

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

географічний факультет

кафедра географії України

КУПАЧ Тетяна

ГРИНЮК Олег

**ГЕОГРАФІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ:
практичне застосування у географічних дослідженнях
(видання друге, доповнене)**

*Навчальний посібник
для студентів денної форми навчання спеціальностей
«Географія» та «Середня освіта: географія»*

Київ – 2021

К Купач Т.Г. Гринюк О.Ю.

Географічні інформаційні системи: практичне застосування у географічних дослідженнях//навчальний посібник для студентів денної форми навчання спеціальностей «Географія» та «Середня освіта: географія» / Т.Г. Купач, О.Ю. Гринюк//2-ге видання, доповнене. – К.: ФО-П Кравченко Я.О., 2021. – 85 с.

Рецензенти:

д. геогр., професор
к. геогр. н., доцент

К. В. Мезенцев
Н.П. Корогода

Рекомендовано до друку Вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 3 від 13. 10.2021 року)

У навчальному виданні розглядаються базові теоретичні питання ГІС та аспекти прикладного використання ГІС при вирішенні завдань, пов'язаних із фаховою підготовкою студентів-географів. Зокрема, розглянуті можливості ГІС-технологій для автоматизації обробки інформації про об'єкти навколишнього світу, для різнобічного їхнього аналізу та моделювання. Розв'язання практичних завдань курсу пропонується за допомогою технічних та інструментальних можливостей програмного середовища відкритої ГІС – Q GIS. Навчальний посібник рекомендовано для студентів спеціальностей «Географія: Економічна географія» та «Середня освіта: Географія».

ЗМІСТ

Введення в предмет ГІС	4
Практичне застосування ГІС в географічних дослідженнях (із використанням інструментів та аналітичних можливостей Q GIS)	6
Позиційна (метрична) складова геоданих.....	11
Графічна складова геоданих.....	37
Атрибутивна складова геоданих.....	60
Аналітичні можливості ГІС	72
Візуалізація в ГІС, макетування та створення картографічних зображень.....	81
Рекомендовані інформаційні джерела.....	87
Робоча навчальна програма дисципліни.....	89
Питання для самоконтролю знань з предмету ГІС	94

ВВЕДЕННЯ В ПРЕДМЕТ ГІС

Даний посібник ставить на меті ознайомлення студентів (спеціальностей 106 Географія та 014 Середня освіта: Географія) із ГІС методами та способами організації дослідницької роботи в сфері майбутньої професійної діяльності.

Посібник є складовою надання фаховоорієнтованих знань в області інформаційних технологій із збору, накопичення, обробки, аналізу та моделювання просторових даних необхідних фахівцям з оптимізації діяльності в галузі управління ресурсами, зокрема, інвентаризації та кадастрування ресурсів, проектування та планування територій, охорони навколишнього середовища, розробки туристичного продукту у вигляді маршрутів, посилення наочної та дослідницької складових освітнього процесу в ЗЗСО та ін. Практична складова навчального курсу дозволяє отримати базові знання та навички з обробки, оптимізації та розповсюдження інформації засобами сучасних географічних інформаційних технологій.

Навчальними цілями курсу, який викладено у посібнику, є надання поглиблених знань з теоретичних, методичних та технологічних основ геоінформатики, як науково-прикладної дисципліни та сфери її практичного застосування: формалізованого представлення об'єктів та явищ засобами ГІС-технологій, методів цифрового картографування в середовищі ГІС, аналізу просторової інформації тощо. Уміння, які набувають слухачі курсу, полягають у застосуванні базових знань та підготовленості до виконання розробки баз даних для ГІС, редагуванні та розробці картзображень, аналізі просторової інформації, створенні ГІС-проектів, на основі даних фахового спрямування.

Професійні компетентності під час опанування предметом полягають у ґрунтовній підготовці та знаннях головних принципів і правил формалізації географічної інформації при використанні ГІС-технологій, головних понять подання просторової інформації в базах геоданих, математичних засад ГІС-технологій, принципів виконання запитів до БД, принципів виконання аналізу та моделювання просторової інформації.

Розв'язання практичних завдань курсу, що викладені в даному, доповненому, виданні – від створення цифрової карти і проектування її елементів, розв'язування, на основі геоданих, аналітичних задач до макетування окремих картзображень і підготовки до друку – стають можливими за допомогою технічних та інструментальних можливостей програмного середовища відкритої ГІС – Q GIS.

ГІС це інформаційні системи, які орієнтовані на використання можливостей комп'ютерної техніки для введення, збереження, обробки, маніпулювання, аналізу і візуалізації геоданих. ГІС призначені для роботи з просторово-локалізованою інформацією і, як результат, здатні генерувати оновлену інформацію на основі використання широкого спектру аналітичних методів і процедур. Саме наявність інструментів аналізу просторових даних із врахуванням їхніх, як просторових, так і не просторових, атрибутів є суттєвою перевагою ГІС.

Введення, збереження, обробка, маніпулювання, аналіз і візуалізація географічної інформації в ГІС стають можливими при застосуванні ГІС-технологій (Geographic Information Technologies), що представляються сукупністю методів,

способів та прийомів для збирання і обробки географічної інформації. На даному етапі розвитку ГІС виокремлюються три основні типи ГІС-технологій:

- *Власне геоінформаційні технології* (Geographic Information Technologies) – технології введення, інтеграції, зберігання, обробки, аналізу, моделювання і візуалізації географічної інформації.
- *Технології ДЗЗ* (Remote Sensing - RS) – технології набуття інформації про поверхню Землі і географічного простору із використанням орбітальних супутників Землі та інших літальних/глибоководних апаратів. Сигнали, що транслюються та приймаються на Землі, конвертуються і надходять до користувачів у вигляді цифрових зображень (аеро-, космоснімків та ін. зображень).
- *Технології позиціонування* (Global Positioning System – GPS) – технології визначення місця розташування/локалізації на земній поверхні, обробки даних інтегрованих в середовище ГІС засобами глобальних навігаційних систем, електронної геодезичної зйомки тощо.

Останні два типи технологій є, на даному етапі розвитку ГІС, стає можливою за рахунок інтегрованих в ГІС засобів, що і дає підстави відносити дані технології до ГІС-технологій.

ГІС дозволяє збільшити оперативність роботи з просторовими даними і створені з метою автоматизації обробки просторової інформації за допомогою сучасних комп'ютерних методів. ГІС допомагає аналізувати та відображати просторові і часові залежності будь-яких географічних об'єктів та явищ: розміри (об'єктів), напрям та швидкість (потоків), якісні параметри (видовий склад, стани, семантичні характеристики ін.), інтенсивність (процесів, явищ), просторовий розподіл (об'єктів), внутрішні зв'язки тощо.

Структурно *ГІС складаються* із наступних компонентів, які розраховані на забезпечення її функціонування: апаратного, інформаційного, програмного, аналітичного та адміністраторсько-користувацького.

Сучасні ГІС мають широке коло функціональних можливостей, розпочинаючи знайомство функціями інформаційно-довідкової й автоматизованого картографування і закінчуючи функціями моделювання процесів та підтримки прийняття рішень. Проте, основними *функціями ГІС*, з багатьох, є:

- ✓ візуалізація геоданих;
- ✓ організація та управління геоданими;
- ✓ аналіз просторових даних.

Всі перелічені функціональні можливості зумовлюють *особливості ГІС*, що вирізняють ГІС з інших інформаційних систем і які полягають у:

- ✓ візуалізації інформації у вигляді електронних шарів просторових даних, а також, у вигляді картзображень створених маніпулюванням із атрибутивною складовою геоданих в різні способи картографічного зображення;
- ✓ зв'язках графічних об'єктів в шарах електронної карти з атрибутами, що організовані у вигляді двомірних таблиць;
- ✓ можливостях організації та процедурного супроводу баз геоданих;
- ✓ можливостях змін масштабу та деталізація картографічної інформації;
- ✓ можливостях автоматичного оновлення інформації в процесі здійснення процедур аналізу та моделювання просторових даних.

Інформаційною основою ГІС є геодані (просторові, просторово-локалізовані), що описують географічні об'єкти, які містять в собі наступні інформаційні складові: *метричну, атрибутивну та геометричну*.

Джерелами даних для функціонування ГІС є карти, схеми, креслення, результати польових спеціальних зніманих (топографо-геодезична, ґрунтова, геологічна тощо) та галузевих досліджень (ботанічних, океанографічних, гідрологічних, метеорологічних тощо), дані дистанційного зондування Землі (аеро- та космозйомка), дані супутникового позиціонування, зображення, статистичні дані та текстова документація тощо.

Географічні інформаційні системи розвиваються пришвидченими темпами внаслідок переходу від суто фахової розробки та адміністрування корпоративних та персональних засобів обробки просторових даних до рівня самоорганізації користувачів та Інтернет-діяльності в сфері розробки електронних або інтерактивних карт. Інноваційні розробки у галузі Web-технологій, зокрема, технологій хмарних обчислень, зробили технології ГІС доступними широкому загалу користувачів. Ця доступність полягає у поєднанні картзображень, відкритих баз даних, космо- та фотозйомки, даних медіа ресурсів, а обмін просторовою інформацією відбувається через персоналізовані девайси – комп'ютери, смартфони, планшети тощо.

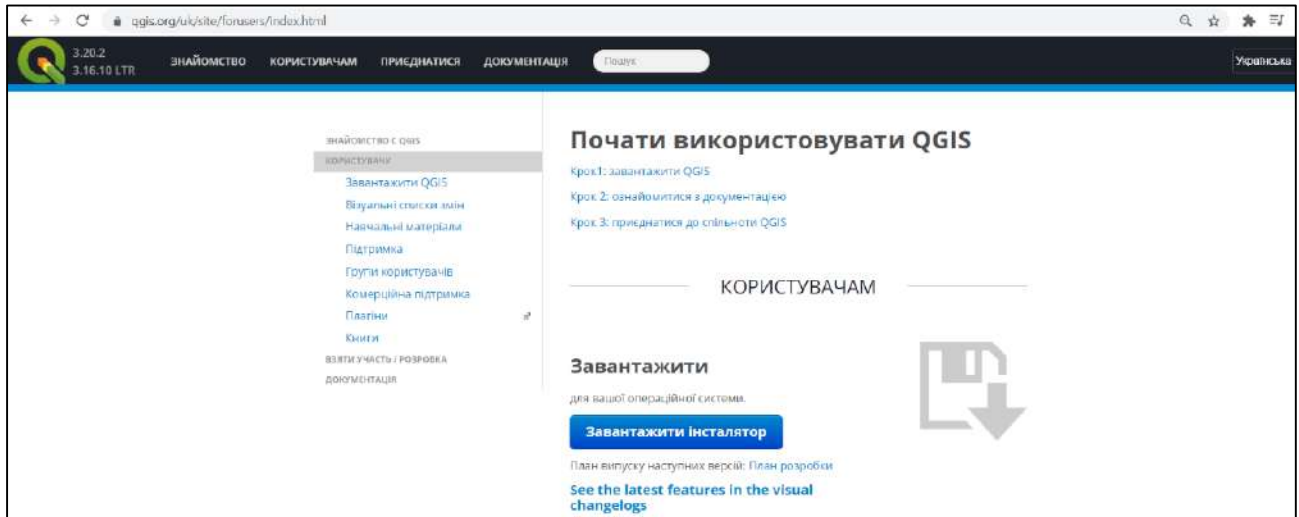
On-line інструменти дозволяють користувачу використовувати функції інтелектуальних ГІС (без встановлення їх на ПК) для розробки, збереження та розповсюдження картографічних даних, Web-додатків та іншої географічної інформації. Прикладом такого ресурсу для роботи із просторовими даними та популяризації географічного знання є сервіси ArcGIS Online, Google Earth, Google Maps, MapQuest, Yahoo! Maps, MultiMap.com посередством яких користувач безкоштовно отримує доступ до всіх ресурсів, що надаються цими сайтами, має можливість використовувати нескладні інструменти для маніпуляцій над геоданими, візуалізації та збереження географічного знання.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ГІС В ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ (із використанням інструментів та аналітичних можливостей Q GIS)

Q GIS є проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) в напрямку підтримки розробок та впровадження геоінформаційного програмного забезпечення із відкритим кодом.

