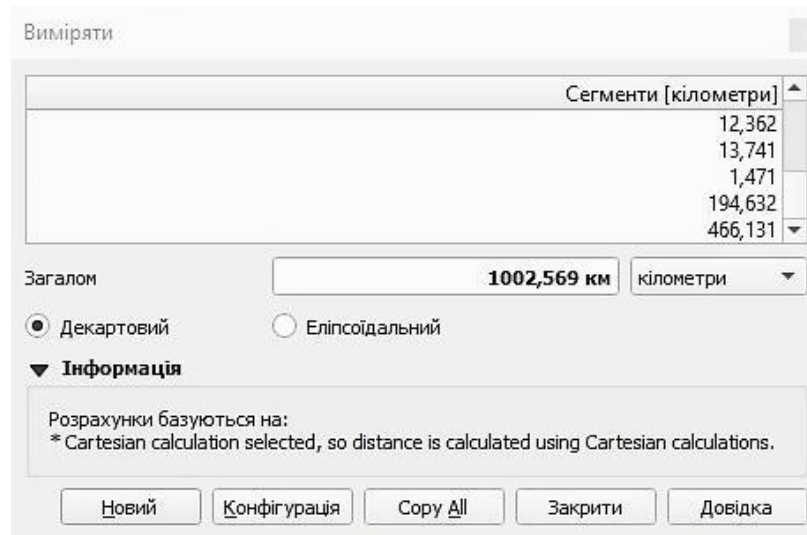


Рис. 166. Вікно **Виміряти** в програмі QGIS

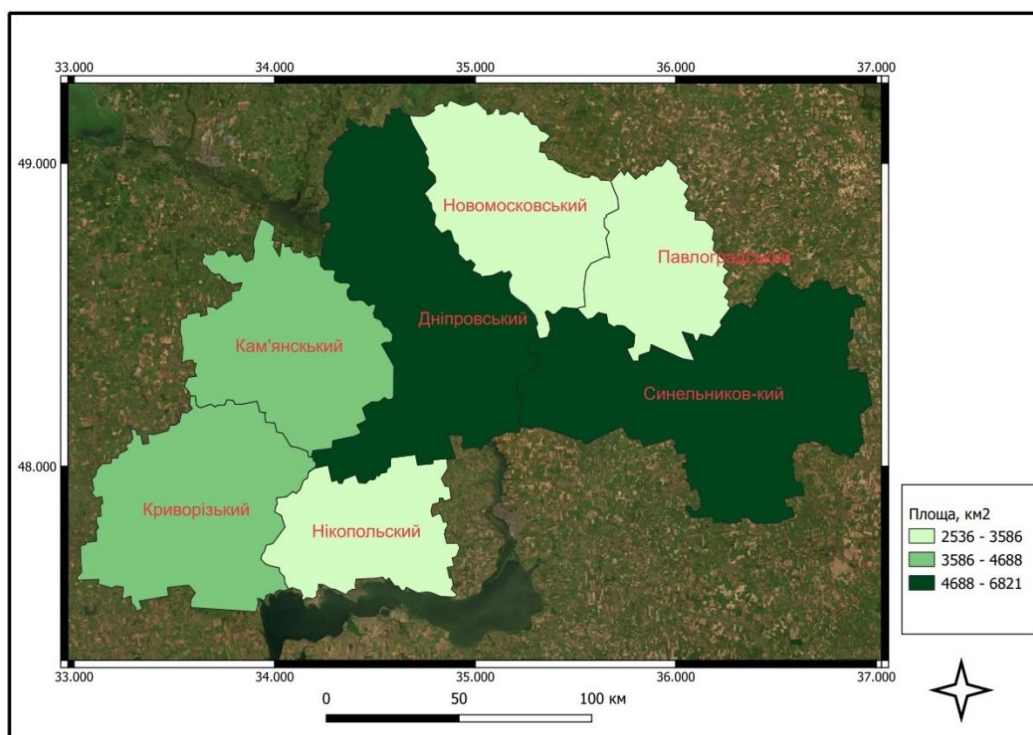


Рис. 167. Макет хороплетної карти

2.2. Вимірювання координат

Для вимірювання координат точкових векторних об'єктів (у нашому випадку – районні центри області) виконуємо: *Вектор* ▶ *Інструменти геометрії* ▶ *Додати атрибути геометрії...* У вікні *Додати атрибути геометрії* встановлюємо (рис. 168):

- **Вхідний шар:** вибираємо шар точкових об'єктів для визначення координат (у нашому випадку – *Міста*).
- **Обчислити з використанням:** *Система координат шару*.
- **Додана геометрична інформація:** *Зберегти у файл* і вказуємо адресу зберігання.

Клацаємо: *Виконати* і *Закрити*.

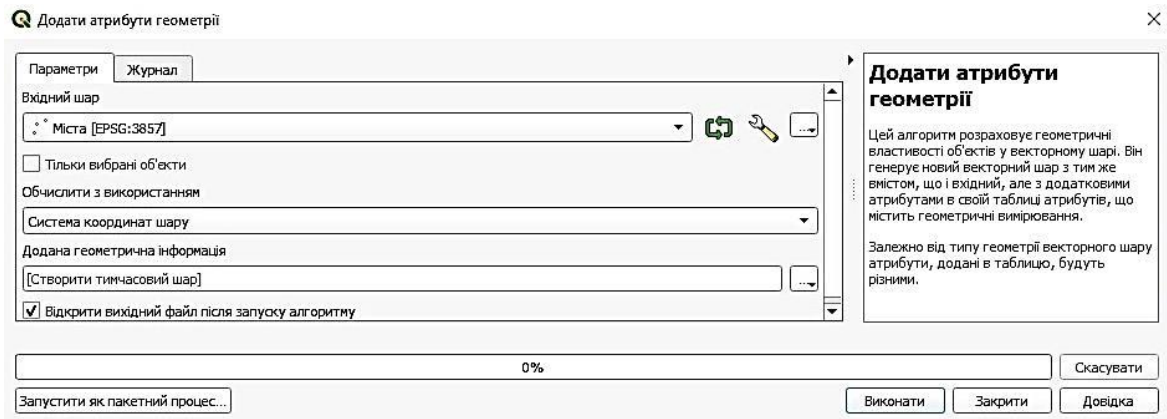


Рис. 168. Вікно *Додати атрибути геометрії* в програмі QGIS

Відкриваємо атрибутивну таблицю шару, що з'явиться в списку шарів (у нашому випадку – *координати*) і перевіряємо наявність полів із координатами X та Y кожної з точок (рис. 169). Робимо скріншот атрибутивної таблиці.

fid	id	Міста	xcoord	ycoord
1	1	Кривий Ріг	3719838,323092...	6091007,796640...
2	2	Нікополь	3830618,045556...	6035357,889111...
3	3	Кам'янське	3850901,656711...	6192945,945011...
4	4	Дніпро	3897709,990146...	6183584,278324...
5	5	Синельникове	3956480,453238...	6160180,111606...
6	6	Новомосковськ	3926315,082801...	6215830,019135...

Рис. 169. Атрибутивна таблиці в програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Охарактеризуйте картометричні операції в ГІС.
- 3.2. Опишіть порядок робіт із проведення картометричних операцій у QGIS.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація QGIS.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. Свігличний О. О., П'яткова А. В. Практикум з геоінформатики : навч.-метод. посіб. Одеса: Вид-во ОНУ імені І. І.Мечникова, 2018. 176 с.

4.3. QGIS Tutorials and Tips.

URL : https://www.qgistutorials.com/uk/docs/3/making_a_map.html

Практична робота 18

ПОБУДОВА КАРТ ПОТОКІВ У QGIS

Мета: формувати вміння будувати карти потоків у QGIS.

1. Теоретичний блок

Карты потоків – це тип тематичних карт, у яких за допомогою ліній або стрілок позначають напрямок, у якому явище або об'єкт переміщається з одного місця в інше. Відсутність стрілок може вказувати на взаємоспрямовані потоки.

Карты потоків демонструють не тільки напрям руху, але й якісні і кількісні показники. Так, для якісних даних на картах використовують лінії і символи різної ширини, розміру та кольору. Їх зміна пропорційна значенням показників явищ або об'єктів, що картографуються. Для візуалізації кількісних показників атрибути потоків руху підписують цифрами або відповідними символами.

Карты потоків можна розділити на *радіальні, мережні та розподільні*.

1. *Карты радіального потоку*. На картах радіального потоку лінії розходяться від вихідного вузла до одного або кількох цільових вузлів. Кожен вузол пов'язує цей рух явища із спрямованою лінією потоку, часто за радіальною схемою (рис. 170А).

2. *Карты розподільних потоків*. Хоча карти розподільних потоків схожі на карти радіальних потоків, вони відрізняються тим, що часто мають єдину лінію, створену з одного джерела, яка розгалужується на безліч менших ліній, коли вони досягають пункту призначення (рис. 170Б).

3. *Карты мережних потоків*. Карты мережних потоків демонструють рух установленою мережею, зазвичай заснованою на транспортних або комунікаційних взаємозв'язках. У цих картах використовується мережна інформація та атрибути для визначення обсягу потоку на карті (рис. 170В).

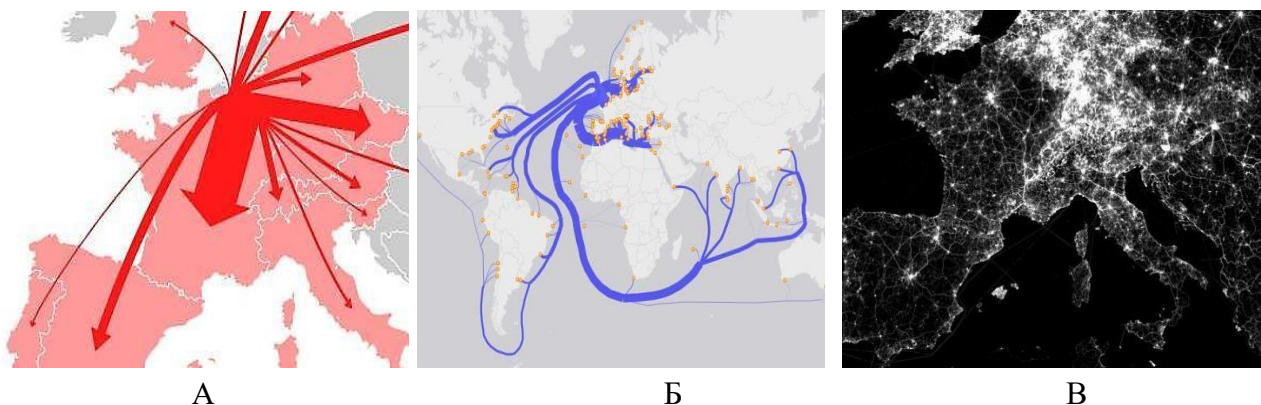


Рис. 170. Види карт потоків: А – радіального потоку; Б – розподільчих потоків; В – мережних потоків (заданими <https://gisgeography.com/flow-maps/>)

2. Практичний блок

2.1. Створення картографічної основи для карти потоків

Відкрийте програму *QGIS* і зайдіть на сайт *Natural Earth* (загальнодоступний набір картографічних даних) за посиланням:

<https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-cultural-vectors/>.

Завантажте із сайту файл: *Admin 0 – Countries* (векторизовані кордони 258 країн світу). Розархівуйте його і перемістіть за допомогою мишки в область списку шарів. У списку шарів з'явиться рядок із назвою цього шару, а в області карти візуалізується зображення карти світу. Установіть у рядку стану *QGIS* систему координат *WGS 84 / Pseudo-Mercator* (рис. 171).

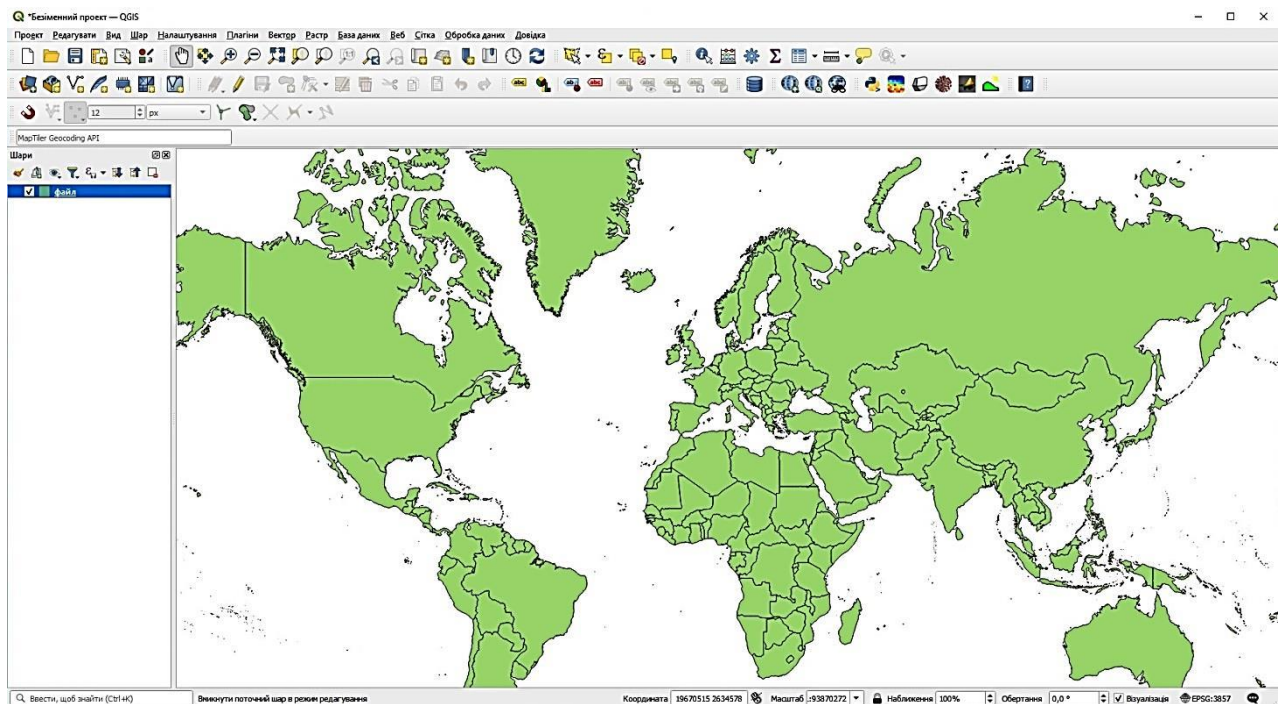



Рис. 171. Векторна карта світу в програмі *QGIS*

Атрибутивну інформацію для побудови карти потоків отримуємо з сайту *Державної служби статистики України*. Для цього заходимо на сайт служби за адресою: <https://www.ukrstat.gov.ua/> і виконуємо: *Статистична інформація* ▶ *Зовнішньоекономічна діяльність* ▶ *Географічна структура зовнішньої торгівлі товарами*. Заходимо в архів за рік, який відповідає варіанту завдання. У колонці *Експорт (тис. дол. США)* вибираємо 10 країн із найбільшими показниками.

Для створення картографічних об'єктів проєкту клікніть *Створити шар*

Shapefile... . У вікні *Створити шар Shapefile* (рис. 172) введіть назву файлу шару, а в рядку *Тип геометрії* виберіть *Лінія*. Установіть систему координат, що відповідає системі координат шару основи – *EPSG:3857 WGS 84 / Pseudo-Mercator*. Клікніть *ОК*. В області списку шарів з'явиться рядок із назвою шару об'єктів.

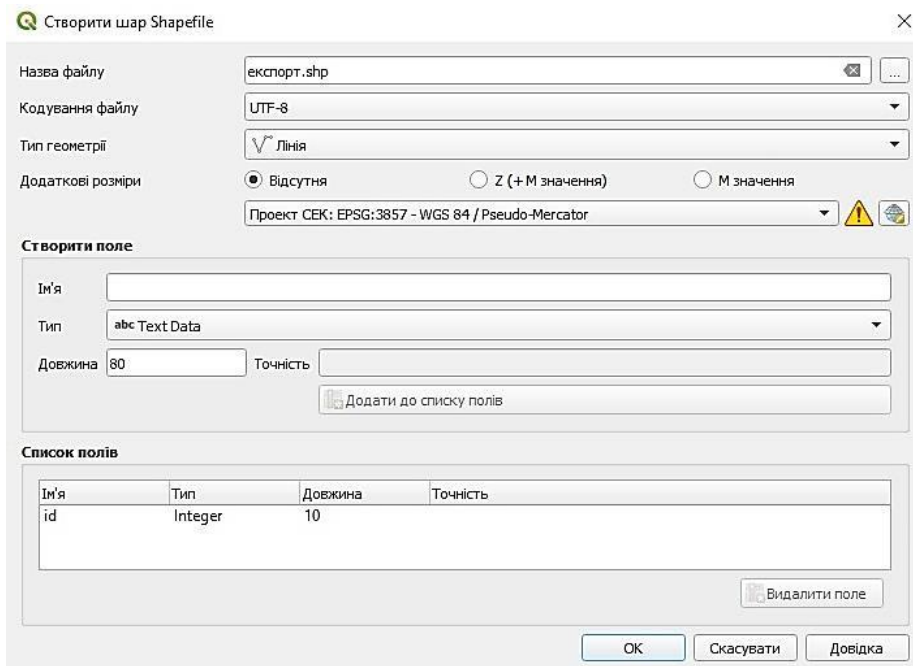




Рис. 172 . Вікно **Створити шар Shapefile** в програмі QGIS

Кликніть *Переключити Редагування* , а потім *Додати лінійний об'єкт* . Курсором позначте точку початку лінії потоку (у наведеному зразку – центральна частина України) і протягніть курсор до завершальної точки лінії потоку (у нашому випадку – центральна частина країни з найбільшим експортним показником). Кликніть правою кнопкою миші, відкриється вікно *Атрибути об'єкта*, у якому треба ввести ідентифікаційний номер об'єкта (від одиниці за зростанням).

Так позначаємо лінії потоку на всі визначені країни, але для того, щоб усі лінії починалися з однієї точки, треба використати функцію прилипання. Для цього у вікні *Інструменти прилипання* (рис. 173) встановлюємо такі параметри:





- **Увімкнути прилипання** : клацаємо, активуючи функцію прилипання.
- **Усі шари** : вибираємо *Всі шари*.
- **Вершина** : встановлюємо *Вершина*.
- **Поріг прив'язки у визначених одиницях**: встановлюємо поріг прилипання – 4 пікселі.
- **Avoid Overlap...** : вибираємо *Avoid Overlap on Active Layer*.