Q GIS є багатофункціональною настільною ГІС із рядом переваг, зокрема, безоплатності використання, розповсюдження, копіювання; відкритості вихідного коду, що дозволяє не тільки вивчати і використовувати можливості програмного забезпечення але і модифікувати його до власних завдань і потреб; динамічному розвитку, який дозволяє постійне оновлення та модифікації програмного забезпечення; доступності навчальних матеріалів та літератури; інтегрованості та здатності взаємодіяти із багатьма операційними системами та програмним забезпеченням (Windows, MacOS X, Linux, BSD, Android); підтримці досить значного масиву форматів даних, як растрових так і векторних (бібліотека Geospatial Data Abstraction Library – GDAL, OGR Simple Features Library); роботі із даними в різних координатних системах та проекціях (бібліотека Proj.4)

Базовими функціональними можливостями QGIS є стандартні для багатьох ГІС:



✓ **Створення геоданих** – просторова геоференція растрових зображень/геокодування, створення/редагування векторних даних (shape-file), підтримка та перевірка топології даних, робота із атрибутивною складовою, даними GPS, робота із просторовими БД, робота із даними OpenStreetMap.

✓ **Управління геоданими** – підтримка проєкцій (стандартних – понад 2 700), можливості переходу між різноманітними координатними системами та використання користувацьких проєкцій, автоматичне «підхоплення» проєкції в проєктах; процедури перепроєктування растрових та векторних даних, вбудована мова SQL (формування різних запитів до атрибутивних таблиць/БД),

✓ **Аналіз геоданих** – доступ до ~ 500 алгоритмів та скриптів інших ГІС (GRASS, SAGA, Orfeo Toolbox) та автоматизація процесів пакетною геообробкою та створення аналітичних моделей – геообробка/просторовий аналіз (буферні зони, оверлейні операції, математико-статистичні операції (калькулятор полів атрибутики, калькулятор растрів тощо), карто- та морфометрія, тематичне картографування

✓ **Подання/представлення геоданих** – можливості створення символіки растрів та вектору, робота із анотаціями та підписами, вбудований компоувальник картзображень та атласів, можливості публікування карт у мережі Інтернет.

Q GIS легко встановлюється на персональних комп'ютерах(рис. нижче). Доступ до інсталяційних файлів програмного забезпечення цієї ГІС для різних операційних систем можна отримати на сторінці завантажень (<http://www.download.qgis.org>.) офіційного сайту (<https://qgis.org/en/site/>).

Завантаження здійснюється легко завдяки встановленню автономного інсталятора OSGeo4W (32/64 біт). Саме інсталятор надає дозволяє встановити допоміжні додатки та утиліти для полегшення роботи із геоданими (утиліти командної строки, бібліотеки, настільні та серверні додатки), дозволяє встановлювати/до встановлювати найостанніші оновлення програмного забезпечення.

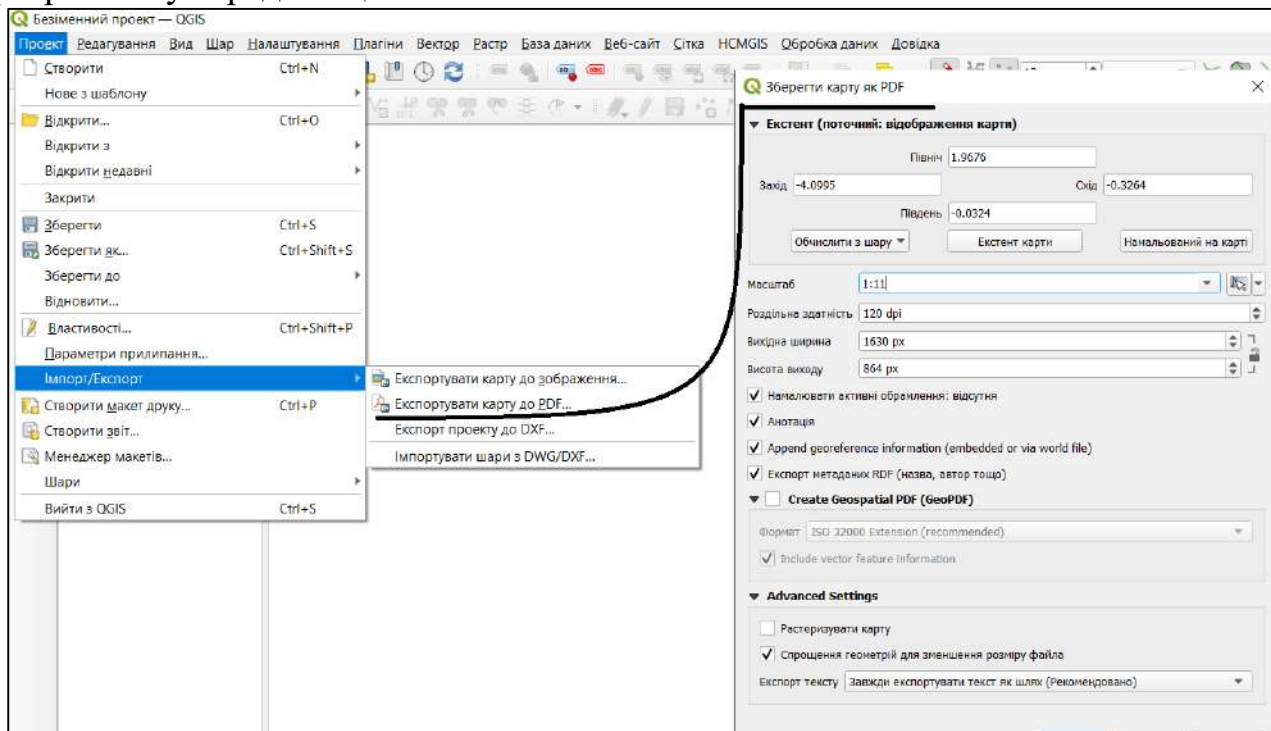
Для інсталяції необхідно лише завантажити актуальну версію OSGeo4W Network Installer та запустити exe-file (маніпуляції клавішами мишки) *osgeo4w-setup-x86.exe*, оберіть із запропонованого переліку **стандартне Desktop встановлення**: оберіть базові пакети QGIS, GDAL, GRASS і виконуйте послідовно всі кроки в діалозі інсталятора OSGeo4W Network Installer, в тому числі, вибір місця

розміщення (папка) файлів – завантаження у файлової системі вашого комп'ютера. Для запуску програми, стандартно, використовують закладку панелі Пуск або ярличок QGIS Desktop на Робочому столі екрана комп'ютера.

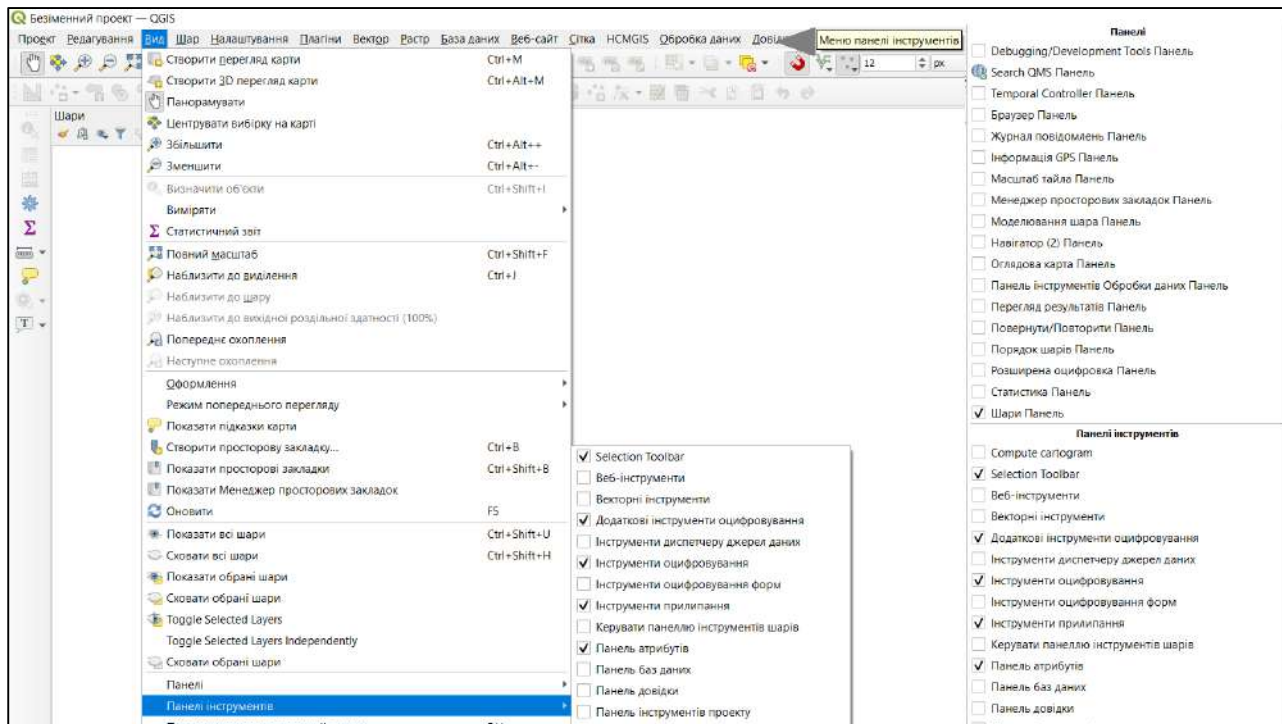
Інтерфейс програмного середовища QGIS доволі зручний та зрозумілий для користувача. Побудований графічний інтерфейс за принципами розділення на основні робочі зони, зокрема (рис. нижче):



1. Головне меню (Main Menu) програми надає доступ до всіх можливостей програми і існує у вигляді ієрархічного меню. Де кожна закладка на панелі головного меню відповідає за підтримку роботи із певною категорією задач в програмному середовищі.

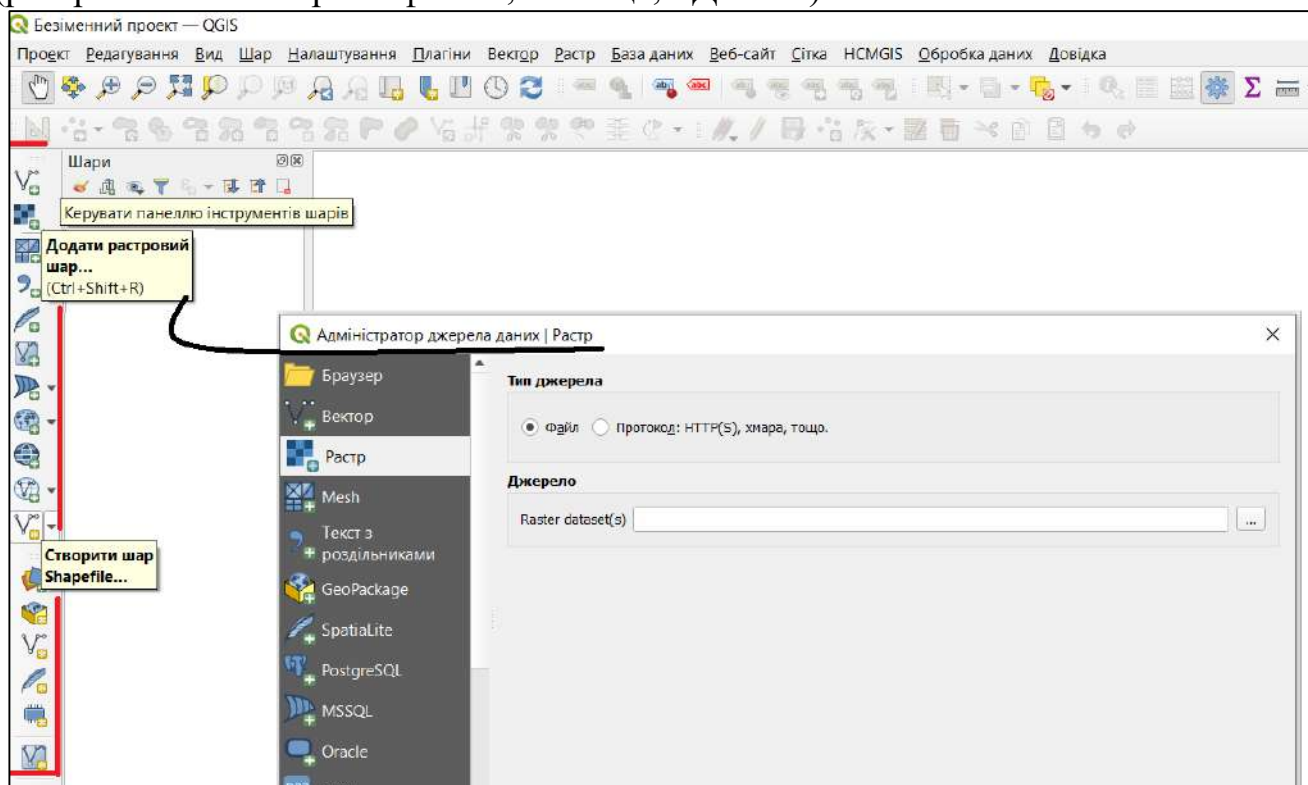


2. Панелі операційних меню (Toolbars) забезпечують доступ до багатьох додаткових функцій та інструментів для роботи із даними.



Панелі операційних меню налаштовуються або з закладки головного меню *Вид* – *Панелі інструментів* або активізуються кліком правої клавіші мишки.

3. *Панель управління інструментами шарами карти (Side Toolbar)* забезпечує додавання/створення/видалення растрових або векторних шарів з різних джерел (растрових чи векторних файлів, таблиць, БД та ін.)

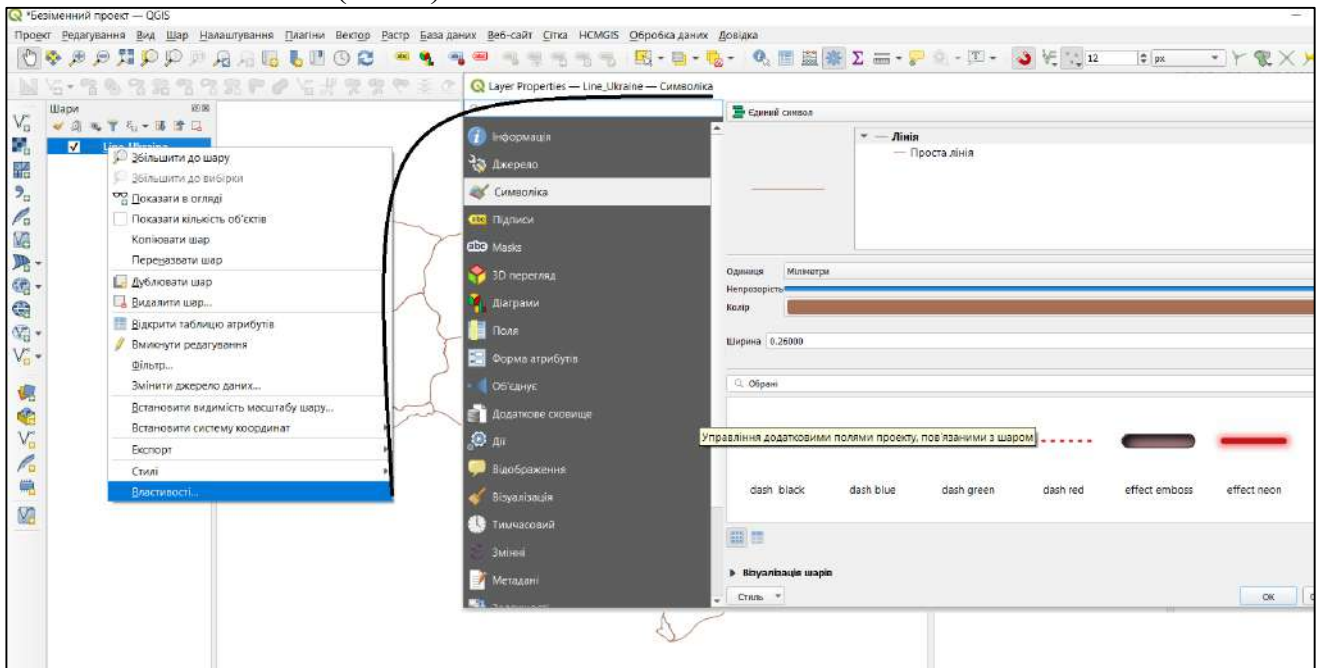


4. *Панель шарів карти (Layers list / Browser panel)* містить перелік всіх шарів поточного проекту. Ввімкнений чекер, що розташований поруч із шаром, свідчить про візуалізацію конкретного шару проекту.

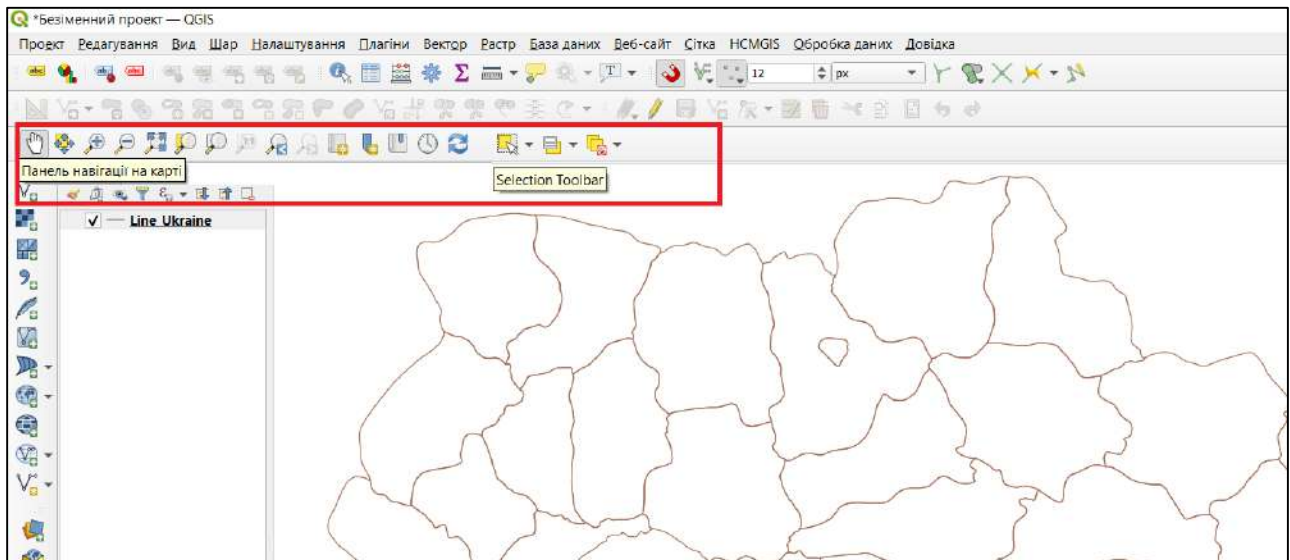
Порядок розташування шарів, згори вниз, на панелі відповідає порядку їхньої візуалізації (який шар під/над яким знаходиться).

Шари можна групувати та робити вкладення, можливим є і одночасне виділення декількох об'єктів на панелі.

Контекстне меню до кожного шару можна активізувати кліком правої клавіши мишки (ПКМ), а меню зміни властивостей шару можна викликати подвійним кліком лівої клавіши мишки (ЛКМ).



5. Зона карти (*Map canvas*) – це і є відображення власне карти, яка зібрана з шарів підтягнутими у проект. Зображення у канві карти можна масштабувати (збільшувати/зменшувати) та панорамувати (прокручувати зображення/зміщувати/пересувати), можна також виділяти об'єкти на карті – інструментами з панелей операційних меню: *панель навігації на карті* та *Selection Toolbar*



6. *Стрічка стану (Status bar)* відображає поточну позицію курсору мишки в координатах проекту (градуси/метри), поточний масштаб карти, код EPSG поточної системи координат та позначку для активізації функції перетворення координат.

Інформаційною основою ГІС є геодані (просторові/просторово-локалізовані), що описують географічні об'єкти, які містять в собі наступні інформаційні складові: *метричну, атрибутивну та геометричну*.

Геодані за своєю суттю є формалізованим виразом географічної (просторової) інформації. Формалізація просторової інформації відбувається застосуванням до масивів інформації різних норм, правил опису та структурування.

Описи та структурування географічної інформації дозволяють, в свою чергу, застосовувати ГІС-технології для введення, інтеграції, зберігання, обробки, аналізу, моделювання та візуалізації географічної інформації різноманітної якості та характеристик.

ПОЗИЦІЙНА (метрична) СКЛАДОВА ГЕОДАНИХ

Метрична складова геоданих описує позиційні властивості і містить інформацію про положення об'єктів на земній поверхні. Позиційні властивості описуються географічними координатами. Наявність метричної інформації в геоданих, власне, і робить дані про об'єкти реального світу географічними. Це в свою чергу уможливорює різного роду маніпуляції та обрахунки просторових характеристик об'єктів, а саме вимірювання площ, напрямків, довжин, знаходження місцеположення тощо.

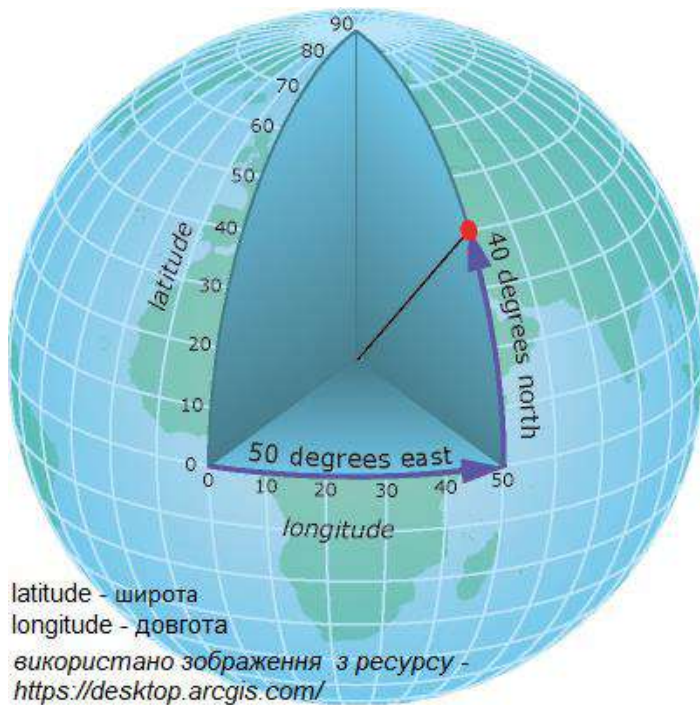
Основами для отримання цифрових геоданих є різноманітні матеріали, зокрема, паперові – топографічні карти, схеми планування територій, проектні плани та інше, що переведені у цифрову форму за допомогою сканування (растрові зображення), а також аеро- та космоснімки, дані ДЗЗ, локаторної зйомки та інше.

Визначення місцеположення об'єктів в просторі пов'язане із *координатною прив'язкою* або трансформацією растрів, що, по суті, є процедурою узгодження локальної з географічною або спроектованою системою координат (СК). В процесі координатної прив'язки відбувається пошук і фіксація зв'язку між локальними координатами певних точок на картзображенні (растрі) та відомими для цих точок географічними координатами, відповідно до проекції. В більшості ГІС продуктах зазначена метрична інформація автоматично зберігається після робіт по координатній прив'язці у вигляді файлів прив'язки.