Рис. 173. Вікно **Інструменти прилипання** програми QGIS

По завершенню на карті світу з'являться позначення десяти ліній напрямків експортних потоків у країни з найбільшими показниками (рис. 174).

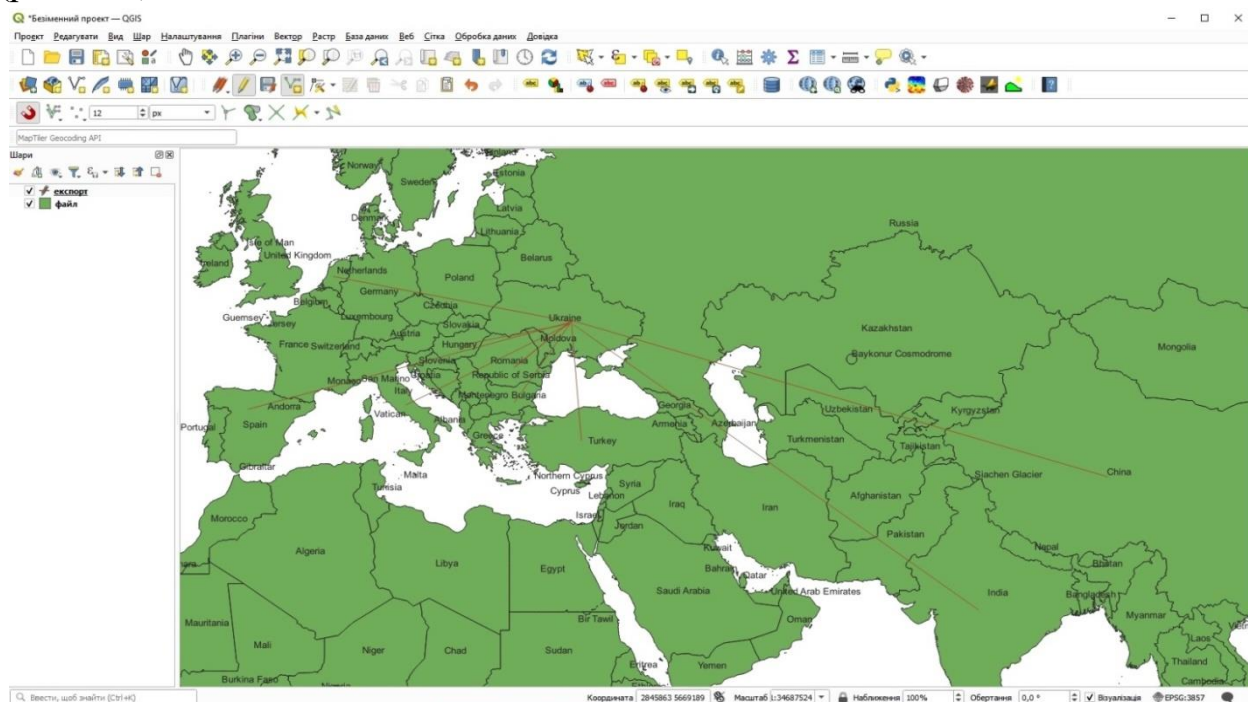


Рис. 174. Позначення експортних потоків у країни з найбільшими показниками

2.2. Форматування і заповнення атрибутивної таблиці

Для форматування атрибутивної таблиці сформованого шару потоків клікніть на рядку з його назвою у списку шарів (у нашому випадку – *експорт*). У вікні *Layer Properties (Властивості шару)* виберіть функцію *Поля* (рис. 175).

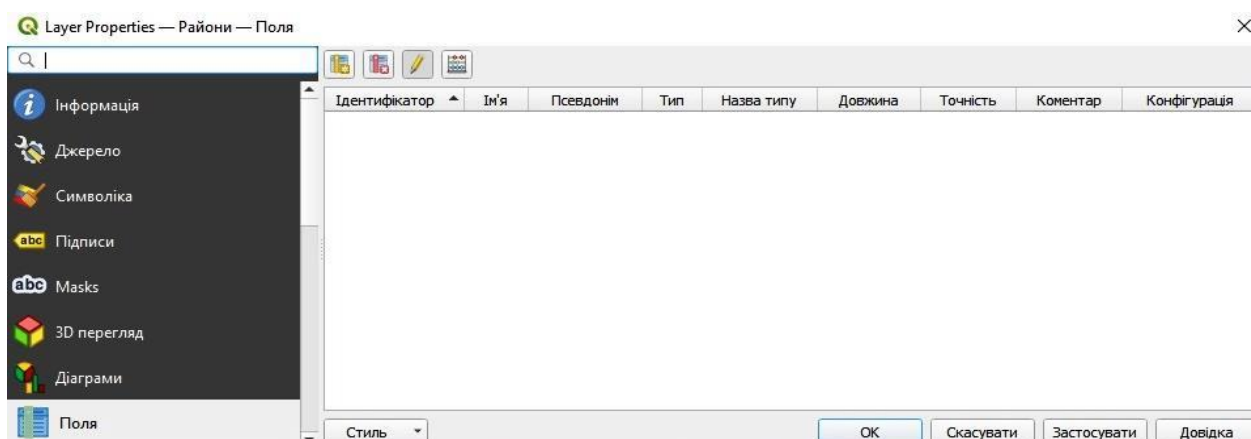



Рис.175. Вікно **Layer Properties** програми QGIS

Клікніть на піктограмі **Нове поле** . У вікні *Додати поле* (рис. 176) введіть параметри атрибутів першого поля атрибутивної таблиці шару (у нашому випадку – *Країна*). У рядку *Ім'я* – назву поля, рядку *Тип* – його формат (*Ціле число, Десяткове число, Текст* або *Дата*), а в рядку *Довжина* – загальну довжину поля. По завершенню вводу параметрів поля клікніть *ОК*.

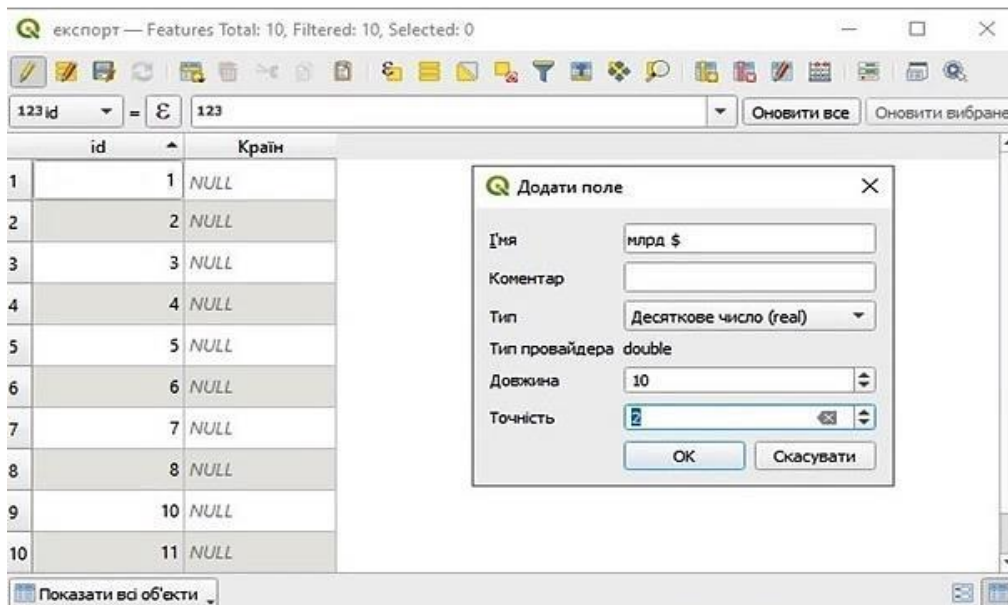


Рис. 176. Вікно Додати поле програми QGIS

Аналогічно формуємо поле для чисельних показників потоків (у нашому випадку – показники експорту сільськогосподарської продукції з України у 2022 році). Заповнюємо сформовані поля атрибутивної таблиці за допомогою клавіатури (рис. 177). По завершенню клацаємо на піктограмі *Зберегти зміни* і закриваємо атрибутивну таблицю.

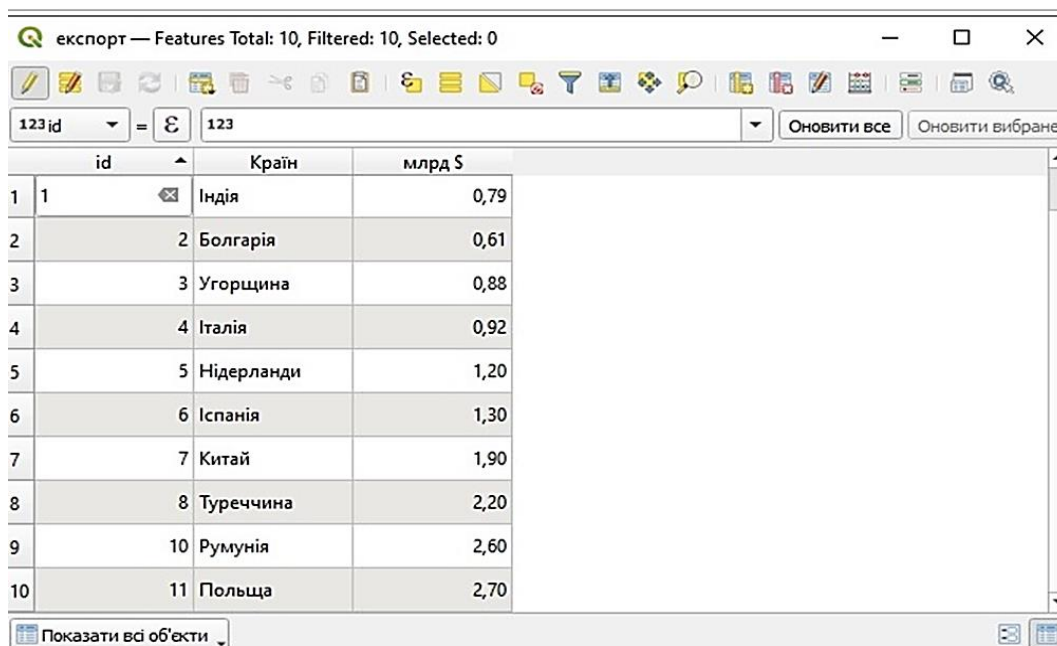


Рис. 177. Атрибутивна таблиця шару показників об'єктів потоку

2.3. Оформлення карти потоків

Клацаємо лівою кнопкою миші на назві сформованого шару у списку шарів і вибираємо функцію *Властивості*. У вікні *Layer Properties* установлюємо: *Символіка* > *Звичайний знак* (рис. 178) і клацаємо на рядку *Simple Line*. З'явиться рядок *Тип шару*, у якому вибираємо *Стрілка* (рис. 179).

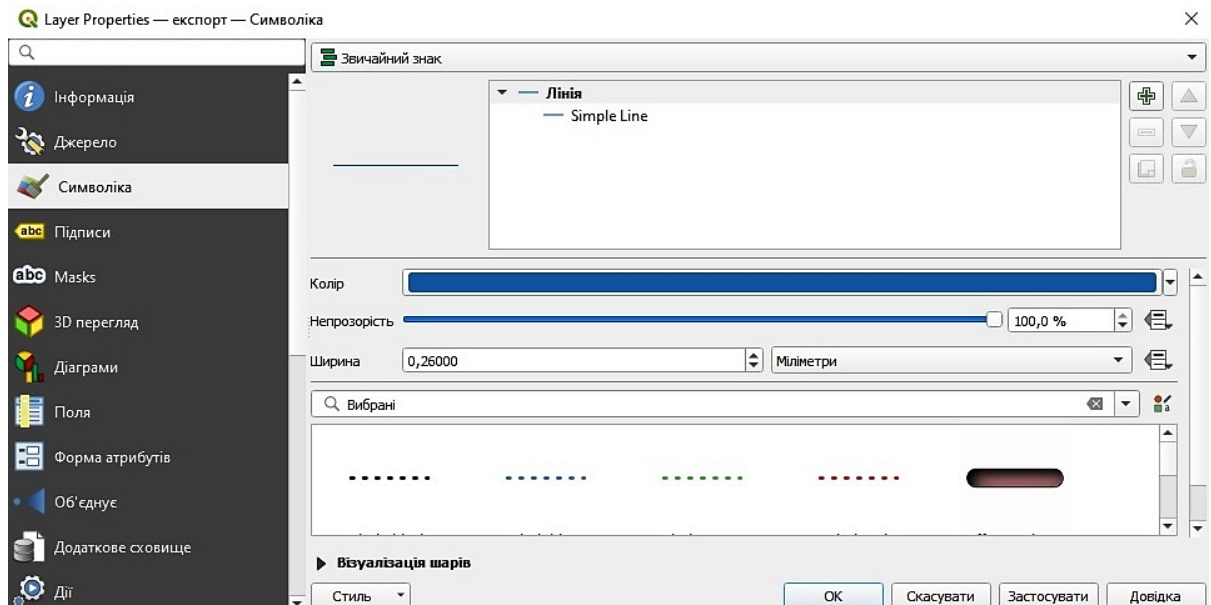


Рис. 178. Вікно **Layer Properties – Символіка** в програмі QGIS

У цьому вікні формуємо структуру ліній потоку: заливку, ширину, загальну форму і форму наконечника. Виконуємо це способом підбору різноманітних комбінацій показників.

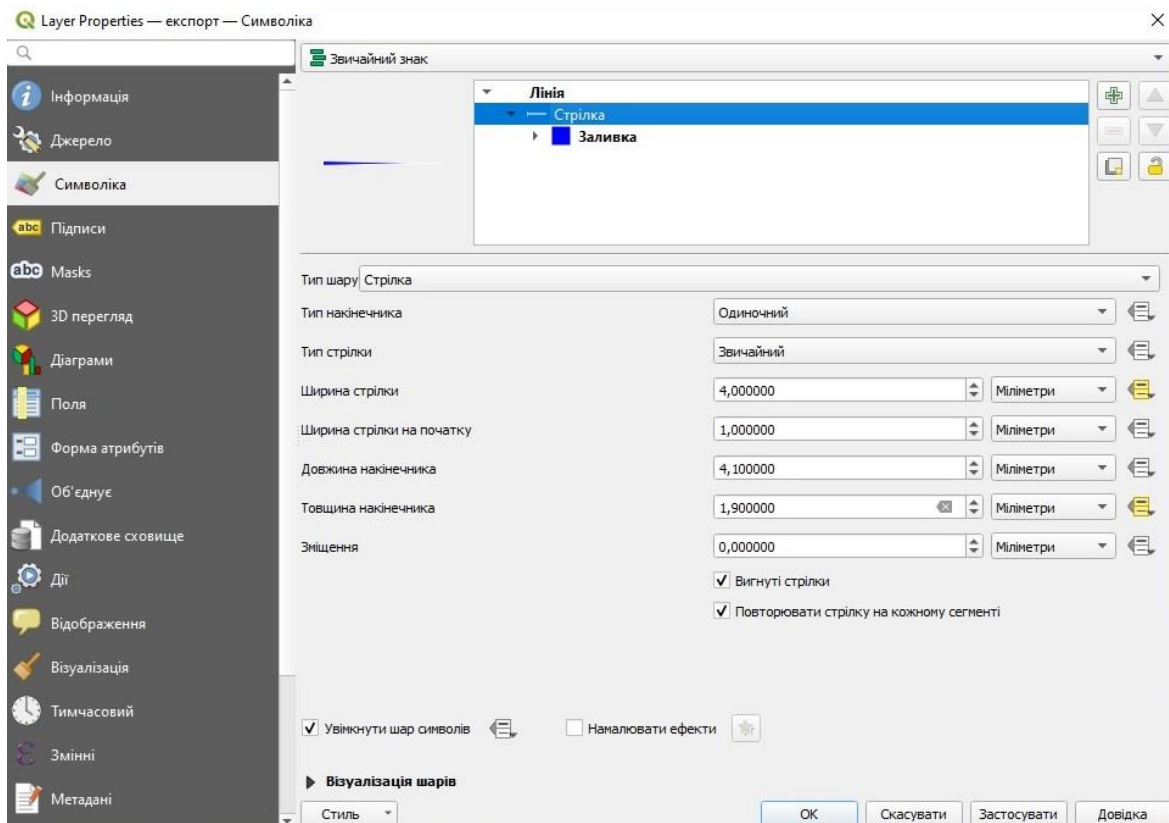


Рис. 179. Завдання форми стрілок потоку у вікні **Layer Properties – Символіка** в програмі QGIS

Для того, щоб ширина ліній візуалізувала якісні показники, клацаємо на піктограмі Перевизначення з даних у рядку *Ширина стрілки*. Потім вибираємо *Допомога...* і у вікні *Arrow line width* (рис. 180) установлюємо:

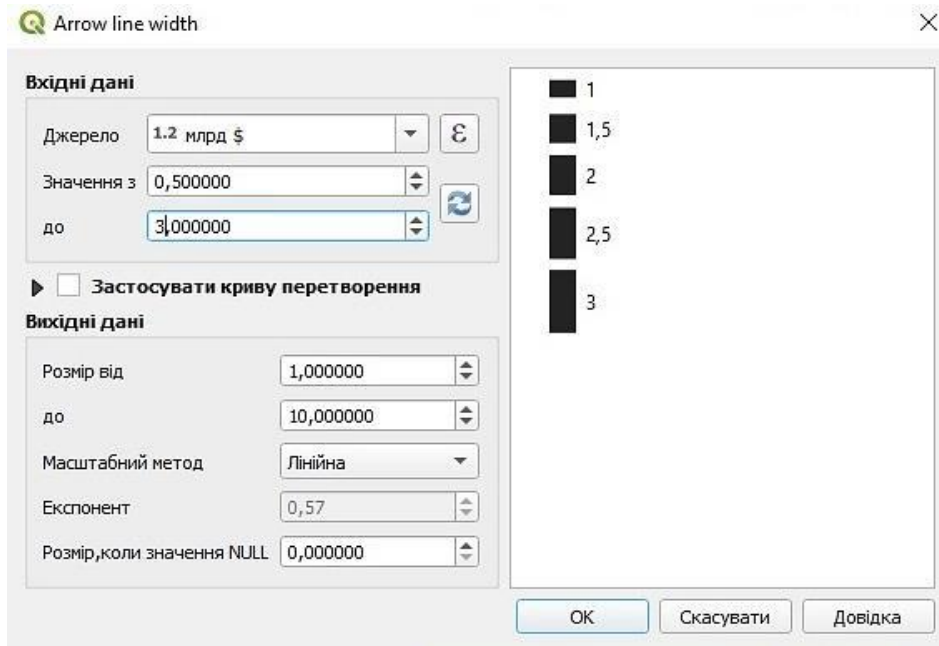


Рис. 180. Вікно **Arrow line width** у програмі QGIS

- **Джерело:** вказуємо поле в атрибутивній таблиці з показниками, за якими будуються лінії потоку.
- **Значення з (до):** вказуємо діапазон граничних значень показників, за якими будуються лінії потоку.
- **Розмір від (до):** вказуємо діапазон зміни ширини стрілки залежно від показників, за якими будуються лінії потоку.
- **Масштабний метод:** Лінійна.
- **Експонент:** підбираємо дослідним шляхом.