Наприклад, опис метричної інформації у файлі прив'язки (.prj) має наступний вигляд:

```
PROJCS["Ukraine_2000_GK_Zone_5",GEOGCS["GCS_Ukraine_2000",DATUM["D_Ukraine_2000",SPHEROID["Krasovsky_1940",6378245.0,298.3]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Gauss_Kruger"],PARAMETER["False_Easting",5500000.0],PARAMETER["False_Northing",0.0],PARAMETER["Central_Meridian",27.0],PARAMETER["Scale_Factor",1.0],PARAMETER["Latitude_Of_Origin",0.0],UNIT["Meter",1.0]]
```

В даному описі метричних даних є відомості про основні позиції математичної основи: систему координат (GCS_Ukraine_2000), еліпсоїд (Krasovsky_1940), датум (D_Ukraine_2000), проекцію (Gauss_Kruger), координатні вісі відліку сфероїду (Greenwich,0.0; Degree,0.0174532925199433) та датуму (False_Easting,5500000.0; Central_Meridian",27.0) та інше. В практиці геодезії, картографії та ГІС ключовими поняттями є СК, масштаб, еліпсоїд, датум, проекція. Знання сутності цих понять є вкрай необхідним для набуття та обробки, а також для обміну геоданими.



Найпоширенішою системою координат є така, що утворена сіткою меридіанів і паралелей. Координатами в даній системі є широта і довгота. Широти і довготи – це кути, що вимірюються в градусах, вершини яких розташовані в центрі Землі, а сторони проходять через точки на земній поверхні.

Широта – це кут між прямовисною лінією в даній точці і площиною екватора, відлічуваний від 0° до 90° в обидві сторони від екватора. Географічна широта точок, що лежать в північній півкулі, (північну широту) приймають додатні значення, широта точок в південній півкулі (південна широта) – від'ємні.

Довгота – це кут між площиною меридіана, що проходить через дану точку, і площиною початкового меридіана, від якого ведеться відлік довгот. Географічні довготи від 0° до 180° на схід від початкового меридіану є східними, на захід – західними. Східні довготи приймають додатні (+) значення, західні – від'ємні (-).

Значення географічної широти і географічної довготи потрібні для визначення точного місцеположення точки на поверхні земної кулі, проте, їхні величини не є універсальними одиницями виміру.

Довжина дуги в 1° будь-якого меридіана (меридіани мають однакову довжину) ≈ 111 км. Довжина 1° дуги паралелі ≈ 111 км лише тільки на екваторі (0° широти). Паралелі мають неоднакову довжину, тому на інших градусах географічних широт 1° дуги паралелі не дорівнює 1° дуги на екваторі. Лише на екваторі відстань, що відповідатиме 1° довготи буде наближатися до значення відстані в 1° широти. Вище і нижче екватора, кола, які визначають паралелі поступово зменшуються. У міру того, як меридіани сходяться до полюсів, відстань в 1° широти зменшується до нуля. Широта 90° - відповідає полюсу.

Це впливатиме на точність та правдивість метричних розрахунків, оскільки, градуси широти і довготи не мають стандартної довжини і неможливо точно вимірювати відстані/площі. Для того щоб вирішувати будь-які картометричні чи інші аналітичні задачі геодані переводять з сферичних координат у прямокутні координати/координати проекції.

Сферичні або тривимірні кутові географічні координати, що ґрунтуються на одному з еліпсоїдів/геоїдів використовуються *географічними координатними системами*.

Геоїд – геометричне тіло, форма якого максимально наближена до форми Землі. Геоїд прийнятий за математичну поверхню Землі, або «рівень моря», від якого відраховують висоти точок земної поверхні, в силу чого знання параметрів геоїду необхідно, зокрема, в навігації – для визначення висоти над рівнем моря на основі

існуючої геодезичної (еліпсоїдального) висоти, вимірюваної GPS-приймачами, а також в океанології – для визначення висот морської поверхні.

Поверхня/форма геоїда має неправильні конфігурації поверхні через нерівномірність розподілу мас і густин усередині планети Земля. Це ускладнює розрахункові процедури і, тому, використовують спрощену фігуру, що з достатньою точністю описує Землю – двовісний загальноземний еліпсоїд/сфероїд обертання. Сфероїд апроксимує (математично спрощує) форму Землі.

Поверхні еліпсоїда і геоїда відрізняються в межах 100 метрів в той чи інший бік. Форма еліпсоїду визначається двома радіусами. Довший радіус є великою піввіссю (a), а короткий – малою піввіссю (b). Також, еліпсоїд/сфероїд визначається величиною полярного стиснення ($f = (a - b)/a$). Стиснення є занадто маленькою величиною, тому, як правило, замість нього використовується коефіцієнт – $1/f$.

Еліпсоїд/сфероїд узгоджується з геоїдом на обмеженій частині його поверхні і також називається референц-еліпсоїдом (від лат. referens – допоміжний). Вибрані референц-еліпсоїди та їхні параметри:

Еліпсоїд	рік	Велика піввісь (a), м	Полярне стиснення ($1/f$)
Красовського – 40	1940	6 378 245	298.299 738 1
WGS – 72	1972	6 378 135	298.26
GRS – 80	1979	6 378 137	298,25
WGS – 84	1984	6378137	298.257223563
ПЗ – 90	1990	6 378 136	298.258
Clarke 1880	1880	6 378 249	293,47
Bessel 1841	1841	6 377 397	299,153

Важлива характеристика, що вказує на різницю висот поверхні геоїду та референц-еліпсоїду – *хвилястість* геоїду – не є стандартизованою величиною, тому що в різних країнах використовують в якості еталону різні величини рівня моря – Балтійська система висот (Кронштадський футшток), North American Vertical Datum of 1988 (NAVD88), німецька головна мережа висот 1992 (DHHN92) та інші

Математичне узгодження геоїду та еліпсоїду в певній ділянці земної поверхні описується датумом.

Датумом (від лат. Datum – характеристика) вважається набір параметрів, використовуваних для зміщення і трансформацій референц-еліпсоїду в локальні географічні координати. Датум визначатиме початкову точку і напрямки ліній широти і довготи. Датум визначає, серед іншого, положення сфероїду щодо центру Землі. Датум надає систему відліку для визначення місцеположення об'єктів на поверхні Землі.

Датуми використовуються в геодезії, картографії, ГІС задля найкращого апроксимування до геоїду в конкретній локальній точці поверхні. Датум задається зміщенням референц-еліпсоїда по вісях: X , Y , Z , а також поворотом Декартової системи координат в площині вісей на кут rX , rY , rZ . Також необхідно знати параметри референц-еліпсоїда a (значення великої піввісі) й f , (полярне стиснення еліпсоїду).

Існують два типи датумів – геоцентричний/глобальний і локальний/місцевий.

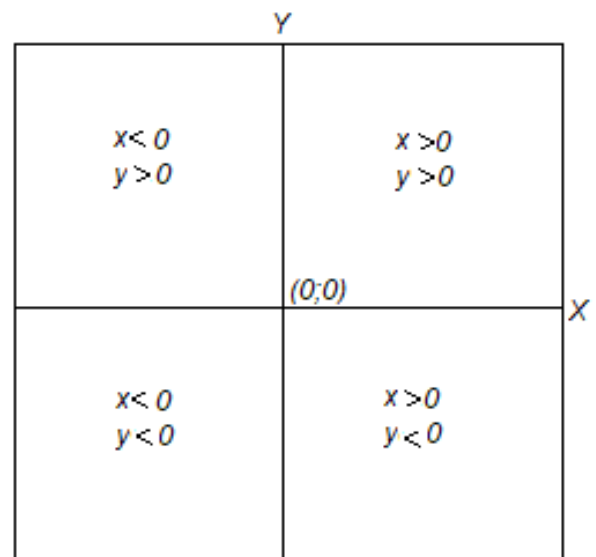
Геоцентричний датум використовує центр мас Землі в якості початкової точки. Найбільш пізнім з розроблених і одним із широко використовуваних *глобальних датумів* є Світова Геодезична система 1984 роки (WGS84 - World Geodetic System of 1984). WGS84 базується на еліпсоїді WGS84 з центром в центрі мас Землі. Нульовим меридіаном є міжнародний початковий меридіан (IRM – International Reference Meridian), який, зокрема, є нульовим меридіаном для глобальної системи позиціонування GPS. IRM розташований на 5,31 кутові секунди (102,5 м) східніше Грінвічського. Система WGS-84 широко застосовується в світі, її використовують практично для всіх геоданих вироблених в світі, так само вона використовується практично у всіх навігаційних системах.

Місцевий датум центрує сфероїд для найкращого опису поверхні Землі даної конкретної території. Початок системи координат місцевого датум не розташований в центрі Землі. Центр сфероїду місцевого датуму зміщений відносно центру Землі. Точка на поверхні сфероїду виставлена у відповідність до певної точки на поверхні Землі – відомої, як початкова точка датуму. Координати «початкової точки» зафіксовані, і решта точок є розрахунковими по відношенню до неї. Локальний/місцевий датум змінює положення еліпсоїда так, щоб найближче поєднати його поверхню з потрібною областю. Оскільки місцевий датум тісно пов'язує сфероїд з певною територією на поверхні Землі, він не підходить для використання за межами того регіону, для якого він був розроблений.

Досить поширеним датумом (використовується на всьому пострадянському просторі, у тому числі, в Україні) – є базова геодезична система 1942 року/Pulkovo-1942 (СК-42), що базується на еліпсоїді Красовського-1940 із початком координат зміщеним відносно центру мас на відстань ~ 100 м (цей датум називається відносною геодезичною системою).

Візуальним представленням географічної системи координат на площині є сітка, з комірками *однакового* розміру, взаємно перпендикулярних паралелей та меридіанів. І як вже було вище зауважено, для того щоб вирішувати будь-які картометричні чи інші аналітичні задачі, геодані переводяться з сферичних координат у прямокутні або координати проекції.

Прямокутна система координат/система координат проекції проектується на двомірну поверхню. На відміну від географічної системи координат, прямокутна – характеризується постійністю довжин, кутів і площ в двох вимірах.



<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-projected-coordinate-systems.htm>

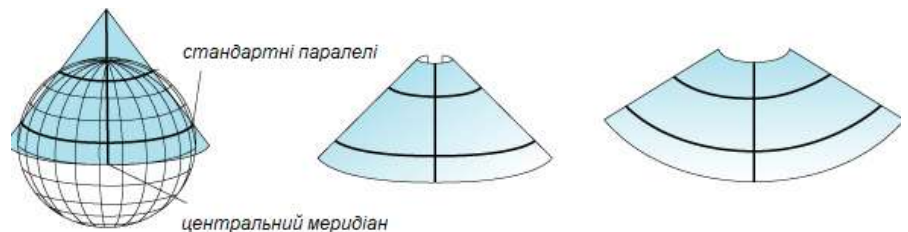
Спроектвана система координат завжди базується на географічній системі координат, заснованої на сфероїді. У спроектованій системі координат місцеположення визначається координатами X, Y на координатній сітці, з вихідною точкою в центрі неї. Всі дані, які не пройшли процедури прив'язки знаходяться в

локальних системах координат, що є, за своєю суттю, прямокутними також. Кожна точка визначається двома параметрами щодо центральної точки. Один параметр визначає її горизонтальне положення, інший – вертикальне. Ці два значення називаються координатою X і координатою Y . Якщо використовувати ці позначення, то початкові координати мають значення $X = 0$ і $Y = 0$.

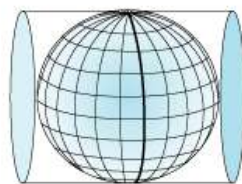
На регулярній сітці з віддалених на однаковій відстані одна від одної горизонтальних і вертикальних ліній, центральна горизонтальна лінія називається віссю X , а центральна вертикальна лінія - віссю Y . Одиниці рівномірно і безперервно розташовані по всьому діапазону значень X і Y (такий діапазон називається *екстентом*). На горизонтальних лініях вище початку координат (точки з координатами $-0,0$) і вертикальних лініях праворуч від початку координат містяться додатні значення координат. На лініях нижче або ліворуч від початку координат – від’ємні значення. Чотири квадранта представляють чотири можливі комбінації позитивних і негативних X і Y координат. При роботі з даними в географічній системі координат іноді зручно зв’язати значення довготи з віссю X і значення широти з віссю Y .

Системи координат проєкцій пов’язуються із географічною посередством *проєкції*. Проєкція є перетворенням, що виконується за математичними законами з використанням математичних формул для трансформації сферичних в плоскі координати. При проєктуванні (перетвореннях) земної поверхні в двомірну площину відбуваються спотворення форми, площ, довжин/напрямків об’єктів. Різні проєкції мають різні типи спотворень. Деякі проєкції розроблені з урахуванням мінімізації спотворень однієї/двох характеристик даних. Так, наприклад, проєкція може зберігати площу просторового об’єкту при цьому змінюючи його форму.

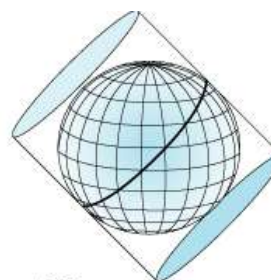
За характером спотворень проєкції бувають: рівнокутні, рівноплощинні, рівнопрямісні, також бувають проєкції в яких спотворення мінімізовані одразу за декількома



нормальна



поперечна



коса

показниками (кути, довжини, площі), але не існує проєкцій із збереженням масштабу довжин в усіх напрямках.

За типом поверхні на яку здійснюється проєктування сфероїду

проєкції поділяються на: конічні (січна та дотична) на конічну поверхню; циліндричні (поперечна, нормальна та коса) на циліндричну поверхню;



полярна



екваторіальна



коса

азимутальні (полярна, екваторіальна, коса) на дотичну до сфероїда площину.

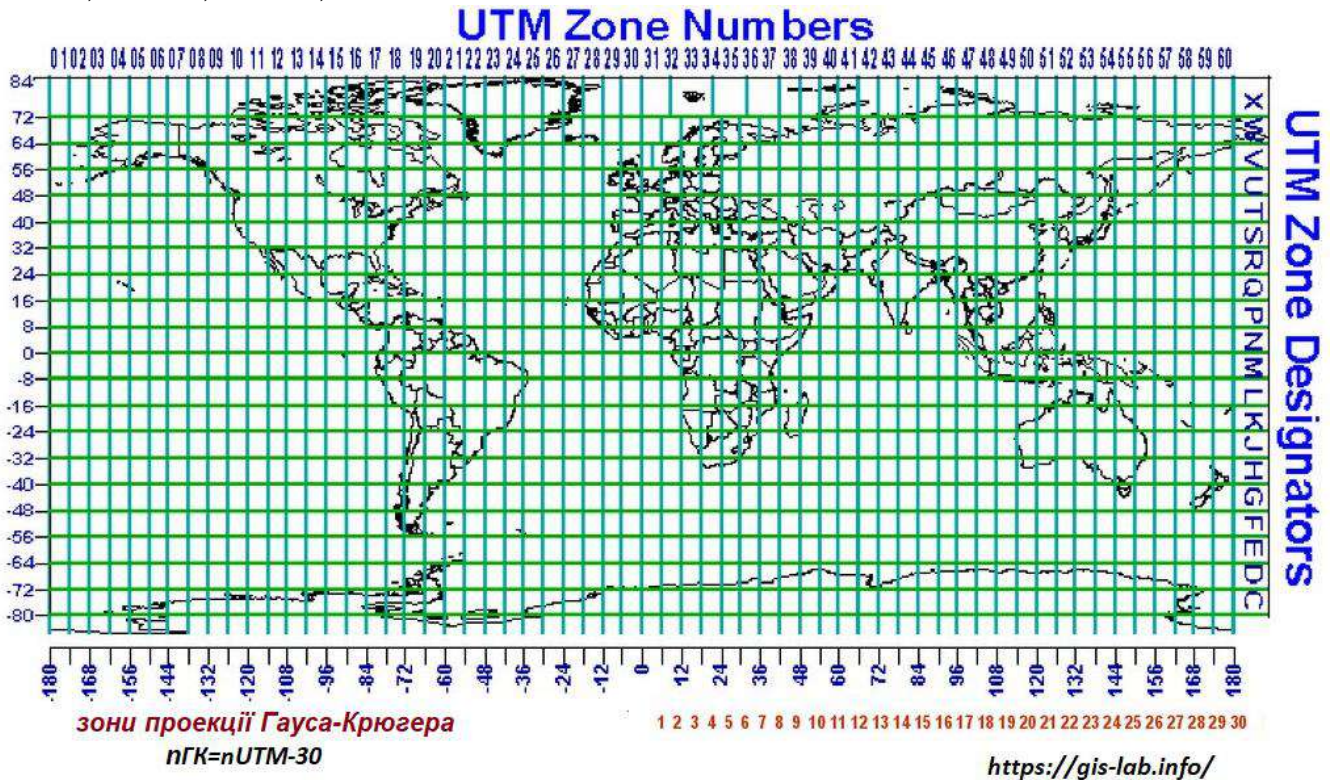
Вся сукупність проєкцій зосереджується в групі проєкцій за особливостями номенклатури, базовою проєкцією та рядом інших параметрів.

Так, найпоширенішими в світі і Україні є: група проєкцій Universal Transverse Mercator (UTM) та Гауса-Крюгера (ГК). Всі проєкції що складають ці групи мають за основу поперечно-циліндричну проєкцію Меркатора/Transverse Mercator.

Відмінності цих груп полягають в специфічних рисах нумерації зон поділу та особливості в параметризації проєкцій. Група проєкції UTM (дивись розграфку нижче) є глобальною і використовується по всьому світу.

Проте, зі збільшенням площ просторових об'єктів зростає ступінь спотворення геометричних параметрів при трансформації на площину. Для уникнення збільшення ступеня спотворень поверхню Землі поділено на 60 однакових довготних зон, кожна з яких займає 6° .

Зони UTM проєкцій пронумеровані від 1 до 60 і зростають із заходу на схід. Нумерація починається від лінії зміни дат (зона 1 знаходиться на 180° зх.д.) і збільшується на схід (зона 60 знаходиться на 180° сх.д.). Для України прийняті зони 34U/T, 35U/T, 36U/T, 37U/T.



ТРЕНІНГ 1. Створення робочих проєктів в середовищі Q GIS та геореференція растрів (налаштування та перепроєктування координатної системи проєктів)

Мета тренінгу полягає у отриманні навичок:

- ✓ зі створення класів графічних об'єктів та робочих проєктів в середовищі QGIS;
- ✓ із встановлення та перепроєктування систем координат та робота із проєкціями в проєктах;
- ✓ робота із функціями та інструментами створення та редагування графічних об'єктів в шарах проєктів;

- ✓ роботи із інструментами геореференції растрових зображень;

Завдання тренінгу:

- ✓ створювати новий робочий проект – послідовно створити нові робочі проекти – **три**, відповідно до проєкцій: Proj_ **WGS_1984**.qgz, Proj_ **Conic**.qgz, Proj_ **Cyl**.qgz;
- ✓ налаштовувати координатні системи та проєкції, перепроєктовувати проекти – вміти робити процедуру перепроєктування координатної системи, використовуючи наявні бібліотеки проєкцій, у WGS_1984, Equidistant_Cylindrical, Equidistant_Conic;
- ✓ вміти робити координатну прив'язку растрового зображення у відповідних системах координат різними способами;
- ✓ створювати класи графічних об'єктів встановленої геометрії на основі растру.

Практичними навичками тренінгу є – вміння вибирати відповідну СК та прив'язувати растрове зображення в потрібній СК, перепроєктовувати СК, створювати робочі проекти.

Перспективний результат тренінгу полягає:

- ✓ в створенні координатної сітки (у вигляді окремого класу даних), як допоміжного інструменту для роботи із метричною інформацією геоданих. *Створена сітка є допоміжним засобом, що сприяє контролю правильності виконання процедур геореференції растрових зображень.*
- ✓ здійсненні прив'язки, отриманого від викладача растрового зображення, у встановлену СК та перепроєктовувати робочі проекти в інші СК проєкцій,
- ✓ підготовці проекту для подальшої векторизації растру – переведення растрового формату збереження даних у векторний для створення векторної карти регіонів України.

Вхідними матеріалами практичного тренінгу файли із картографічними зображеннями у растровому вигляді: Region_ **WGS_84**.png, Region_ **Conic**.png, Region_ **CYL**.png та створена координатна сітка (sitka_split.shp). Необхідні дані для виконання завдань тренінгу надаються викладачем або підготовлюються самостійно через процедури сканування відповідних картографічних творів масштабу. В архіві наданому для виконання тренінгу містяться підготовлені до геореференцних робіт растрові зображення карт адміністративно-територіального устрою України.

Хід тренінгу

- 1) Створити каталог у файловій системі персонального комп'ютера для збереження результатів дослідницької/практичної роботи.

Зауважте: всі назви в файлових каталогах та всі робочі назви проектів і окремих класів даних мають бути:

- прописані літерами абетки англійської мови,
- бажано уникати використання різних символів та знаків математичних функцій у назвах, точок, ком тощо, замість дефісів використовувати символ нижнього підкреслювання (_),
- уникати виставлення зайвих пробілів між складовими назви.

Наприклад, назва може виглядати наступним чином –
WORK_2020.qgs, Project_work_WGS84.qgs або road_city_21.shp

2) Створити проект у середовищі QGIS використовуючи наступний алгоритм (рис. 1.1): **Проект – Створити**.

➤ можна створювати новий проект з шаблонів або відкривати вже існуючі проекти використовуючи функції цієї закладки меню

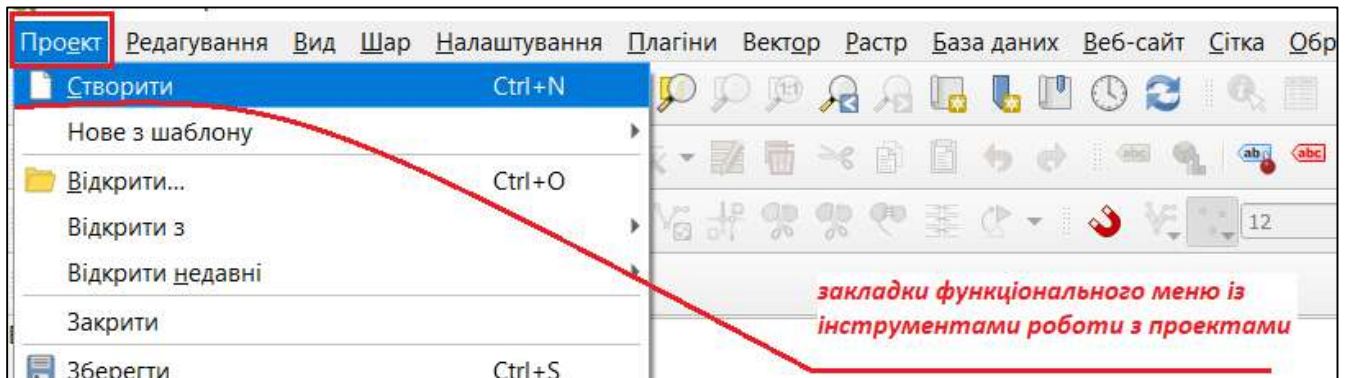


Рис. 1.1. Скріншот процедури створення проектів в середовищі QGIS

3) Встановлення/редагування координатної системи/проекції проекту відбувається із використанням алгоритму (рис.1.2): **Налаштування – Параметри –** в діалозі обираємо закладку «координатна система» і проставляємо чекер (галочка) «використовуємо за замовчуванням» вказавши потрібну для роботи СК з запропонованого переліку, що надає програма.