Клацаємо *OK*, а у вікні *Layer Properties* – *Застосувати*.

Аналогічно коригуємо довжину і ширину наконечника стрілок ліній потоку. По завершенню закриваємо вікно *Layer Properties* – *Символіка* (рис. 181).

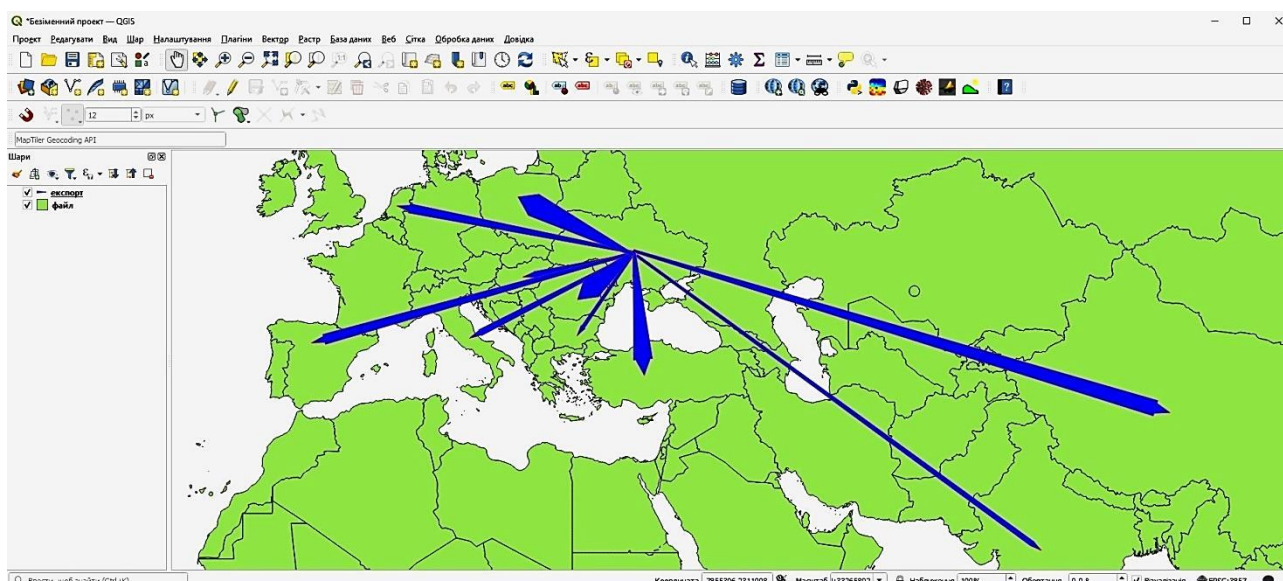


Рис. 181. Зображення ліній потоку на карті



Для формування дугоподібної форми ліній потоку клацаємо на піктограмі *Переключити Редагування* , а потім *Інструмент вертексу* . У центральній частині стрілки з'явиться червоне коло. Клацаємо двічі лівою кнопкою миші на цьому колі і курсором переміщуємо центральну частину стрілки, поки стрілка не набуде потрібної форми дуги (рис. 182). Так надаємо форму для всіх ліній потоку.



Рис. 182. Формування дугоподібної форми ліній потоку в програмі QGIS.

За потреби нанесення на карту чисельних показників потоків руху клацаємо лівою кнопкою миші на назві шару з показниками (у нашому випадку – *експорт*) і вибираємо функцію *Властивості*. У вікні *Layer Properties* вибираємо *Підписи* і у верхньому рядку вікна – *Single Labels* (рис. 183.)

У вікні *Підписи* встановлюємо формат підписів об'єктів:

- **Значення** – вибираємо поле в таблиці атрибутів, значення з якого будуть використані для підписання об'єктів (у нашому випадку – *млрд \$*).
- **Шрифт** – вид шрифту.
- **Стиль** – стиль шрифту.
- **Розмір** – розмір шрифту.
- **Колір** – колір шрифту.

У лівій частині вікна знаходиться поле з допоміжними функціями формування стилю підписів (маска, розміщення, візуалізація тощо). Клацаємо *Застосувати* ▶ *ОК* (рис. 184).

Створіть макет карти та експортуйте її у формат PDF (рис. 185). По завершенню збережіть проєкт.

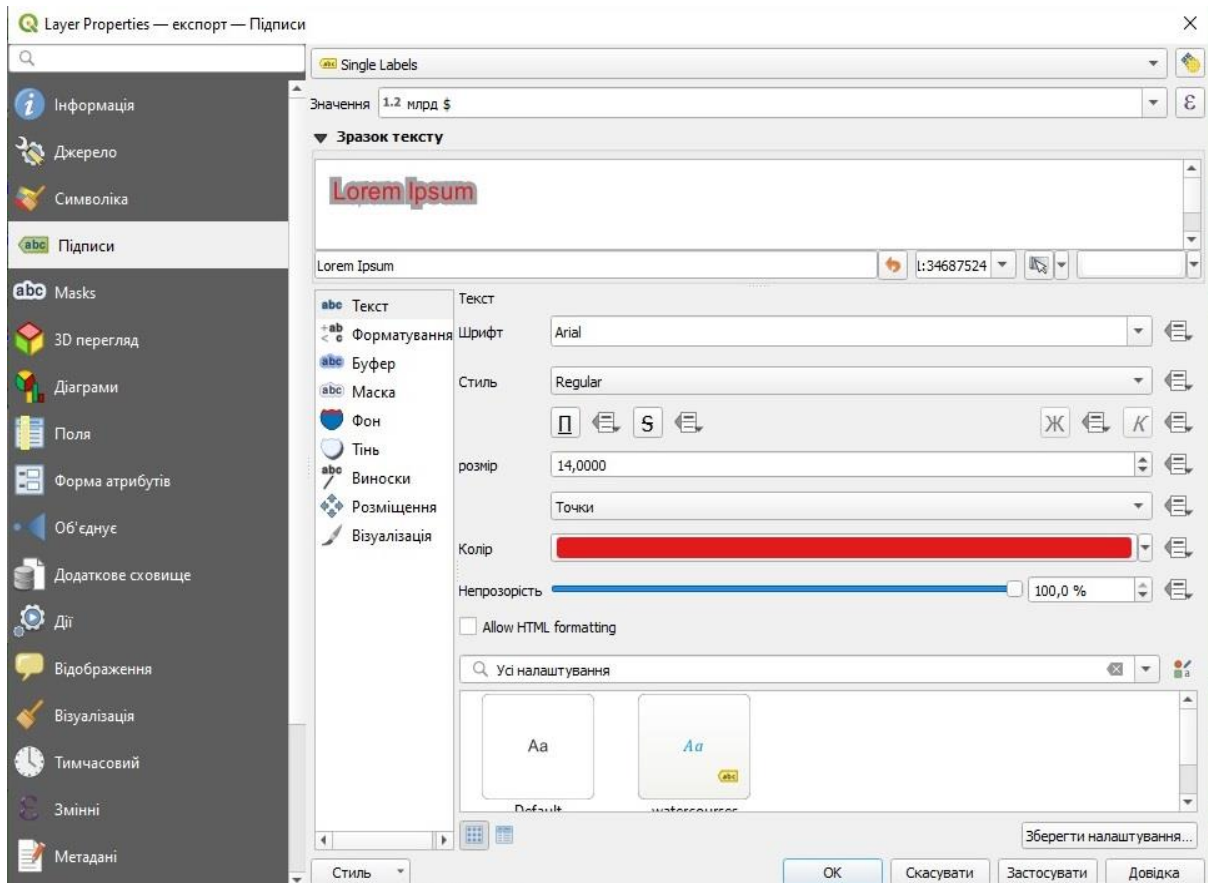


Рис. 183. Вікно Layer Properties – Підписи в програмі QGIS

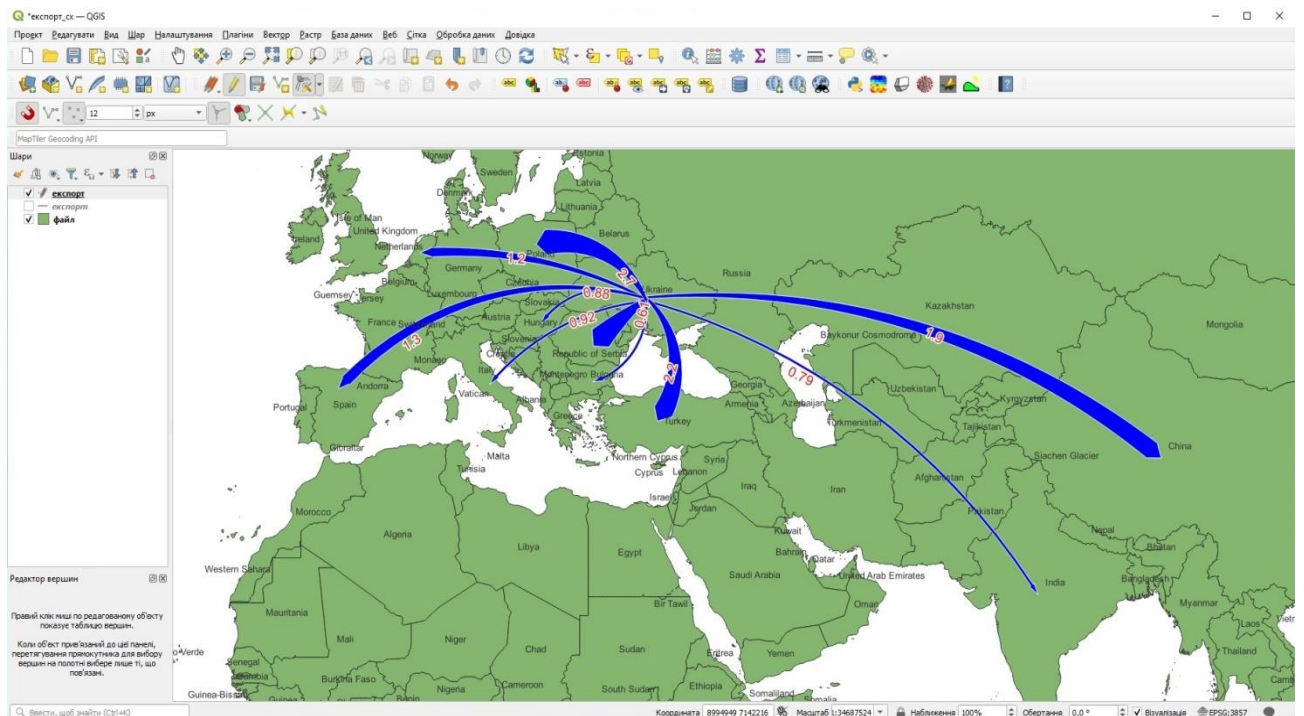


Рис. 184. Картографічне зображення потоків у програмі QGIS

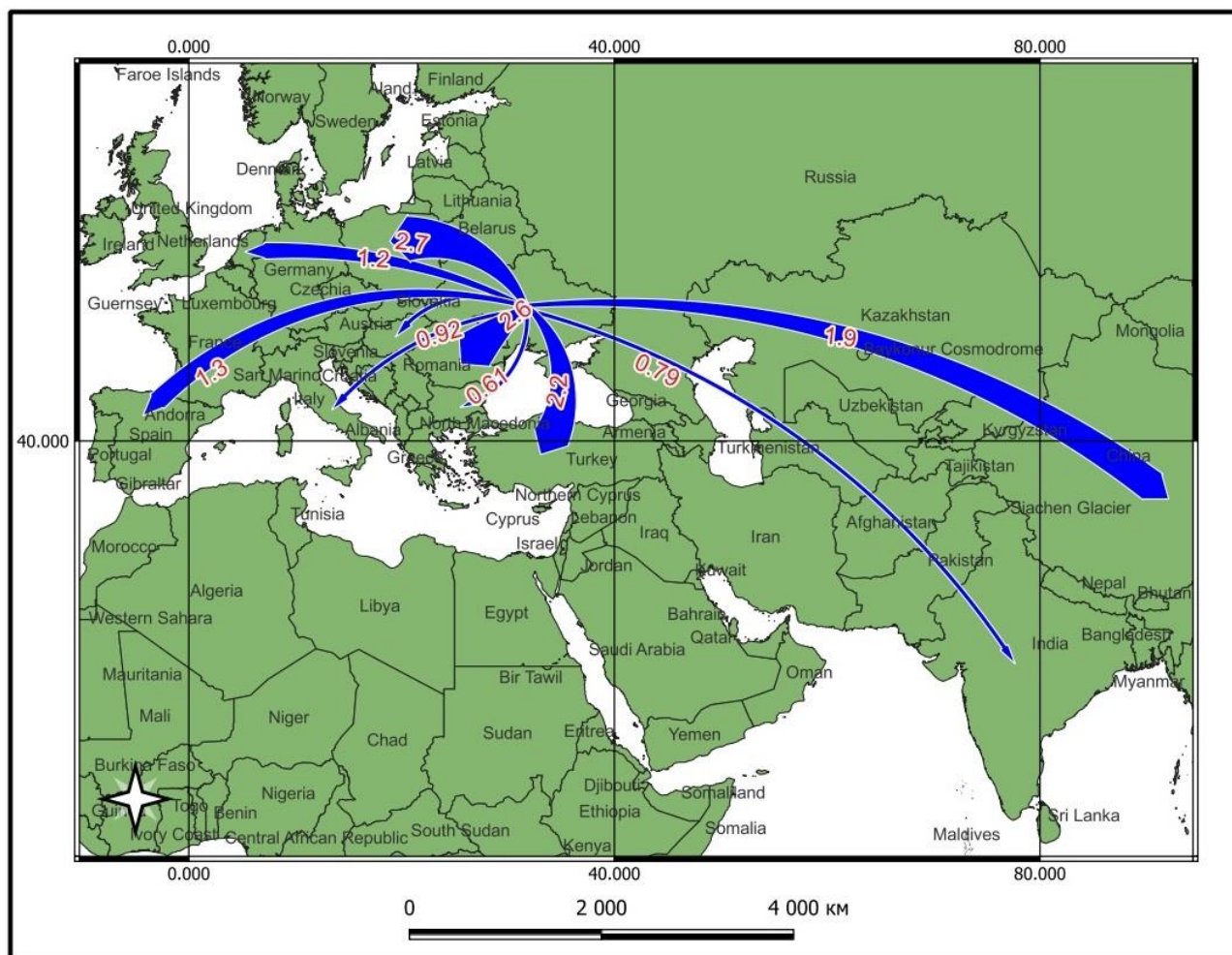


Рис. 185. Макет карти експортних потоків сільськогосподарської продукції з України у 2022 році

3. Рефлексивний блок

- 3.1. Дайте визначення карти потоків.
- 3.2. Охарактеризуйте основні види карт потоків.
- 3.3. Опишіть порядок робіт із побудови карти потоків у середовищі *QGIS*.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Дудун Т.В., Курач Т.М., Тітова С.В. Картографічне креслення та комп'ютерний дизайн : навч. посіб. Київ, 2011. 145 с.
- 4.2. Шевченко Р. Ю. Картографія : електронний підручник. Київ : ЦНМВ «Кий», 2015. 230 с.
- 4.3. Bgerit. “Distributive Flow Maps – More Raster, More Faster.” ESRI Applications Prototype Lab. (26 August 2013).
URL : <http://blogs.esri.com/esri/apl/2013/08/26/flow-map-version-2>
- 4.4. Buckley, Aileen. “Go With the Flow.” ArcWatch: GIS News, Views and Insights. (April 2013). URL : <http://www.esri.com/esri-news/arcwatch/0413/go-with-the-flow>

Практична робота 19

ОПЕРАЦІЯ БУФЕРІЗАЦІЇ В QGIS

Мета: формувати вміння проводити просторовий аналіз з використанням операції буферизації в середовищі *QGIS*

1. Теоретичний блок

Буферизація – операція побудови полігонального шару, утвореного шляхом розрахунку і побудови зон, рівновіддалених щодо безлічі точкових, лінійних або полігональних просторових об'єктів (рис. 186). Буфери є загальними інструментами векторного аналізу, що використовуються для розв'язання питань близькості в ГІС шляхом створення області, призначення якої відділяти одні об'єкти реального світу від інших.

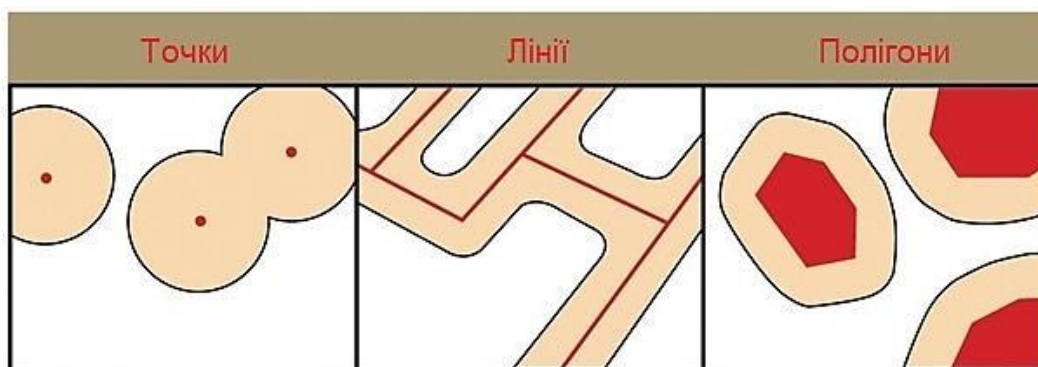


Рис. 186. Буферна зона навколо точкових, лінійних та полігональних векторних об'єктів

Операція буферизації застосовується, наприклад, для виділення трикілометрової прикордонної зони, 20-метрової смуги відчуження залізничної лінії, формування зон техногенних катастроф тощо.