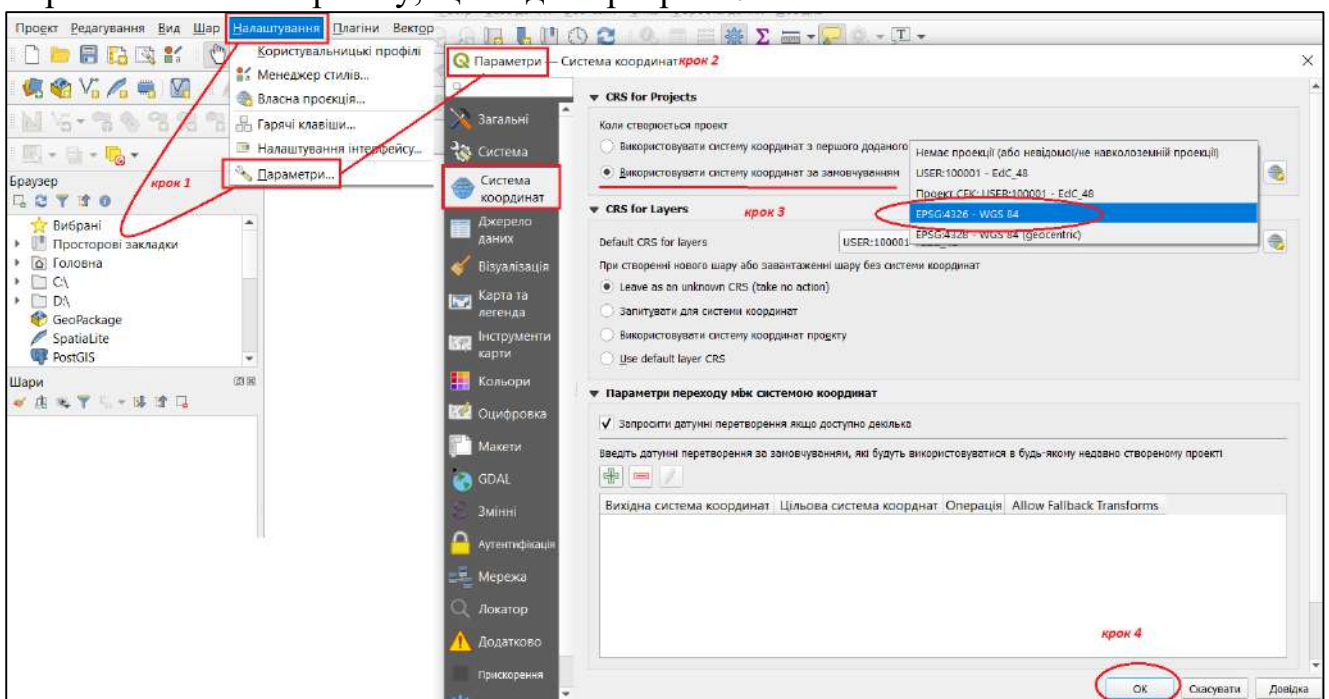



Рис. 1.2. Скріншот процедур встановлення параметрів системи координат Proj.4

➤ У випадку якщо у поданому переліку потрібної СК немає, то потрібно її знайти та встановити з бібліотеки (рис. 1.3). Для цього потрібно викликати діалогове вікно

вибору системи координат натиснувши кнопку  і у вікні фільтру вписати код потрібної СК (в нашому випадку це **WGS84 – EPSG:4326**)

➤ Зберегти зміни та і сам новий проект можна через функціональне меню **Проект – Зберегти як..** (рис.1.4.) вказавши локацію розміщення проекту у файлової системі, назву та тип файлу в якому зберігається проект

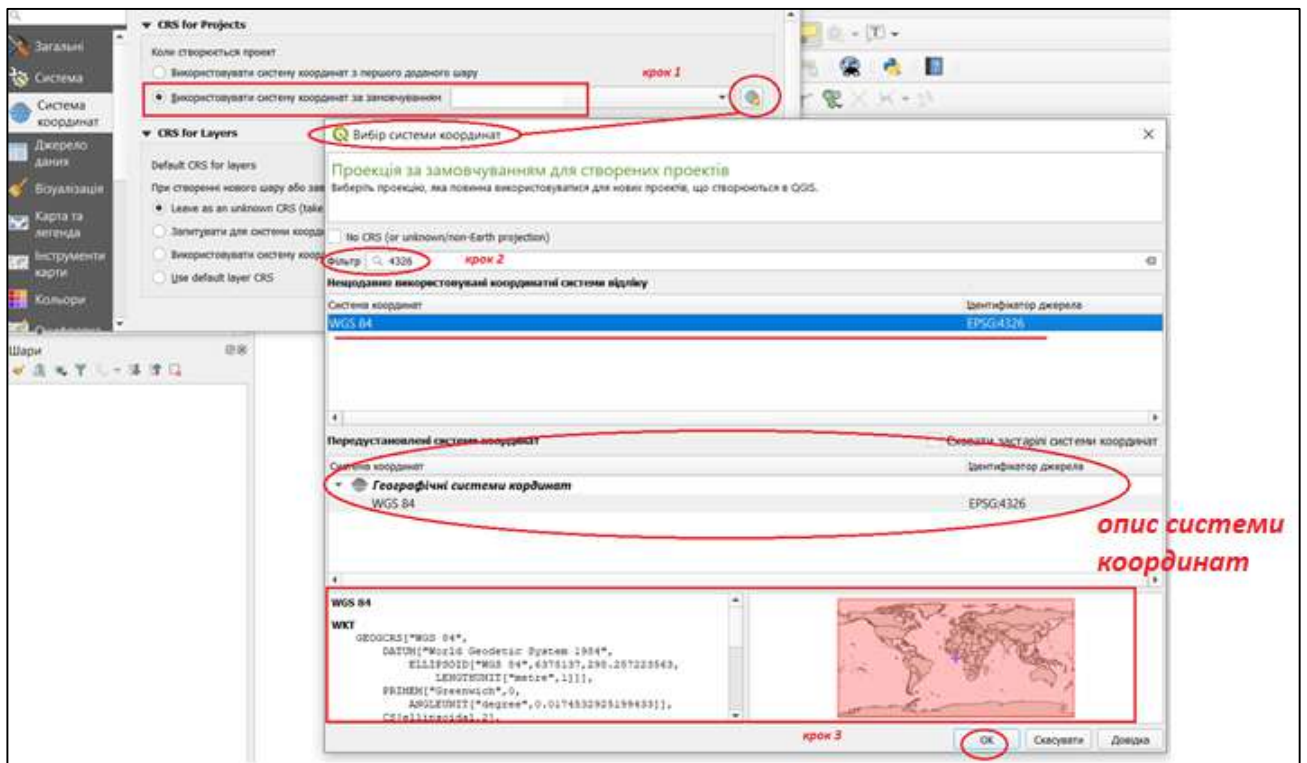


Рис. 1.3 Скріншот процедур встановлення системи координат з бібліотеки Proj.4

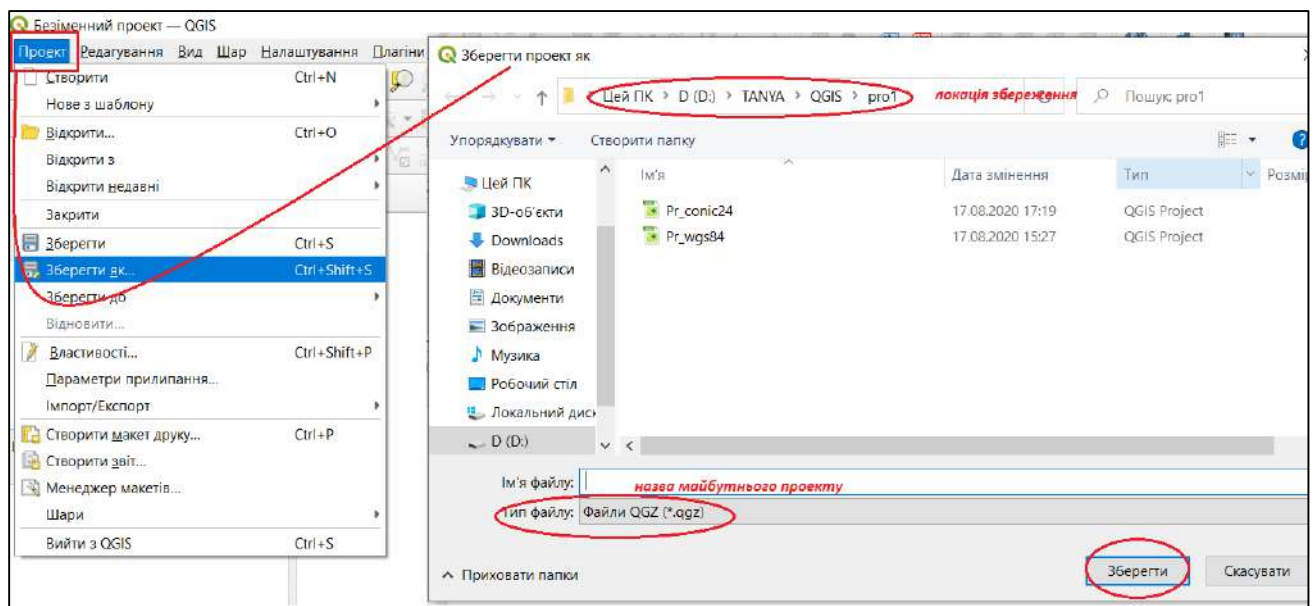


Рис. 1.4. Скріншот процедури збереження проекту

4) Побудувати координатну сітку для точної прив'язки растрових зображень та контролю правильного прив'язування картзображень в подальших дослідженнях/практичних роботах.

Зважаючи на географічне положення України в діапазоні 21° – 41° східної довготи (координата X) та 43° – 54° північної широти (координата Y) необхідно провести геореференці роботи над геоданими класу графічних об'єктів координатної сітки.

Для створення електронного шару із координатною сіткою необхідно послідовно виконати наступні процедури (рис. 1.5.):

- створити (векторний) клас графічних об'єктів із лінійною геометрією (шейп-файл): для цього необхідно відкрити з панелі піктографічного меню **вікно інструментів «Обробка даних» - Вектор – Створити – Create Grid**

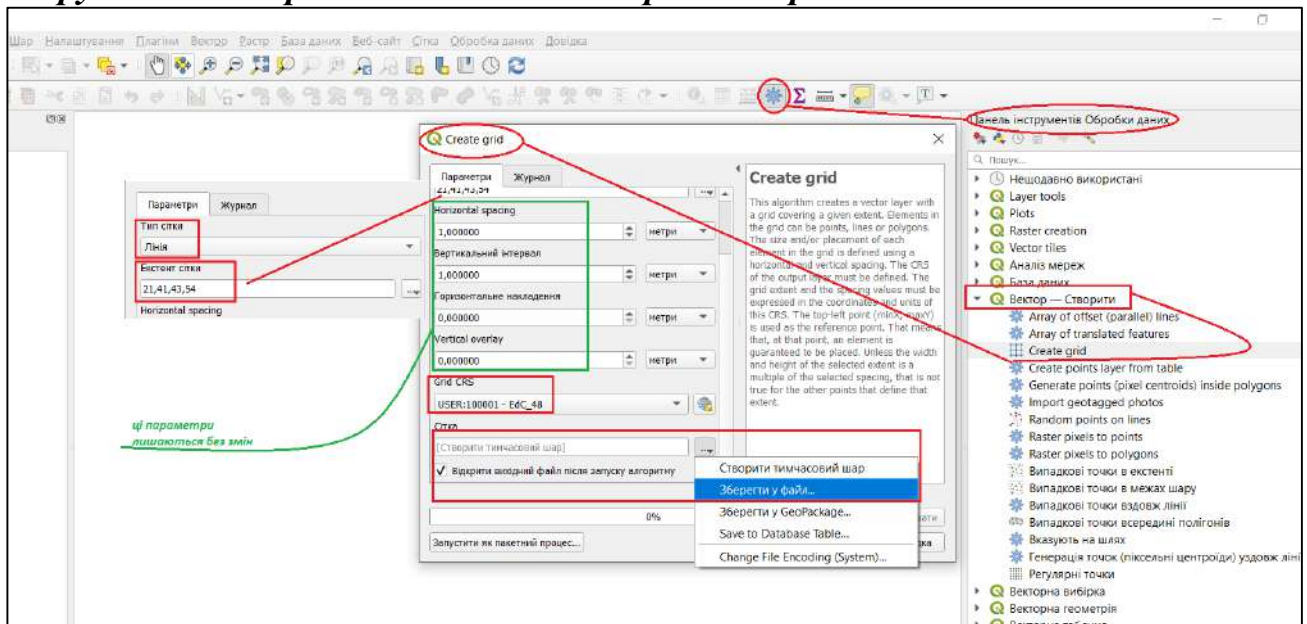


Рис. 1.5. Скріншот процедури створення координатної сітки

- в діалозі змінити *тип сітки* (в даному випадку має стояти «Лінійна»); *екстенсія сітки* – виставити градуси обмеженості сітки (21, 41, 43, 54); вказати потрібну систему координат *Grid CRS* (в нашому випадку- це WGS84 – EPSG:4326) та *зберегти !!!* тимчасовий шар із сіткою – як шейп-файл - sitka.shp).
- до створеного шару одночасно створюється атрибутивна таблиця, для відкриття таблиці атрибутів до шару карти потрібно правою клавішею клікнути на шарі на панелі контенту проекту і вибрати з поданого меню функцію «Відкрити таблицю атрибутів» (рис. 1.6.).