У більшості сучасних ГІС буферні зони створюються автоматично, причому побудувати їх можна навколо об'єктів будь-яких типів. Розрахунок ширини буфера об'єкта здійснюється двома методами – для сферичних координат і для декартових координат. Сферичні обчислення вимірюють відстань на сферичній поверхні Землі, декартові обчислення відстані виробляються на площині X-Y, на яку спроектовані дані.

Щоб створити буфер, потрібно задати його радіус. Радіус можна задати як постійну величину (константу), а також використати значення з певної колонки таблиці в якості значень радіуса. Наприклад, щоб створити навколо міст буферні зони, які відображали б чисельність їх населення, можна вибрати значення радіуса буфера з поля *Населення*.

Потім треба вказати гладкість буфера (число сегментів для буферної окружності). Число сегментів для буферної окружності визначає ступінь заокруглення (гладкість). Чим більше сегментів використовують для

прорисовування буферного кола, тим гладшими є буфери. Водночас треба пам'ятати, що більша гладкість вимагає і більшого часу на створення буфера. Стандартне значення гладкості – 12 сегментів для повного кола.

Також у ГІС можна встановлювати додаткові параметри буфера. Так, за потреби можна встановлювати буферні зони різної ширини, щоб визначати ширину буфера для кожного конкретного об'єкта в наборі даних (рис. 187А). Наприклад, ширина буферної зони вздовж берегів річки може змінюватися залежно від типу суміжного землекористування.

Нерідко об'єкт може мати більше однієї буферної зони. У такому випадку створюється кілька кільцевих буферів навколо вихідної функції на заданих користувачем відстанях (рис. 187Б). Наприклад, атомна електростанція може бути буферизованою на відстані 10, 15, 25 і 30 км, таким чином утворюючи кілька зон навколо станції як частину плану евакуації.

Буферні зони навколо полігональних об'єктів зазвичай розширюються назовні від межі полігона (рис. 187В), але також можна створити буферну зону всередину від межі полігона. Для цього розмір буферної зони встановлюється зі знаком «мінус» (рис. 187Г).

Загалом, буферні зони мають розмиті межі і тому між ними немає областей, що перекриваються (рис. 19.2Д). Проте в деяких випадках може бути корисним, щоб межі буферних зон візуалізувалися для ідентифікації областей, що перекриваються (рис. 187Е).

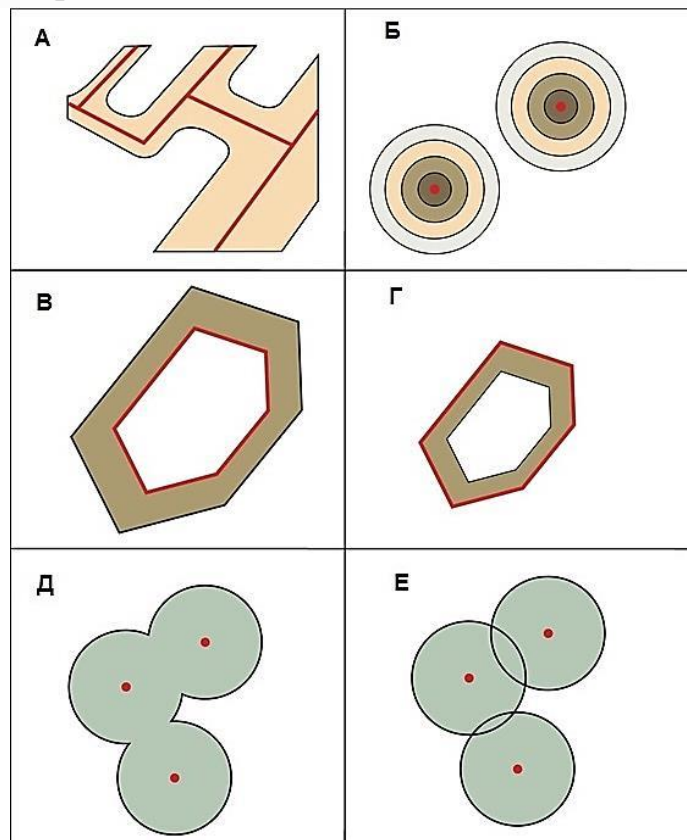


Рис. 187. Буферні зони з додатковими параметрами.

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проєкт із векторизованими шарами (практична робота 7: ВЕКТОРИЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У QGIS. ШАЙП-ФАЙЛИ). У проєкті має бути три типи об'єктів: точкові, лінійні та полігональні (рис. 188). У наведеному зразку: точкові об'єкти – місце розташування сільських магазинів, лінійний об'єкт – річка; полігональні об'єкти – ліси.

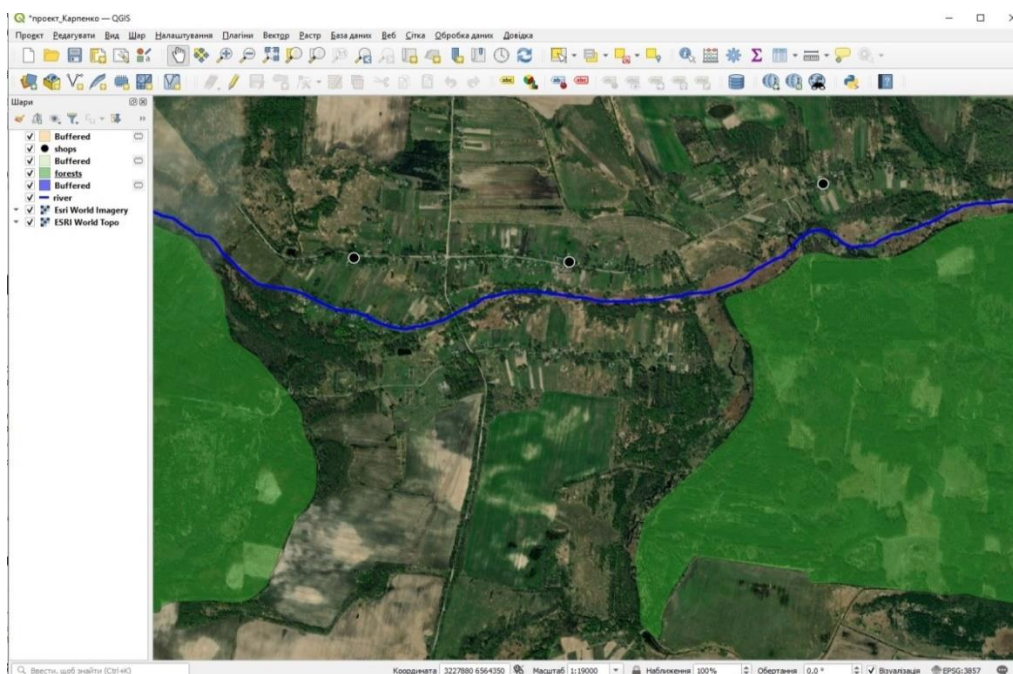


Рис. 188. Вікно програми *QGIS* з векторизованими шарами

Завданням просторового аналізу з використанням операції буферизації є визначення місця для відпочинку за такими критеріями: не більше 100 метрів від річки, 250 метрів від лісу та 300 метрів від сільського магазину.

Для розв'язання завдання треба встановити відповідні буферні зони біля кожного з типів об'єктів. Місце накладення всіх трьох типів буферів і буде відповідати вимогам визначення території для відпочинку.

Для здійснення операції буферизації зробіть активним один із векторизованих шарів (наприклад, лінійні об'єкти), для цього клікніть у ряду з назвою цього шару в області списку шарів. Потім використовуйте опції *Вектор* › *Обробка даних* › *Буфер*.

У вікні *Буфер* (рис. 189) встановлюємо:

- **Вхідний шар:** вибираємо шар з лінійними об'єктами (річками в нашому випадку).
- **Відстань:** установлюємо необхідну зону буферизації (100 метрів у нашому випадку).
- **Сегменти:** 10.
- **Закінчення:** Округлене.
- **Ліміт об'єднання:** 2,0.

- **Buffered**: вибираємо *Зберегти у файл* і вказуємо адрес зберігання. Клацаємо *Виконати*.

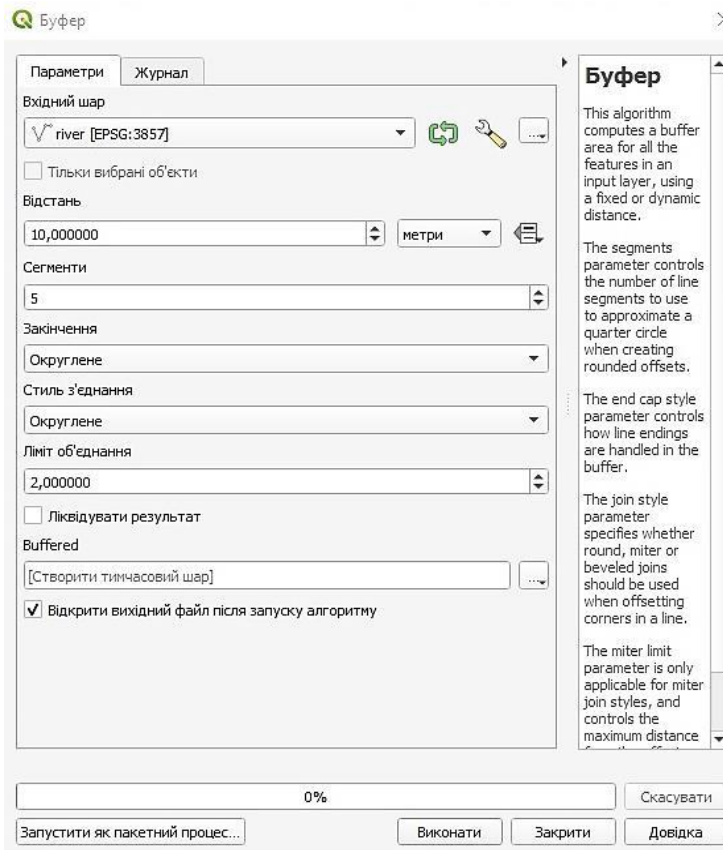


Рис. 189. Вікно **Буфер** програми QGIS

Як результат, біля векторизованих лінійних об'єктів (річок у нашому випадку) створиться буферна зона на відстані 100 метрів від самого об'єкта (рис. 190). В області списку шарів клікніть на піктограмі *Відкрити панель стилізації шару* і виберіть колір заливки і рівень непрозорості буфера. Закрийте вікно.

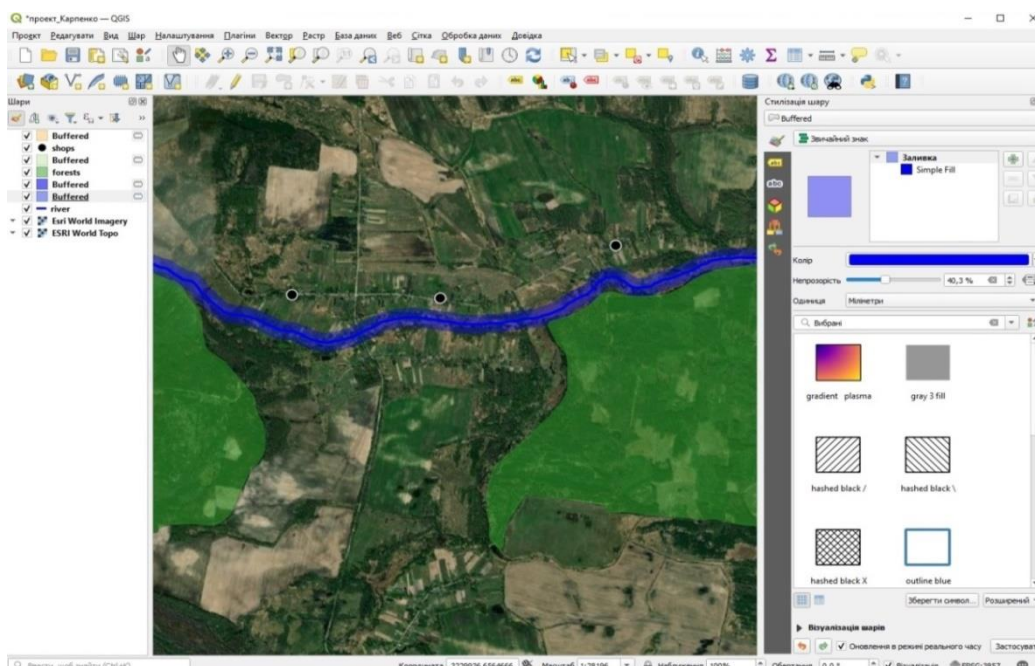


Рис. 190. Вікно програми QGIS з позначеною буферною зоною біля лінійного об'єкта (річки)

Аналогічно встановить відповідні буферні зони для інших шарів.

Область накладання всіх трьох буферних зон буде відповідати вимогам визначення місця для відпочинку. Його (або їх, якщо таких місць декілька) треба позначити як полігональний шар, визначити стиль і зберегти.

На завершення створить макет карти для друку, оформивши його за вимогами (рис. 191).

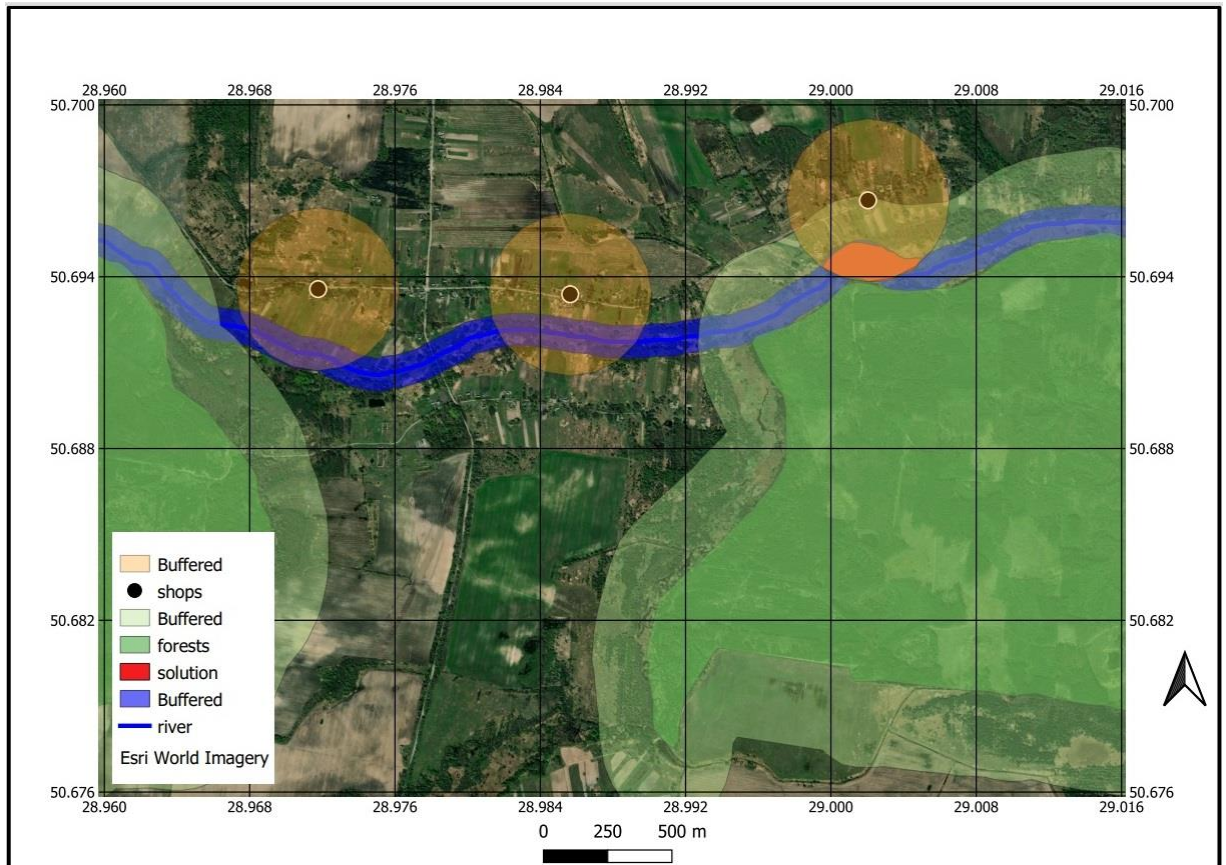


Рис. 191. Макет карти, створеної в програмі QGIS

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність операції буферизації в ГІС?
- 3.2. Які параметри задаються при проведенні операції буферизації в ГІС?
- 3.3. Охарактеризуйте додаткові операції буферизації в ГІС.
- 3.4. Опишіть порядок робіт із проведення просторового аналізу з використанням операції буферизації в середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

4.1. Документація QGIS.

URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html

4.2. Донченко М. В. Геоінформаційні системи : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 132 с.

4.3. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. 260 с.

Практична робота 20

ОВЕРЛЕЙНІ ОПЕРАЦІЇ В QGIS

Мета: формувати вміння проводити просторовий аналіз з використанням оверлейних операцій у середовищі *QGIS*

1. Теоретичний блок

Оверлейна операція полягає в операції накладання одного шару на інший для створення нового шару з генерацією похідних об'єктів, що виникають при їх геометричному перекритті і комбінуванні атрибутів обох шарів.

Оверлейні операції в ГІС здійснюються на основі використання просторової логіки Буля, заснованої на формалізації процедури аналізу просторового перекриття. Важливо, що атрибутивна інформація, пов'язана з просторовими об'єктами, успадковується похідними картографічними об'єктами в автоматичному режимі.

Доступність опцій інструментів оверлея залежить від того, чи є вхідний шар і шар накладання точковими, лінійними або полігональними. Існує кілька типів оверлейних операцій, основними з яких є стирання, ідентичність, просторове об'єднання, перетин, об'єднання та оновлення.

Операція стирання створює клас просторових об'єктів шляхом накладання вхідних об'єктів на полігони об'єктів, що стирають. У клас об'єктів виведення копіюються тільки ті частини вхідних об'єктів, які виходять за межі кордонів полігонів, що стирають (рис. 192А).

Операція ідентичності обчислює геометричний перетин між вхідними об'єктами й об'єктами ідентичності. До вхідних об'єктів чи їх частин, що співпадають з об'єктами ідентичності, приєднуються атрибути відповідних об'єктів ідентичності (рис. 192Б).

Операція просторового об'єднання приєднує атрибути з одного об'єкта до іншого, виходячи з просторового взаєморозташування. У вихідний клас об'єктів записують цільові об'єкти з приєднаними атрибутами іншого класу.

Операція перетину обчислює геометричний перетин між вхідними об'єктами. Просторові об'єкти або частини об'єктів, які перекриваються у всіх шарах та / або класах просторових об'єктів, будуть внесені до вихідного класу об'єктів (рис. 192В).

Операція перетину обчислює геометричне поєднання вхідних об'єктів. До вихідного класу об'єктів будуть внесені всі об'єкти та їх атрибути (рис. 192Г).

Операція оновлення обчислює геометричний перетин вхідних об'єктів з коригувальними об'єктами. Атрибути та геометрія вхідних об'єктів замінюються атрибутами та геометрією коригувальних об'єктів (рис. 192Д).

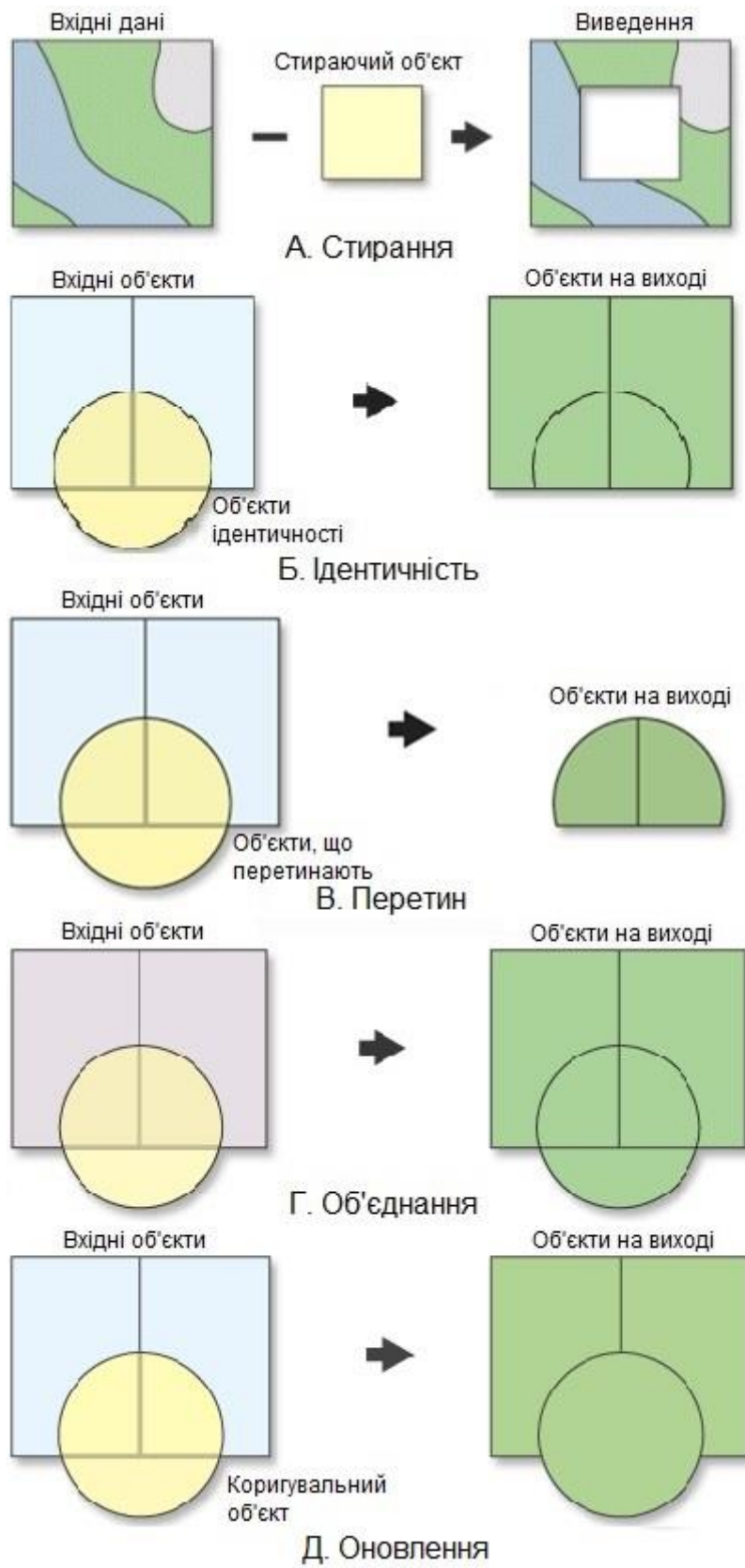


Рис. 192. Типи оверлейних операцій у ГІС

2. Практичний блок

Відкрийте програму *QGIS*. Завантажте проєкт із векторизованими адміністративними кордонами регіонів (дивись практичну роботу 13: ДОДАВАННЯ АТРИБУТИВНИХ ДАНИХ ІЗ ЗОВНІШНІХ ДЖЕРЕЛ У *QGIS*) – рис. 193.

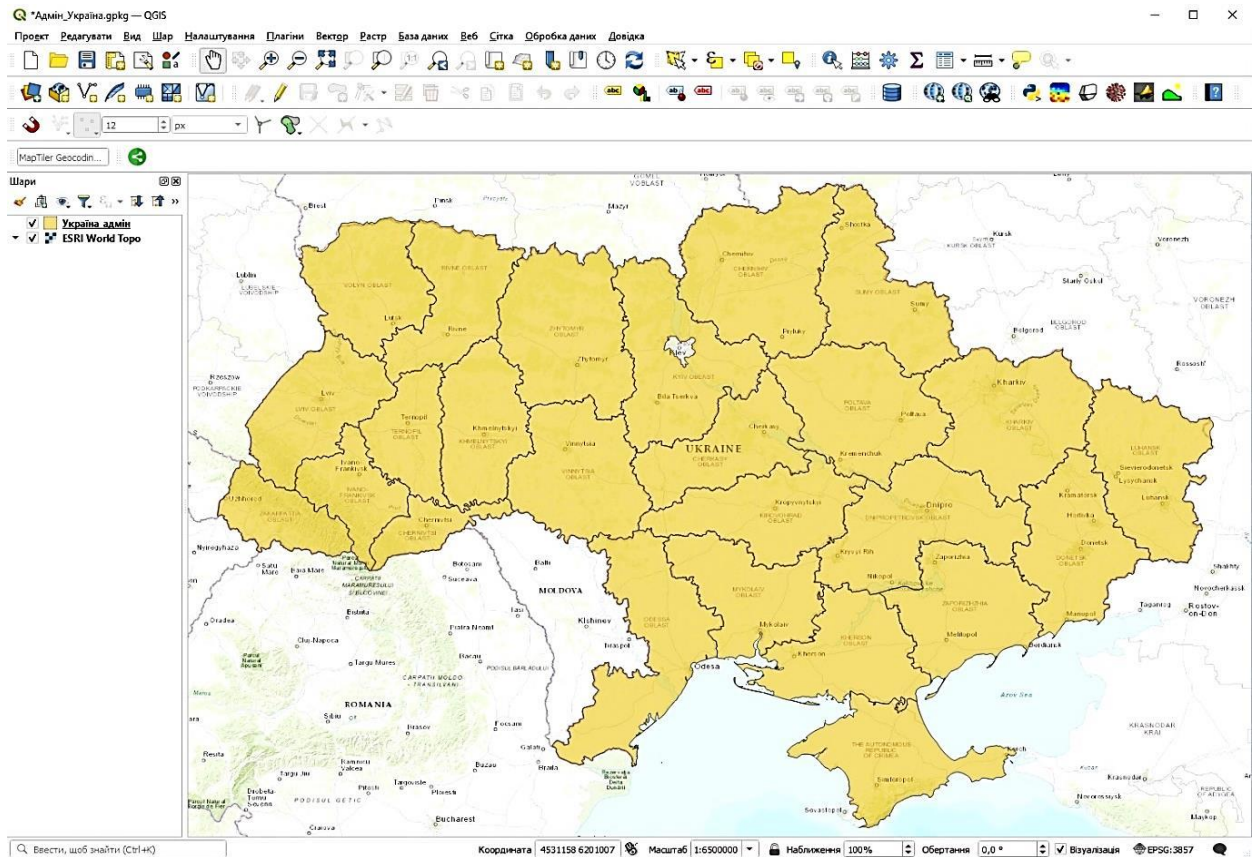




Рис. 193. Візуалізація векторизованих адміністративних кордонів регіонів у *QGIS*.

Як приклад оверлейної операції використовуємо інструмент *Перетин* – знаходження геометричного перетину шару, який має точкові та лінійні об’єкти на полігональному шарі.

2.1. Оверлей точка-на-полігон

Завдання операції – визначити приналежність міст України до адміністративних одиниць – областей. Для цього треба створити шар точкових об’єктів – міст України. Міста обираємо за принципом випадкової вибірки рівномірно по всій території країни кількістю не менше 50 одиниць.

Для цього клікніть *Створити шар Shapefile...* . У вікні *Створити шар Shapefile* (рис. 194) введіть назву файлу шару точкових об’єктів (у нашому випадку – *Міста України*), а в рядку *Тип геометрії* виберіть *Point*. Установіть систему координат, що відповідає системі координат шару основи – *EPSG:3857*. У рядку *Ім’я поля Створити поле* введіть *Назва*, тип *Text Data* і клікніть на піктограмі *Додати до списку полів* . Натисніть *ОК*. В області *Список шарів* з’явиться рядок із назвою шару точкових об’єктів.

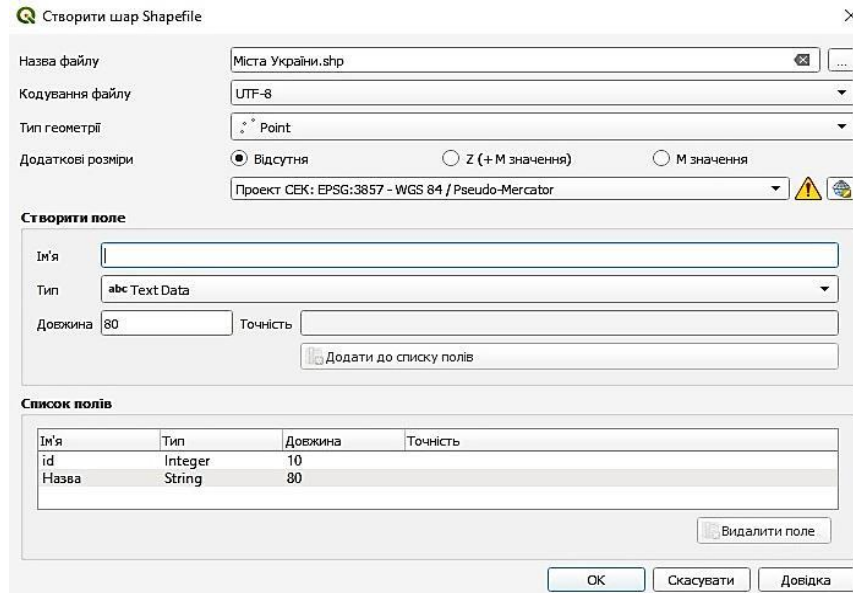





Рис. 194. Вікно **Створити шар Shapefile** точкових об'єктів в програмі QGIS

Зробіть активним шар з атрибутивними кордонами у списку шарів і натисніть на панелі інструментів *Шар* ▶ *Властивості шару* ▶ *Символіка*. Кликніть на функції *Заливка* і виберіть білий колір для заливки. Це дасть змогу побачити топографічну основу карти для векторизації об'єктів.

Кликніть *Переключити Редагування* , а потім *Додати точковий об'єкт* . Курсором у вигляді значка  за принципом випадкової вибірки послідовно позначте точки розташування 50 міст на карті України. Після позначення кожного міста відкриється вікно *Атрибути об'єкта*, у якому треба ввести його ідентифікаційний код і назву.

По завершенню формування шару з містами України відкрийте його атрибутивну таблицю і перевірте їх наявність за назвою в полі *Назва* (рис. 195).

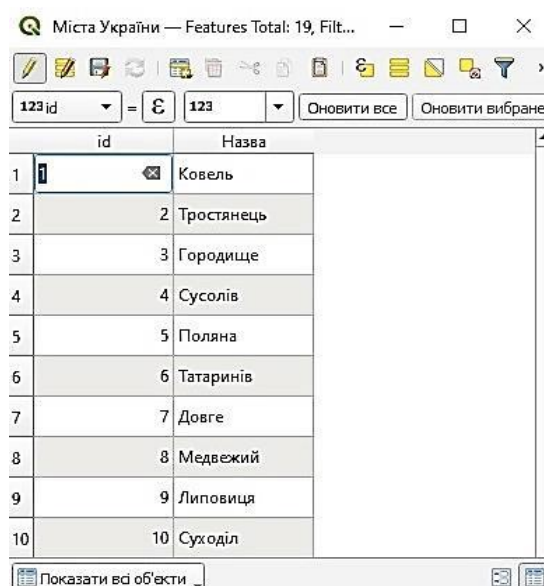


Рис. 195. Фрагмент атрибутивної таблиці в програмі QGIS

Далі виконуємо: *Вектор* ▶ *Обробка даних* ▶ *Перетин* і у вікні *Перетин* (рис. 196) установлюємо:

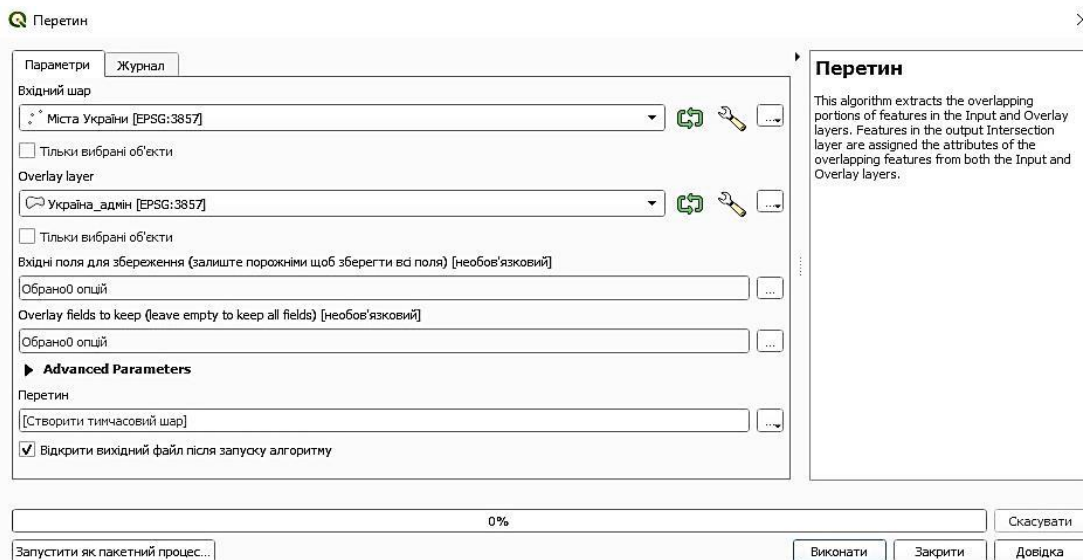


Рис. 196. Вікно функції *Перетин* у програмі *QGIS*

- **Вхідний шар:** вибираємо вхідний шар оверлея (у нашому випадку – *Міста України*).
- **Overlay layer:** вибираємо накладний шар об'єктів (у нашому випадку – *Україна_адмін*).
- **Перетин:** установлюємо спосіб зберігання нового шару або адресу зберігання.

Натисніть *Виконати*, а по завершенню операції – *Закрити*.

У списку шарів з'явиться новий шар під назвою зберігання. Відкриваємо його атрибутивну таблицю (рис. 197). У таблиці всі міста будуть згруповані відповідно до їх адміністративної приналежності (за областями). Зробіть скриншот таблиці.

id	Назва	fid	GID_1	NAME_1	VARNAME_1	NL_NAME_1	Експорт с.х	Твар_поход,млн\$	Росл_пох,\$	O
1	Ковель	25	UKR.25_1	Volyn	Volhynia Volyns...	Волинська	363,1	34,3	264	
2	Тростянець	25	UKR.25_1	Volyn	Volhynia Volyns...	Волинська	363,1	34,3	264	
3	Городище	25	UKR.25_1	Volyn	Volhynia Volyns...	Волинська	363,1	34,3	264	
4	Сусолів	15	UKR.14_1	L'viv	Lemberg Lvov ...	Львівська	680	32,1	328	
5	Поляна	15	UKR.14_1	L'viv	Lemberg Lvov ...	Львівська	680	32,1	328	
6	Татаринів	15	UKR.14_1	L'viv	Lemberg Lvov ...	Львівська	680	32,1	328	
7	Довге	26	UKR.23_1	Zakarpattia	Transcarpathia ...	Закарпатська	453	2,8	436	
8	Медвежий	26	UKR.23_1	Zakarpattia	Transcarpathia ...	Закарпатська	453	2,8	436	
9	Липовиця	8	UKR.7_1	Ivano-Frankivsk	Ivano-Frankovs...	Івано-Франків...	104,3	0	101	
10	Суходіл	8	UKR.7_1	Ivano-Frankivsk	Ivano-Frankovs...	Івано-Франків...	104,3	0	101	
11	Ярівка	4	UKR.3_1	Chernivtsi	Chernivets'ka O...	Чернівецька	110	16,9	88	
12	Несвоя	4	UKR.3_1	Chernivtsi	Chernivets'ka O...	Чернівецька	110	16,9	88	
13	Бережани	23	UKR.22_1	Ternopil'	Ternopol Terno...	Тернопільська	307	0	0	
14	Дворище	23	UKR.22_1	Ternopil'	Ternopol Terno...	Тернопільська	307	0	0	

Рис. 197. Атрибутивна таблиця шару, сформованого після оверлейної операції перетину точка-на-полігон

2.2. Оверлей лінія-на-полігон

Завдання операції – визначити приналежність лінійного об’єкта – дороги між двома містами України до адміністративних одиниць – областей. Для цього треба створити векторний шар з автомобільною дорогою.