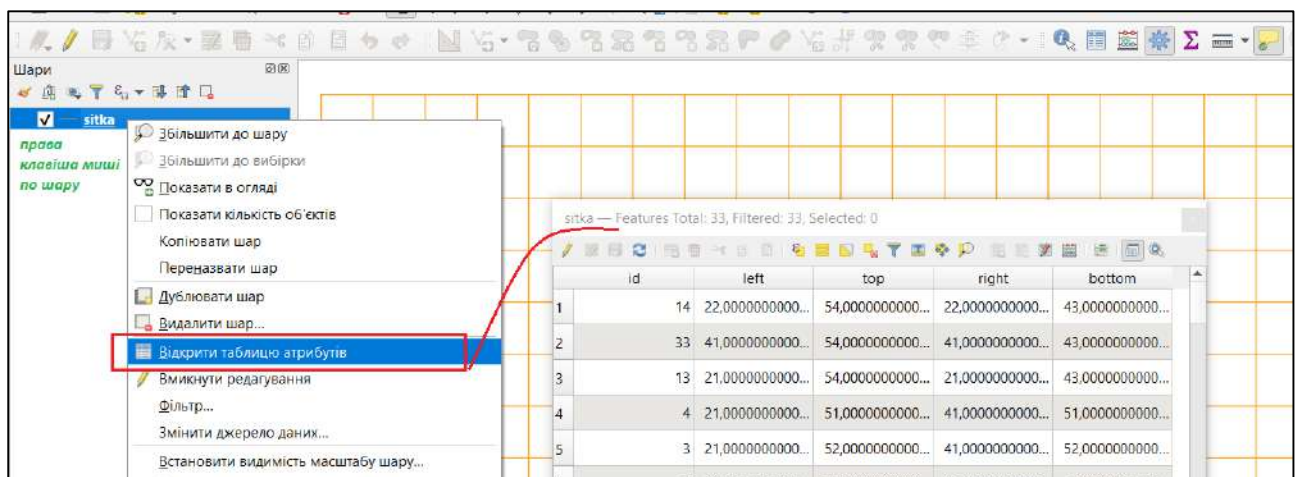


Рис. 1.6. Скріншот процедури відкриття атрибутивної таблиці до класу графічних об'єктів

- далі, для виконання завдань наступних практичних робіт, необхідно провести процедуру зміни геометрії графічних об'єктів без порушення в топології об'єктів, тобто, в нашому випадку, – це розбиття цілої лінії шару SITKA на окремі сегменти із збереженням, для окремих сегментів, всіх властивостей цілого об'єкту. Потому зберігаємо новостворений файл (1.7.). Процедура розбиття на сегменти виконується

наступним чином: з панелі інструментів «Обробка даних» відкривається інструменти «Векторне накладення» із збереженням отриманого нового шару (sitka_split.shp).

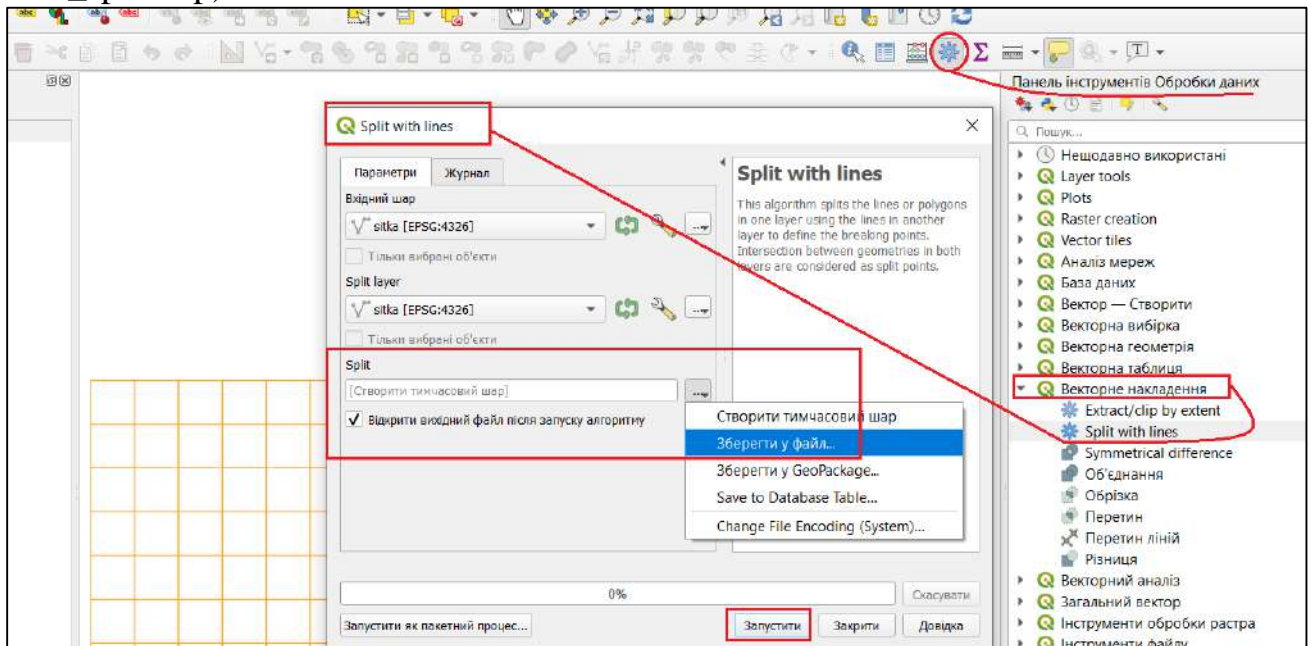


Рис. 1.7. Скріншот процедури конвертації графічних об'єктів одного типу геометрії в інший в середовищі QGIS

Процедура розбиття на сегменти дає в подальшому можливість трансформування координатної сітки при проектуванні систем координат в проектах. Наприклад, при переході від однієї проекції до іншої, наприклад, циліндричної у кінчну проекцію (рис.1.8).

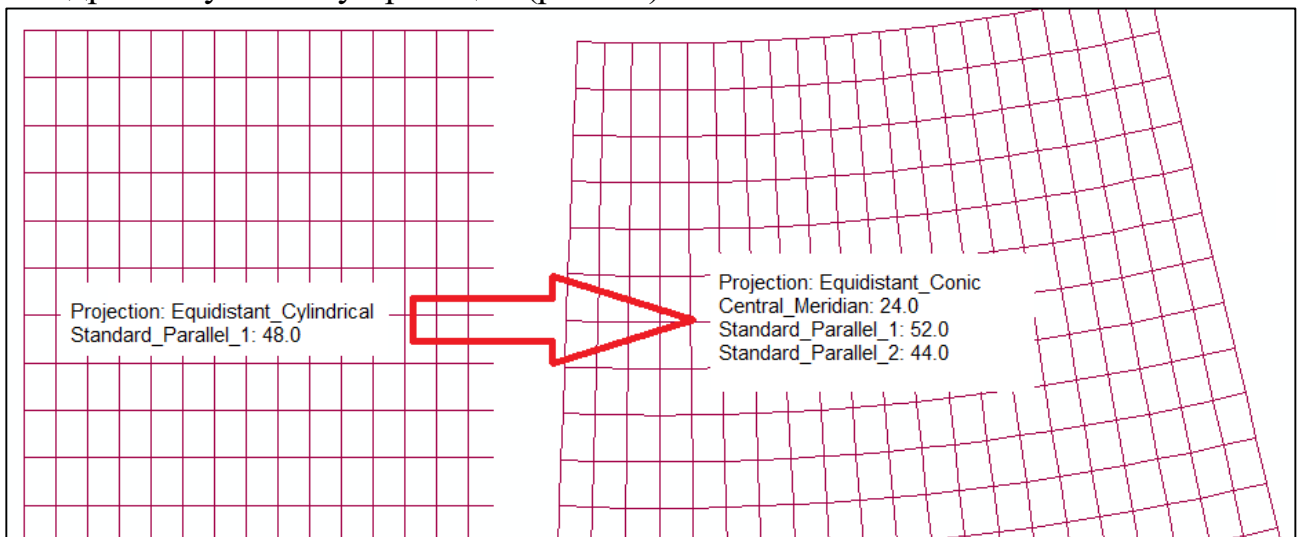


Рис. 1.8. Скріншот демонстрації змін в графічних об'єктах при процедурі трансформації однієї проекції в іншу в середовищі QGIS

➤ цей шар можна створити як тимчасовий, але після цього можна внесені зміни зберегти виконавши процедуру експорту даних (рис.1.9.): *ПКМ по шару – Експорт – Зберегти як.. – в діалозі вибрати формат збереження, дати назву тобто вказати локацію*

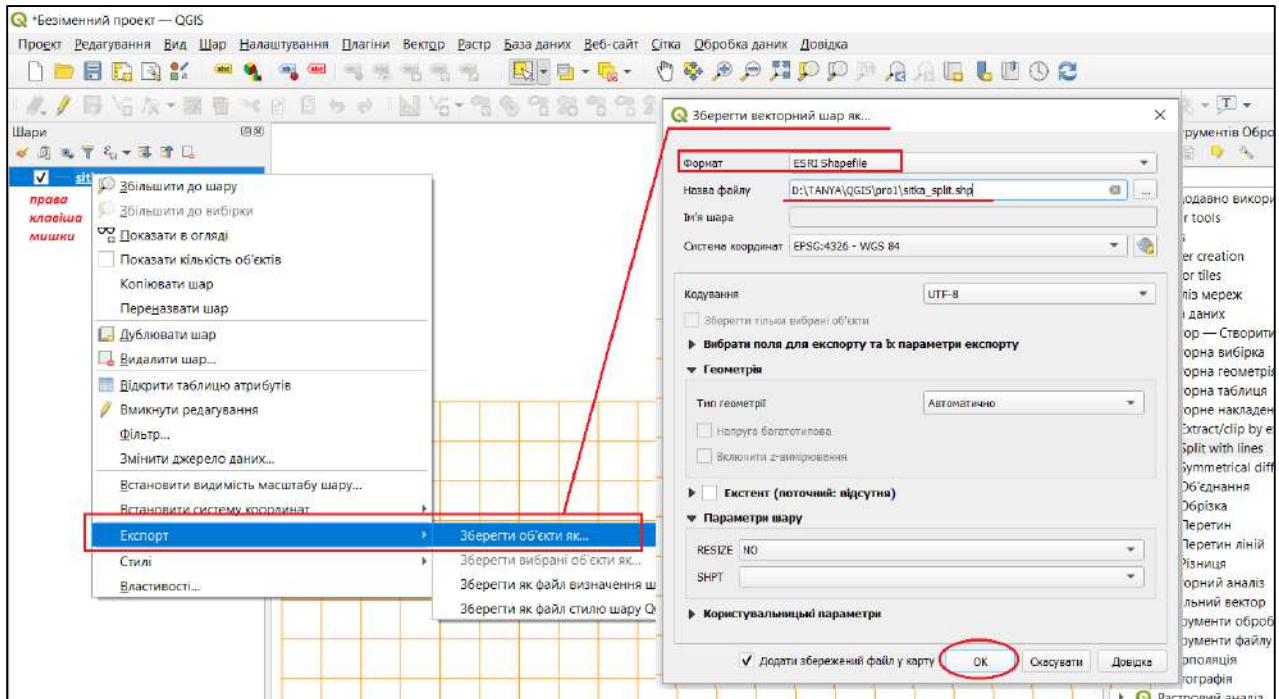


Рис. 1.9.Скріншот процедури експортування тимчасового файлу у постійний формат збереження

5) Встановлення координатної системи/проекції проекту відбувається із використанням алгоритму, що описано в пункті 3 даного тренінгу (дивись рис.1.2): **Налаштування – Параметри** – далі вибираємо закладку в діалоговому вікні «координатна система» і проставляємо чекер (галочка) «використовуємо за замовчуванням» вказавши потрібну для роботи СК з бібліотеки програми.