Векторизація лінійних об’єктів у цілому є аналогічною до векторизації точкових об’єктів. Відмінність лише в тому, що у вікні *Створити шар Shapefile* (рис. 198) у полі *Тип геометрії* треба вибрати *Лінія*, у списку полів сформуванати текстове поле з назвою *Маршрут*, а для окреслення контура дороги необхідно клацати лівою кнопкою миші щоразу при зміні її напрямку, а також по завершенню окреслення об’єкта клацнути правою кнопкою миші і ввести його атрибути (ідентифікаційний номер і маршрут).

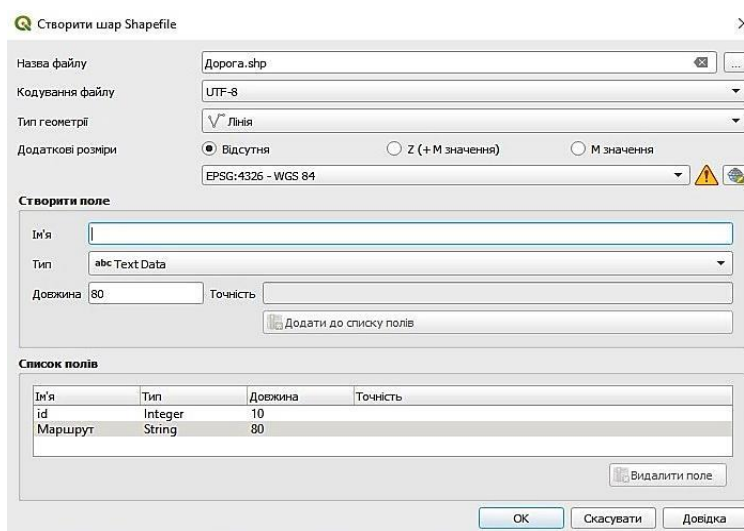


Рис. 198. Вікно *Створити шар Shapefile* лінійного об’єкта в програмі QGIS

По завершенню операції векторизації на карті України повинен візуалізуватися маршрут автомобільної дороги між двома містами України (у нашому випадку – між Львовом і Кривим Рогом – рис. 199).

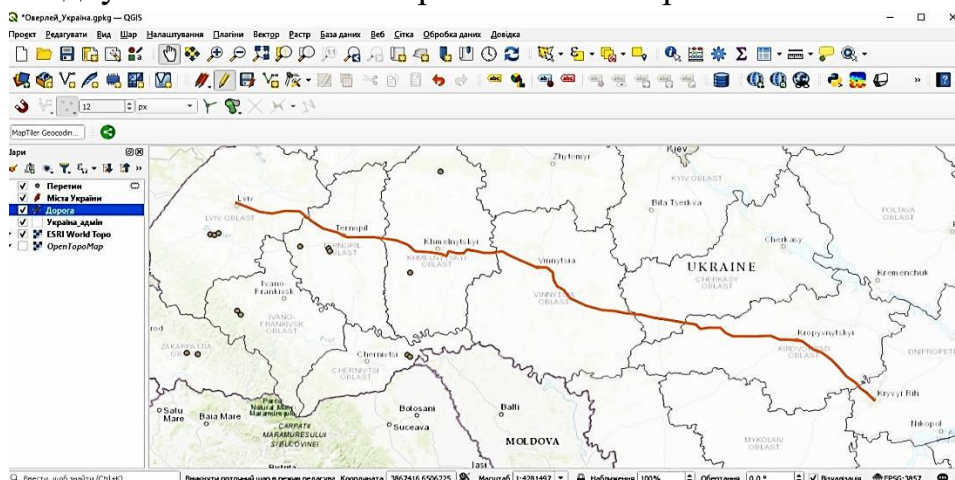


Рис. 199. Візуалізація векторизованого маршруту автомобільної дороги Львів – Кривий Ріг

Відмінність оверлейної операції *лінія-на-полігон* лише в тому, що у вікні *Перетин* у якості вхідного шару встановлюємо шар з дорогою (рис. 200).

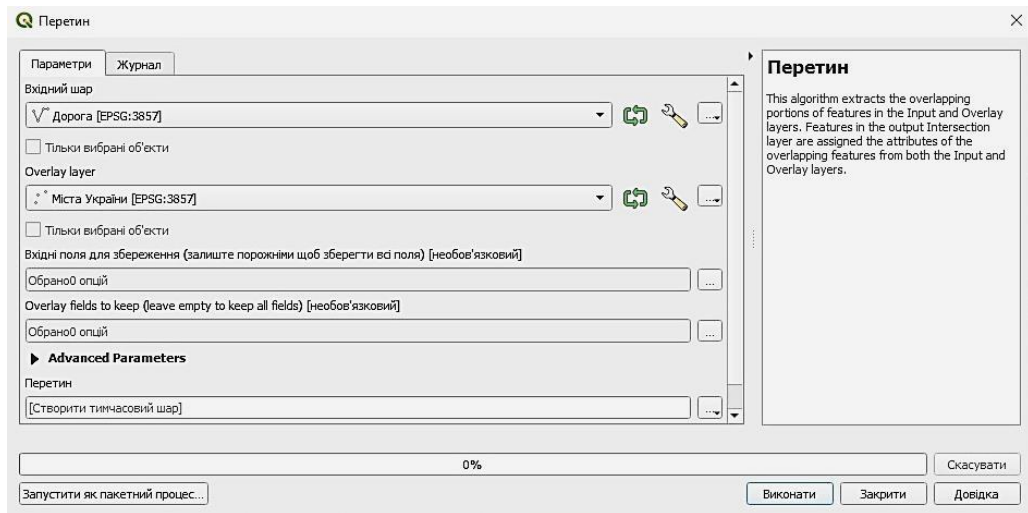


Рис. 200. Вікно функції **Перетин** у програмі QGIS

Після завершення операції перетину в списку шарів з'явиться новий шар під назвою зберігання. Відкриваємо його атрибутивну таблицю (рис. 201). У таблиці частки автомобільної дороги будуть поділені відповідно до областей, межі яких вона перетинає. Зробіть скріншот таблиці.

id	Маршрут	fid	GID_1	NAME_1	VARNAME_1	NL_NAME_1
1	1 Львів-Кривий Ріг	24	UKR.24_1	Vinnytsya	Vinnytsia Vinnit...	Вінницька
2	1 Львів-Кривий Ріг	6	UKR.5_1	Dnipropetrovs'k	Dnipropetrovsk...	Дніпропетровс...
3	1 Львів-Кривий Ріг	14	UKR.13_1	Kirovohrad	Kirovograd Kiro...	Кіровоградська
4	1 Львів-Кривий Ріг	15	UKR.14_1	L'viv	Lemberg Lvov ...	Львівська
5	1 Львів-Кривий Ріг	23	UKR.22_1	Ternopil'	Ternopol Terno...	Тернопільська
6	1 Львів-Кривий Ріг	11	UKR.10_1	Khmel'nyts'ky	Khmelnitsky Kh...	Хмельницька
7	1 Львів-Кривий Ріг	2	UKR.1_1	Cherkasy	Cherkas'ka Obl...	Черкаська

Рис. 201. Атрибутивна таблиця шару, сформованого після оверлейної операції перетину лінія-на-полігон

3. Рефлексивний блок

- 3.1. У чому полягає сутність оверлейних операцій у ГІС?
- 3.2. Охарактеризуйте головні типи оверлейних операцій у ГІС.
- 3.4. Опишіть порядок робіт із проведення просторового аналізу з використанням буферної операції перетину в середовищі QGIS.

4. Блок самоосвіти

- 4.1. Донченко М. В. Геоінформаційні системи : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 132 с.
- 4.2. Документація QGIS.
URL : https://docs.qgis.org/3.28/uk/docs/user_manual/index.html.

III. ПРАКТИЧНА СКЛАДОВА ЦИФРОВОЇ КАРТОГРАФІЇ

1. Теоретичний блок

Не викликає сумнівів той факт, що використання технологій цифрового картографування суттєво збільшує точність і швидкість побудови різноманітних картографічних матеріалів, а також відкриває необмежені можливості їх подальшого редагування та необмеженого доповнення. Однак побудова карти не є самоціллю цифрової картографії. Одержані в результаті просторового аналізу картографічні матеріали повинні обов'язково мати практичне значення, і наведені нижче приклади це демонструють.

Почати демонстрацію практичної складової цифрової картографії треба з карти, побудованої британським лікарем Джона Стоун. Це не зразок цифрової картографії, оскільки карта була побудована в середині 19 сторіччя, але фактично з неї бере початок використання просторового аналізу. У цей період у Лондоні в районі Брод-стріт зареєстровано сильний спалах холери. Більшість учених дотримувалася думки про те, що холеру спричиняє вдихання парів атмосферного забруднення. Але доктор Стоун побудував карту, на якій зазначив точковим способом кількість померлих від холери в тому чи тому будинку (рис. 202). Виявилося, що найбільша кількість померлих – на околиці водозабірної колонки на Брод-стріт. Так було визначено джерело епідемії, і після того, як місцева влада, аби вимкнути помпу колодязя, видалила ручку, спалах холери припинився. У такий спосіб Стоун продемонстрував, що карти не тільки відображають розташування об'єктів у просторі, а й надають можливість проаналізувати особливості в їх розподілі, виявивши таким чином певні закономірності.

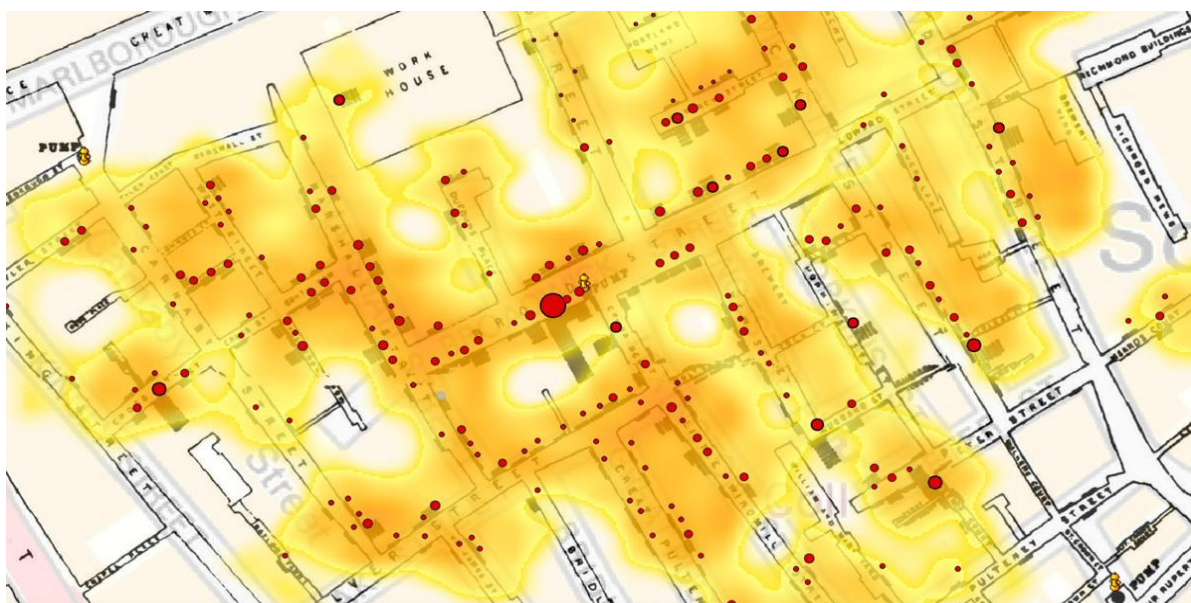


Рис. 202. Карта поширення холери в районі Брод-стріт Лондона (автор Джон Стоун, 1854 рік, за даними <https://www.giscloud.com/blog/map-as-a-lifesaving-tool/>)*

* - тут і далі зразки цифрових карт надано в авторському дизайні

Як приклад сучасного використання цифрової картографії в розв'язанні глобальних проблем охорони здоров'я можна навести проєкт «*Геопросторове моделювання зон ризику малярії та вразливості з використанням екологічних, кліматичних і соціально-економічних факторів*». Проєкт розроблено, щоб допомогти людям і громадам дізнатися про зони ризику малярії. За допомогою *Інтернету* та *SMS* волонтери створили на основі хмарної ГІС інформаційну панель, де відображалися спалахи малярії. Це дало змогу отримати інтерактивну карту ризику розвитку малярії (рис. 203) і продемонструвало, що ГІС – це інструмент, який дає можливість концептуалізувати та візуалізувати дані розвитку захворювань і, як результат, створювати моделі поширення епідемій.

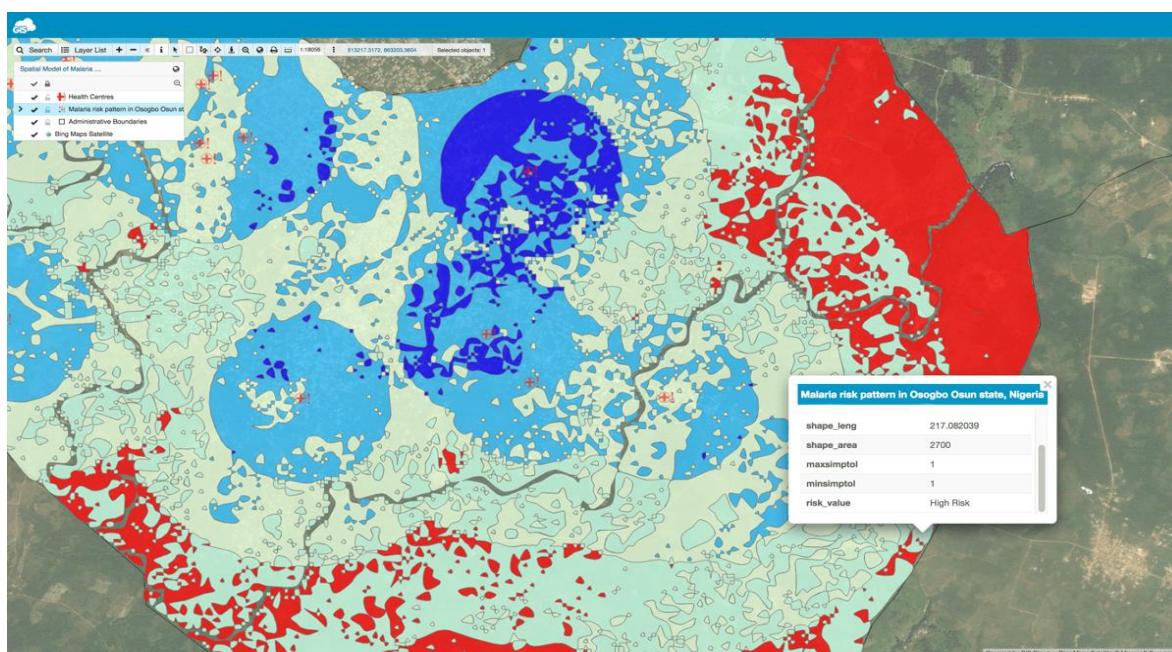


Рис. 203. Інтерактивна хмарна карта ризику малярії (за даними <https://www.giscloud.com/blog/malaria-risk-map-using-gis-to-combat-malaria-disease-in-nigeria/>)

Сьогодні у світі активно просувається застосування визначення місць концентрації дорожньо-транспортних пригод (ДТП) за допомогою ГІС. На рівень аварійності впливає багато факторів (інфраструктурні, погодні, сезонні тощо), тому без використання ГІС-аналізу не можливе розуміння просторово-часових варіації та інтенсивності концентрації аварій. Для цього багато авторів запропонували різні підходи. Один із найпоширеніших – побудова теплокарт. На рисунку 204 наведено зразок такої цифрової карти (Feizizadeh, 2022). Це теплокарта дорожньо-транспортних пригод у місті Тебріз (Іран). Вона демонструє агреговану просторову схему місць концентрації ДТП. На основі аналізу цієї карти і низки картографічних матеріалів розроблено проєктні заходи для покращення безпеки руху (установлення додаткових світлофорів, формування кільцевих розв'язок, покращення пішохідного середовища тощо).

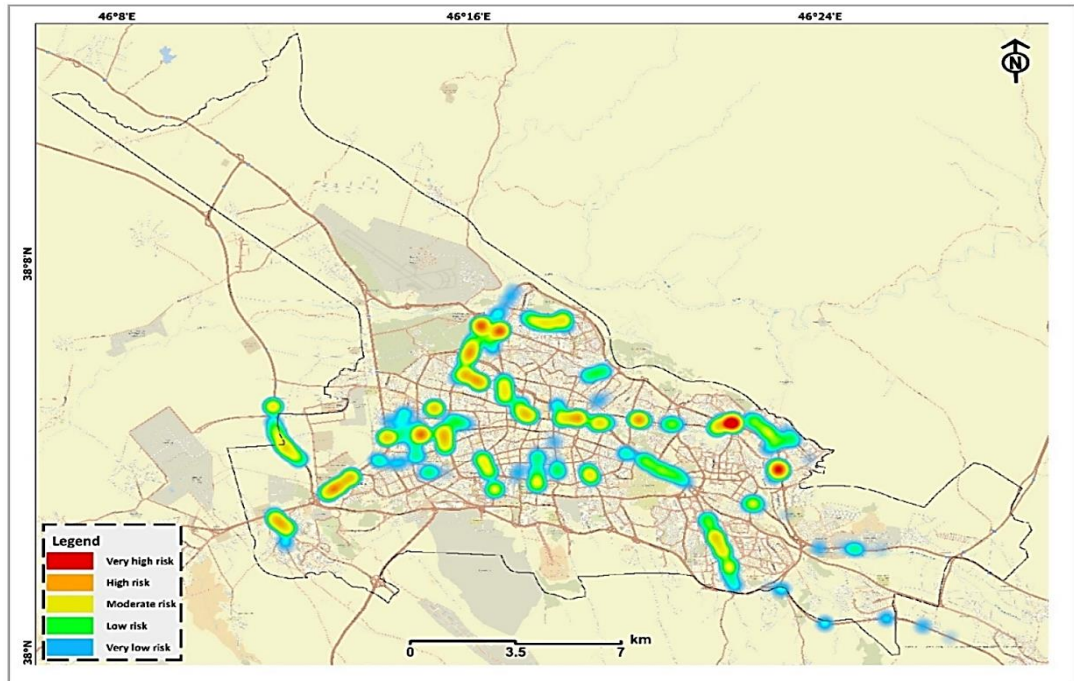


Рис. 204. Теплокарта міських дорожньо-транспортних пригод у місті Тебріз (Feizizadeh, 2023).

Функціональне зонування територій – один із найцікавіших і найбільш поширених видів цифрового картографування. Завдяки аналітичним функціям ГІС фахівці проводять зонування території міст, урахуваючи їх тип і призначення, і саме цю інформацію беруть за основу при поділі. На рис. 205 наведено приклад карти зонування міста Кривий Ріг, основними критеріями якого визначено показники еколого-соціальної комфортності середовища проживання населення [3.6].

В основу зонування покладено генеральний план міста Кривий Ріг. Комфортність визначалася за трьома групами факторів: транспортна доступність, розвиток соціальної інфраструктури та екологічний стан. Для кількісної оцінки комфортності життя населення обрано методику бальної оцінки територій міста. Така система дала змогу співвідносити рівень розвитку різних видів комфортності та оцінити їх за єдиним показником.

Для цього територію міста покрили регулярною сіткою, розмір осередків якої визначався масштабом картографування і склав 500 x 500 м. Для кожного пікселя сітки визначено бальні показники факторів комфортності проживання населення. Задля інтерполяції умовної поверхні визначено координати центроїдів кожного осередку і створено шар точок із середньозважених показників. Подальшу обробку одержаних середньозважених показників здійснено за допомогою ГІС *Map Info*. Так створено карти просторової диференціації за кожним із показників.

Отримані результати дали змогу виявити територіальний дисбаланс у розвитку соціально-економічної політики міста і, відповідно, розробити

рекомендації для забезпечення збалансованого комфортного проживання населення всіх селитебних зон міста.

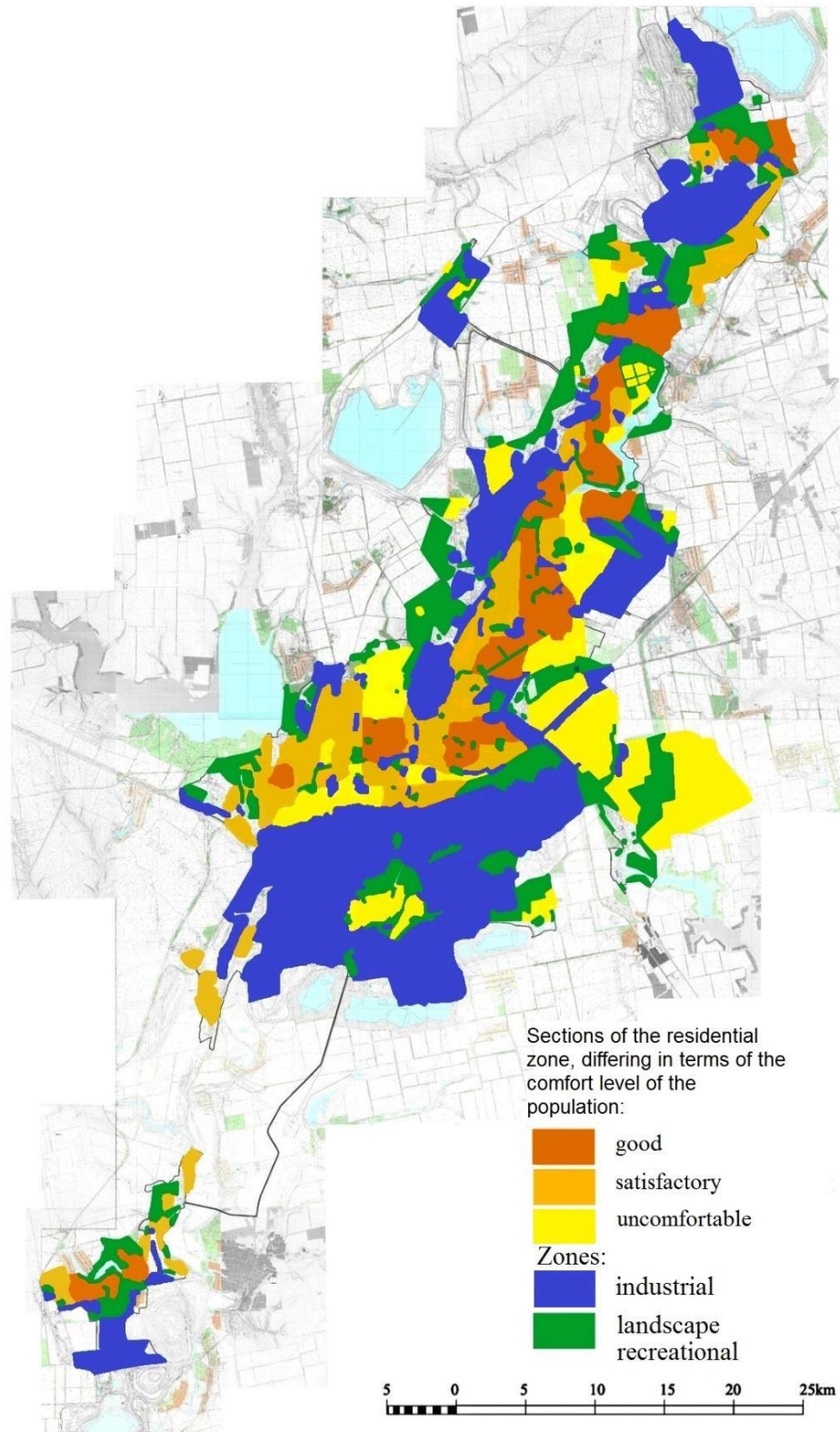


Рис. 205. Карта еколого-соціальної комфортності середовища проживання населення міста Кривий Ріг [3.6]

Схожий підхід використано при оцінці геотуристичного потенціалу пам'яток Дніпропетровської області як геотуристичних об'єктів задля

визначення найбільш перспективних територій. Для цього проведено комплексну моніторингову оцінку геологічних пам'яток області за бальною шкалою та критеріями, що визначають туристичну привабливість геооб'єктів: інформаційна унікальність, фізичний стан, стан з благоустрою, транспортна доступність, затребуваність, сезонність відвідування, екологічний стан, рекреаційна привабливість, безпека огляду, щільність розміщення, природоохоронний статус [3.3]. За визначеними критеріями кількість балів оцінки туристичної привабливості геологічних пам'яток Дніпропетровської області коливається від 15 до 28 балів. Просторовий аналіз зміни цих показників виконано методом інтерполяції зворотнього зважування відстаней (IDW) у програмі *QuantumGIS*. У результаті отримано карту геотуристичного потенціалу регіонів Дніпропетровської області (рис. 206), на якій виділено чотири типи зон: із високим (західна частина області, більшість Криворіжжя), середнім (південна частина області), низьким геотуристичним потенціалом (центральна частина та окрема зона на півдні області) і територію, де геологічні пам'ятки відсутні (північ і схід області). За допомогою цієї карти стає можливою розробка комплексної програми розвитку геотуризму в регіоні.

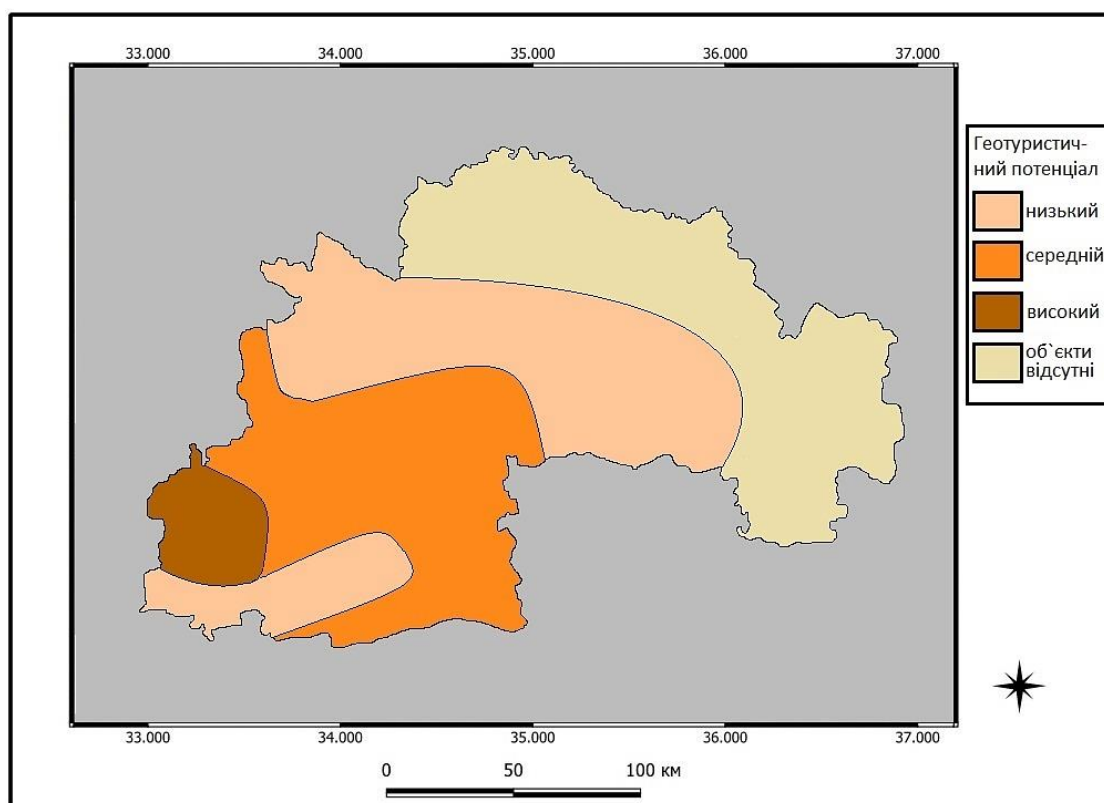


Рис. 206. Схематична карта геотуристичного потенціалу регіонів Дніпропетровської області [3.3]

Сьогодні в картографії дуже поширені ретроспективні дослідження, які передбачають залучення в процес дослідження широкого спектру різночасових просторових та атрибутивних матеріалів з формуванням

складного інформаційного поля. Використання технологій цифрового картографування забезпечує швидкий та якісний аналіз просторово-часових змін територій. Фактично створюється новий тип ГІС – ландшафтно-історичні геоінформаційні системи, які дають змогу одержати чітку картину функціонування територій у різні історичні періоди на основі «наскрізного» ландшафтно-історичного аналізу території з пов'язаним вивченням динаміки ландшафту та господарської діяльності в ньому зі складанням серій карт на різні хронозрізи [3.1].

Як приклад наведені картографічні матеріали, отримані при проведенні ретроспективного аналізу процесу заселення території Криворіжжя. Фактична основа досліджень – різноманітні історичні тексти (першоджерела та історіографія), а також різночасові картографічні матеріали [3.2]. Так, на рисунку 207 наведено теплову карту щільності населення на території Криворіжжя. Вона побудована на основі оновленої трьохверстової військово-топографічної карти Російської імперії і відповідає віковим інтервалам 1880-1886 рр. Просторовий аналіз виконано методом теплокарт (оцінка щільності ядра) у середовищі *QuantumGIS*.

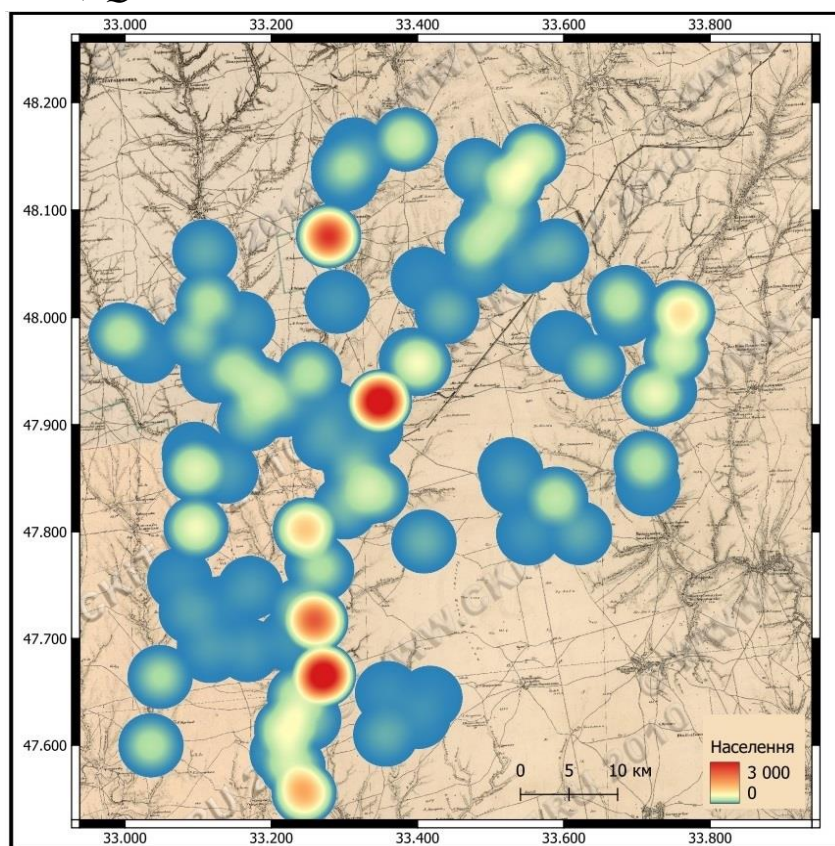


Рис. 207. Теплова карта щільності населення на території Криворіжжя на період 1880-1886 рр. (побудована на основі оновленої трьохверстової військово-топографічної карти Російської імперії).

Аналіз карти дав змогу визначити особливості процесу заселення території Криворіжжя в цей період:

- кількість населених пунктів збільшилася вдвічі порівняно з серединою 19 сторіччя за рахунок їх розміщення на вільних землях між раніше побудованих поселень;

- відмічається перехід від лінійної структури розселення регіону до лінійно-площинної;

- збільшення кількості поселень на вільних землях проявилось в більш рівномірній структурі їх щільності;

- навколо Кривого Рогу вже формується економічне ядро;

- порівняно з початком 19 століття основними змінами в просторовій структурі кількісних показників розселення населення є поява поряд із Кривим Рогом і Лозуваткою третього вузла народонаселення на півдні регіону, це Колонія Інгулець і селище Широке;

- встановлено суттєву зміну ролі сільської поселенської мережі в загальній системі розселення регіону: вона займає вже другорядну роль в економічному розвитку Криворіжжя;

- фактично на цьому етапі відмічається поступовий перехід від природних чинників формування структури розселення до економічних.

Також способом картодіаграм побудовано карту змін чисельності населення «наскрізних» населених пунктів регіону (рис. 208). Її дослідження дає змогу за цими показниками поділити населенні пункти Криворіжжя на три групи:

1. Перша група характеризується різким зростанням чисельності населення в другій половині ХХ століття (гістограми з яскраво вираженою правосторонньою асиметрією), поселення розташовані в безпосередній близькості від Кривого Рогу і перебувають під його значним економічним впливом.

2. Друга група демонструє нормальний (з точки зору статистики) характер розподілу показника чисельності населення (гістограми з двосторонньою асиметрією) і засвідчують регресивні процеси зміни чисельності населення. Переважно це поселення, які були до Другої світової війни єврейськими землеробськими колоніями або перебували під їхнім економічним впливом.

3. Третя група – це населені пункти зі стабільним динамічним розвитком демографічних показників (гістограми з плавною правосторонньою асиметрією), які знаходяться на віддалі від Кривого Рогу, і тому його економічний вплив на них є незначним.

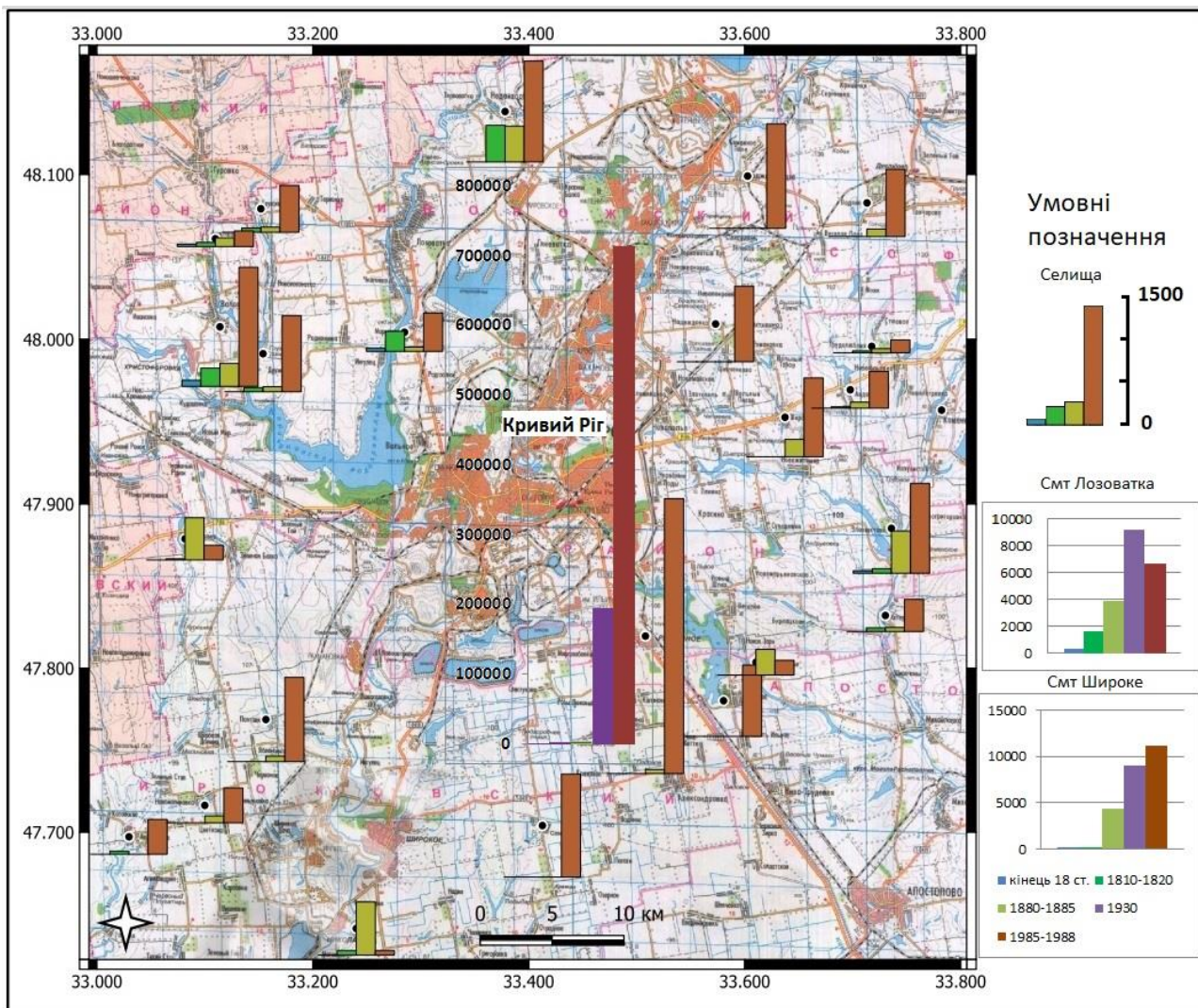


Рис. 208. Карта змін чисельності населення «наскрізних» населених пунктів Криворіжжя.

Карти буферних зон використовують для окреслення географічних областей навколо або вздовж певних об'єктів. Так, наприклад, цей метод застосовують для позначення відповідних зон навколо атомних електростанцій як частину плану евакуації. Розмір зон, як правило, визначають шляхом ретельного аналізу таких факторів, як конструкція станції, характеристики безпеки, густина населення, потенційні ризики та можливості реагування на надзвичайні ситуації.

На рис. 209 наведено карту буферних зон навколо Південноукраїнської АЕС, побудовану за допомогою операції буферизації в програмі *QuantumGIS*. Її мета – прогнозування дій у регіоні для безпеки населення у разі аварії у зв'язку з окупацією станції російськими військовими. Мешканці кожної з позначених зон повинні виконувати розпорядження державних органів відповідно до території проживання.

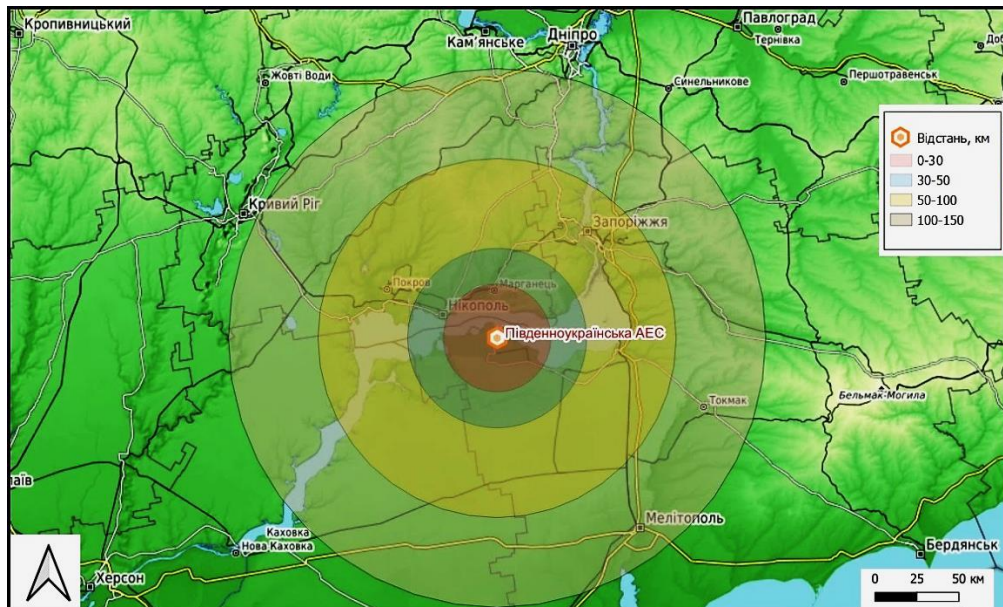


Рис. 209. Буферні зони навколо Південноукраїнської АЕС

Ще частіше ГІС-технології використовують у моніторингу природних катастроф: циклонів, землетрусів, лісових пожеж, зсувів тощо. ГІС у поєднанні з дистанційним зондуванням дає змогу створювати цифрові карти, які допомагають спрогнозувати природне лихо, забезпечити моніторинг його розвитку на кожній із фаз задля прийняття швидких рішень, а також допомагають у відновлювальних процесах. На рисунку 210 наведено приклади карт небезпеки землетрусів в Індії, створених працівниками компанії *CyberSWIFT*. Для їх побудови за допомогою хмарної веб-ГІС поєднано дані про тектонічну структуру регіону, а також концентрацію землетрусів магнітудою ≥ 5 балів. Як результат, позначено райони з високою вразливістю до землетрусів, для них на карті нанесено маршрути евакуації, плани укриттів, визначено запаси достатньої кількості продуктів харчування тощо. Математичне моделювання та ГІС-аналітика є основою цієї системи управління катастрофами.

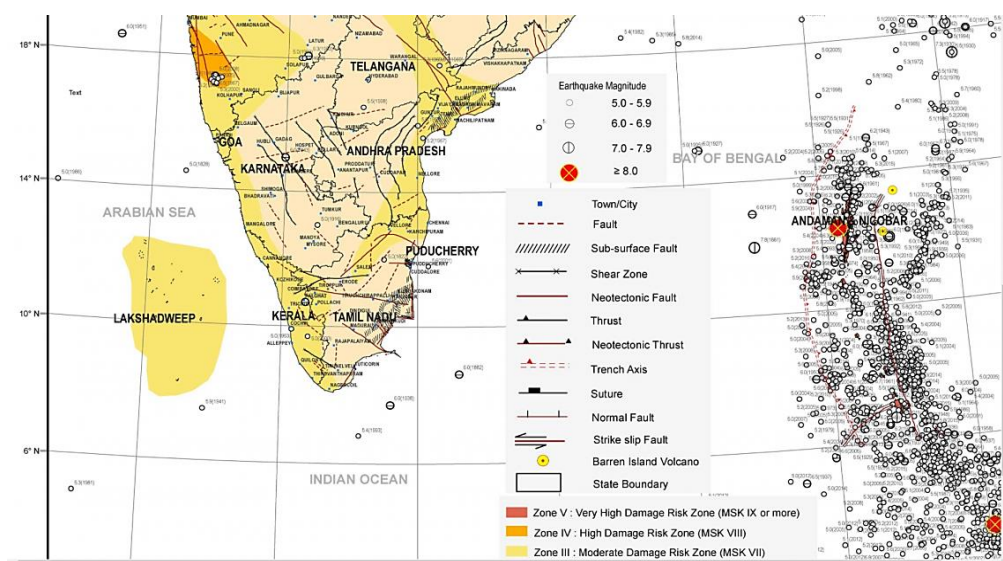


Рис. 210. Карти небезпеки землетрусів в Індії (за даними: *bmtprc.org*)

Відомо багато прикладів практичного використання цифрового рельєфу місцевості, побудованого за допомогою ГІС. На рисунку 211 наведено приклад моделювання генерації стоку задля оцінки повеней за допомогою *SolutionGIS*. Дані, ідентифіковані за супутниковими знімками (землекористування, рельєф місцевості, інформація про струмки тощо), використано для створення гідрографа стоку в гірській місцевості. Використання такої моделі допомагає запобігти стихійним лихам, викликаним раптовими повенями, які часто трапляються в гірських районах. Такі моделі використовують у бізнесі, туризмі або будь-яких інших сферах, пов'язаних із просторовими даними.

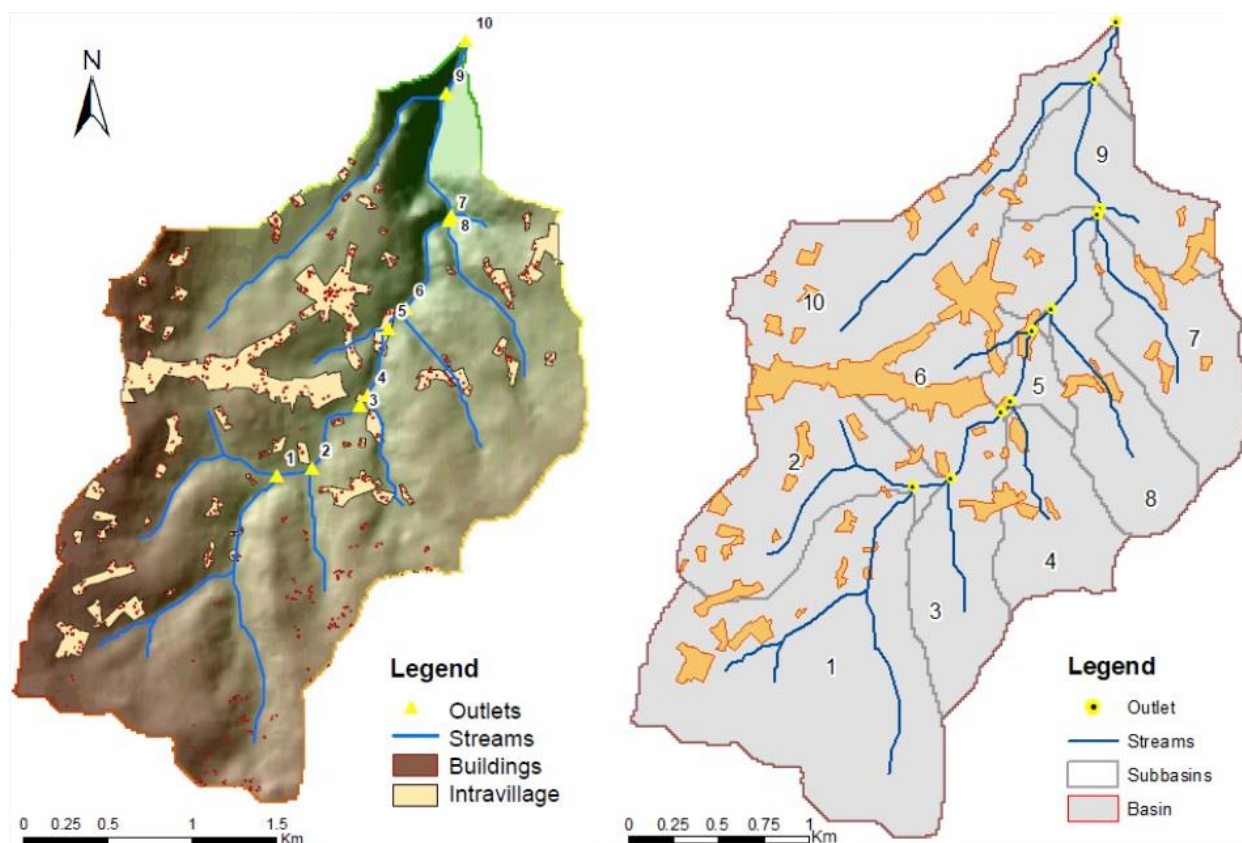


Рис. 211. Вихідні дані для гідрологічного моделювання (ліворуч) та цифрова карта стоку (праворуч). За даними <https://solutiongis.com/gis-modeling-runoff/>.

Інструментальний потенціал ГІС дає змогу ефективно використовувати його і в історичних дослідженнях. Просторові моделі вивчення минулого багато в чому зобов'язані своїм розвитком технологічним можливостям візуалізації простору, у якому вони відбувалися. Тому використання просторового аналізу у вигляді різноманітних цифрових історичних карт необхідне практично в будь-якому історичному дослідженні. Як приклад можна продемонструвати реконструкцію битви біля міста Геттісберг (США), виконану в середовищі *ArcGIS StoryMaps* (рис. 212). У цій битві 03 липня 1863 року армія Півдня, очолювана генералом Робертом Лі, зазнала поразки в одному з найважливіших боїв.

Реконструкцію битви виконано за допомогою аналізу видимості, і вона продемонструвала, що в той момент, коли генерал Лі (позиція в червоному кольорі) мав намір вступити в бій із військами Союзу, він міг бачити лише війська у світлих областях, однак більша частина сили Союзу (у блакитному кольорі) була для нього невидимою. Так історики змогли розкрити таємницю того, чому Лі мав такі низькі шанси на перемогу.

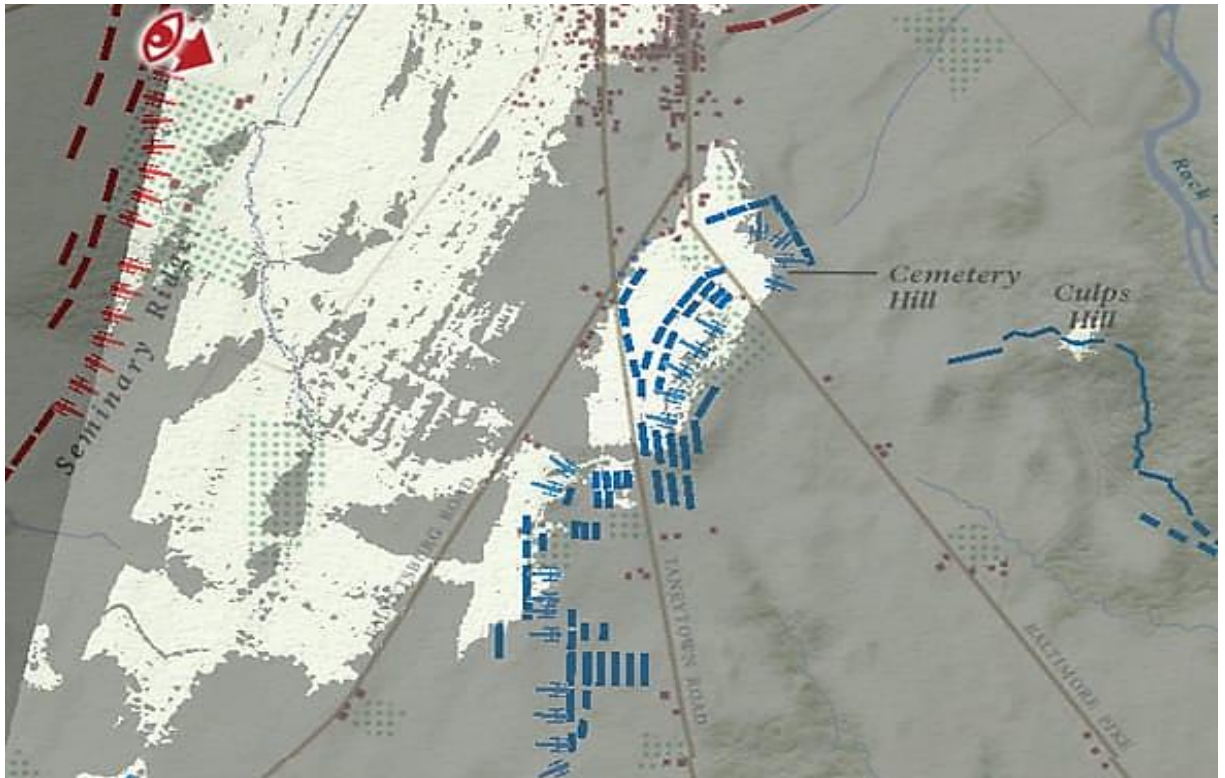


Рис. 212. Історична цифрова карта битви біля міста Геттісберг (США). (За даними <http://storymaps.esri.com/stories/>).

2. Рефлексивний блок

1. Наведіть приклад практичного використання просторового аналізу, запропонованого британським лікарем Джона Сноу.
2. Наведіть приклад сучасного використання цифрової картографії у вирішенні глобальних проблем охорони здоров'я.
3. Охарактеризуйте практичні можливості використання цифрових теплокарт.
4. Проаналізуйте практичну складову функціонального зонування територій як одного з найцікавіших і найбільш поширених видів цифрового картографування.
5. Наведіть приклад практичного використання операції буферизації.
6. Наведіть приклад практичного використання цифрового рельєфу місцевості, побудованого за допомогою ГІС.

3. Блок самоосвіти

3.1. Низовцев В.А. Ландшафтно-історичне картографування та ГІС-технології. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*: зб. наук. п. Харків, 2012. Випуск 16. С. 84 - 87.

3.2. Холошин І. В., Бондаренко О. В., Варфоломеєва І. М., Ганчук О. В., Мантуленко С. В. Різномасштабні топографічні карти Криворіжжя як інформаційний ресурс для ретроспективних досліджень. *Бюлетень Дніпровського університету. Геологія, географія*. 2018. Вип. 26 (1). С. 88 – 99.

3.3. Холошин І. Сивий М, Пантелєєва Н., Глазков В. Геотуристичний потенціал геологічних пам'яток Дніпропетровської області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2023. Т. 54. № 1. С. 123-131.

3.4. Feizizadeh B., Bakhtiar F., Omarzadeh D., Sharifi A., Rahmani A., Lakes T., Blaschke T. GIS-Based Spatiotemporal Modelling of Urban Traffic Accidents in Tabriz City during the COVID-19 Pandemic. *Sustainability* 2022. 14, 7468. URL : <https://doi.org/10.3390/su14127468>

3.5. Kholoshyn I., Mantulenko S., Joyce S., Sherick D., Uvaliev T., Vedmitska V. Geography of agricultural exports from Ukraine. *EDP Sciences*. 2021. № 6/30.

3.6. Kholoshyn I., Mantulenko S., Burman L., Hanchuk O., Varfolomyeyeva I. Zoning of the Large Industrial Cities Based on Comfort of Living. *Recent Trends in Arts and Social Studies*. 2023. V. 1. P. 83-100. URL : <https://doi.org/10.9734/bpi/rtass/>

3.7. GeoSpatial Platform for Emergency Operation Centre URL : <https://www.cyberswift.com/in/industries/disaster-monitoring-system>.

3.8. <https://solutiongis.com/gis-modeling-runoff>

3.9. Malaria Risk Map URL : <https://www.giscloud.com/blog/malaria-risk-map-using-gis-to-combat-malaria-disease-in-nigeria>

3.10. <http://storymaps.esri.com/stories/>