➤ У випадку якщо у поданому переліку потрібної СК немає, то потрібно її знайти та встановити з бібліотеки (дивись рис. 1.3). Для цього потрібно викликати

вікно вибору системи координат натиснувши кнопку  і у вікні фільтру вписати код потрібної СК (в нашому випадку це - **WGS84 – EPSG:4326**)

6) Зберегти зміни та і сам новий проект можна через функціональне меню **Проект – Зберегти як..**(дивись рис.1.4.) вказавши локацію розміщення проекту у файльовій системі, назву (**Prj_WGS84**) та тип (**Prj_WGS84.qgz**) файлу в якому зберігається проект.

7) Для того щоб розпочати прив'язку растрового зображення (сканована топографічна/тематична карта, схема/креслення) в програмі потрібно відкрити інструменти Геореференсінгу:

➤ **Меню Растр – Georeferencer** – потім в **діалоговому вікні «Прив'язка растру»** закладка **Файл – Відкрити растр** (вказати локацію де зберігається растр із WGS84, потім вибрати потрібний файл та відкрити його у вікні прив'язка растрів) (рис.1.10)

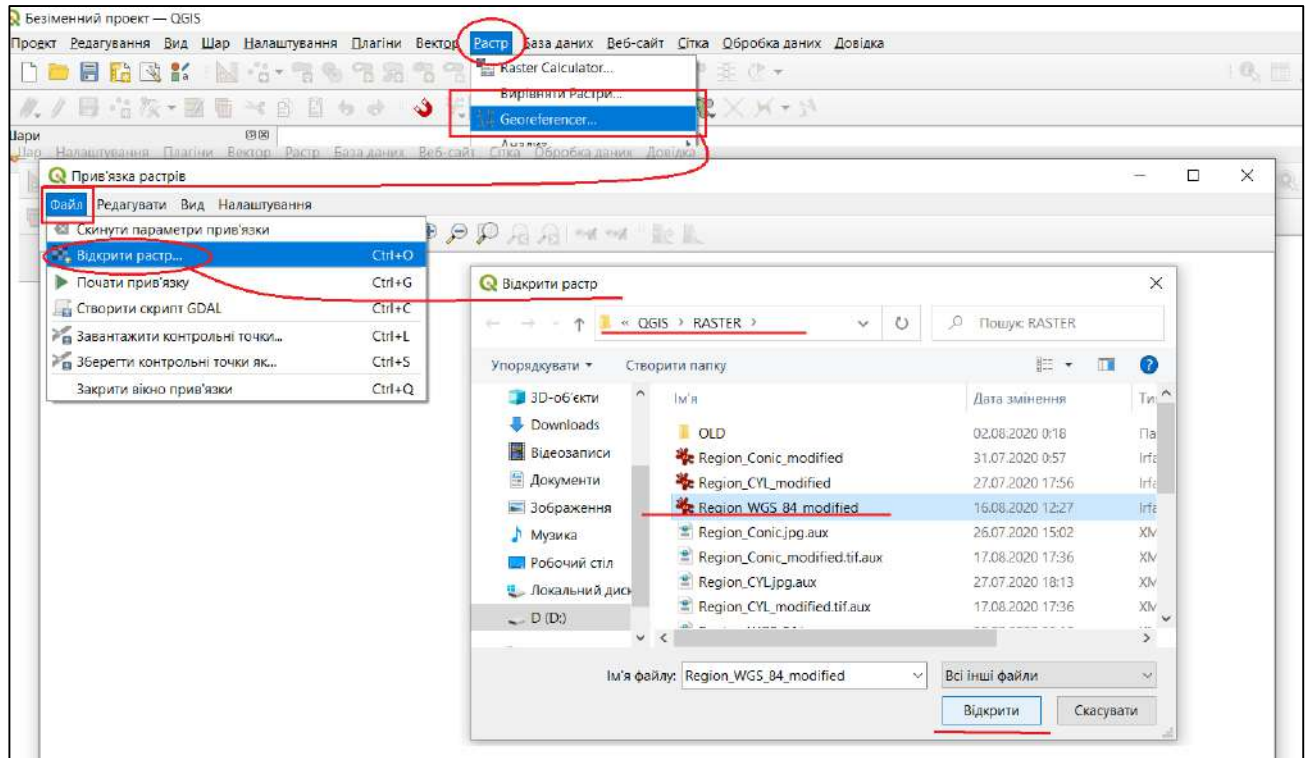


Рис. 1.10. Скріншот процедури відкриття растрів у вікні Геореференсінгу в середовищі QGIS

- Далі при натисканні кнопки меню Відкрити растрове зображення відкриється у окремому вікні «Прив'язка растрів» рис.1.11.

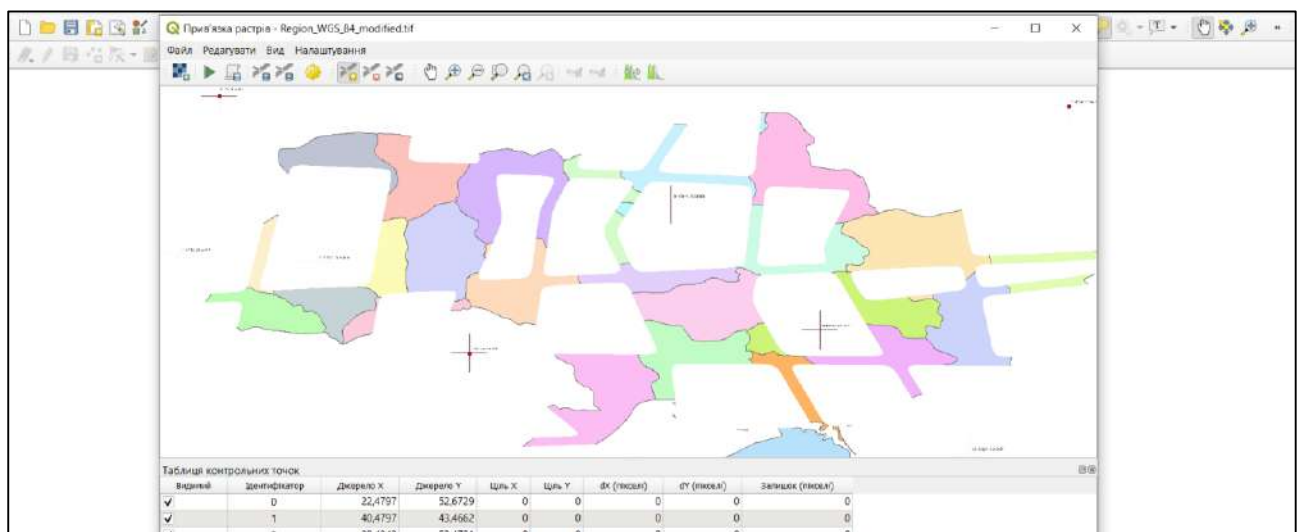


Рис. 1.11. Скріншот відкриття растру у вікні «Прив'язка растрів»

- Інструмент додати точку на панелі піктографічного меню вікна «Прив'язка растрів» (рис. 1.12)



Рис. 1.12. Інструмент «Додати точку»

➤ Далі потрібно провести процедуру прив'язування карти (рис.1.13): знаходити реперні точки на карті (перехрестя із парами координат) вставляти курсор точно в центр перехрестя і у випадяючому вікні вписувати значення координат X та Y значення брати з карти і кожного разу натискати ОК.

Під зображенням з'являтиметься табличка із всіма встановленими реперами. Слідкуйте за похибкою у таблиці – Залишок (пікселі), вона повинна бути меншою за 100.

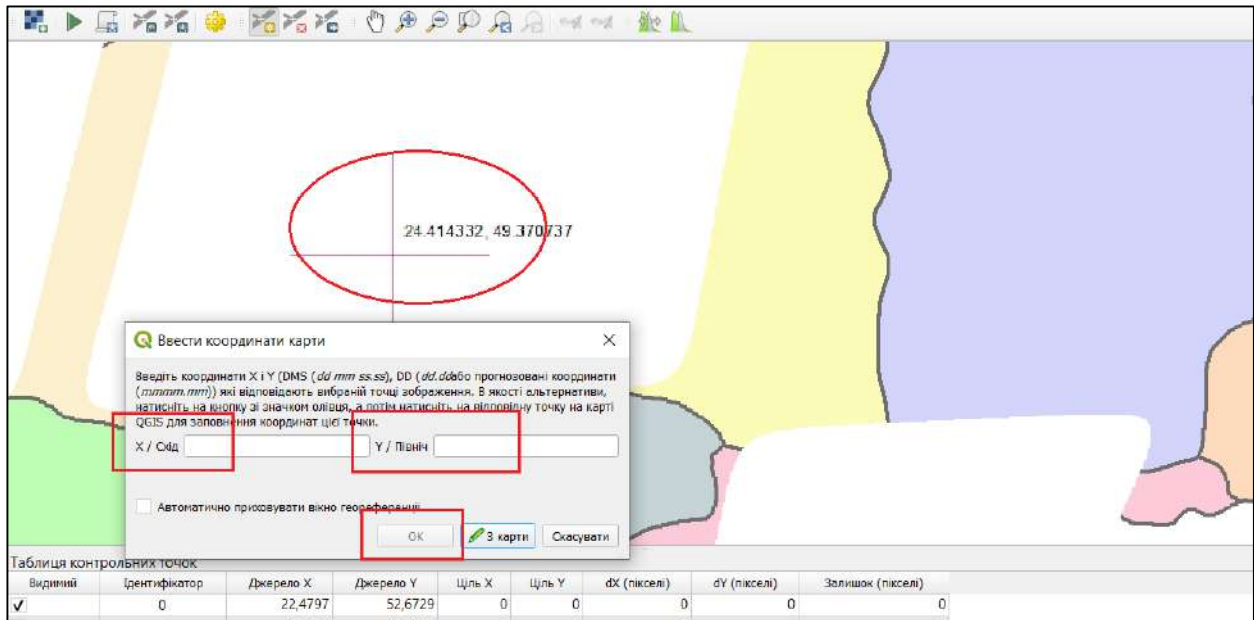


Рис. 1.13. Скріншот процедури фіксації значень координат у вікні «Прив'язка растрів»

➤ Коли всі репери (рис. 1.14) будуть внесені потрібно у вікні «Прив'язка растрів» зайти у закладку меню **Налаштування** – **Налаштування перетворення** і в діалозі вказати: **тип перетворення** (за замовчуванням) – **Лінійний** та проставити **чекер** для **створення тільки ворд-файлу**. Натиснути **ОК**.

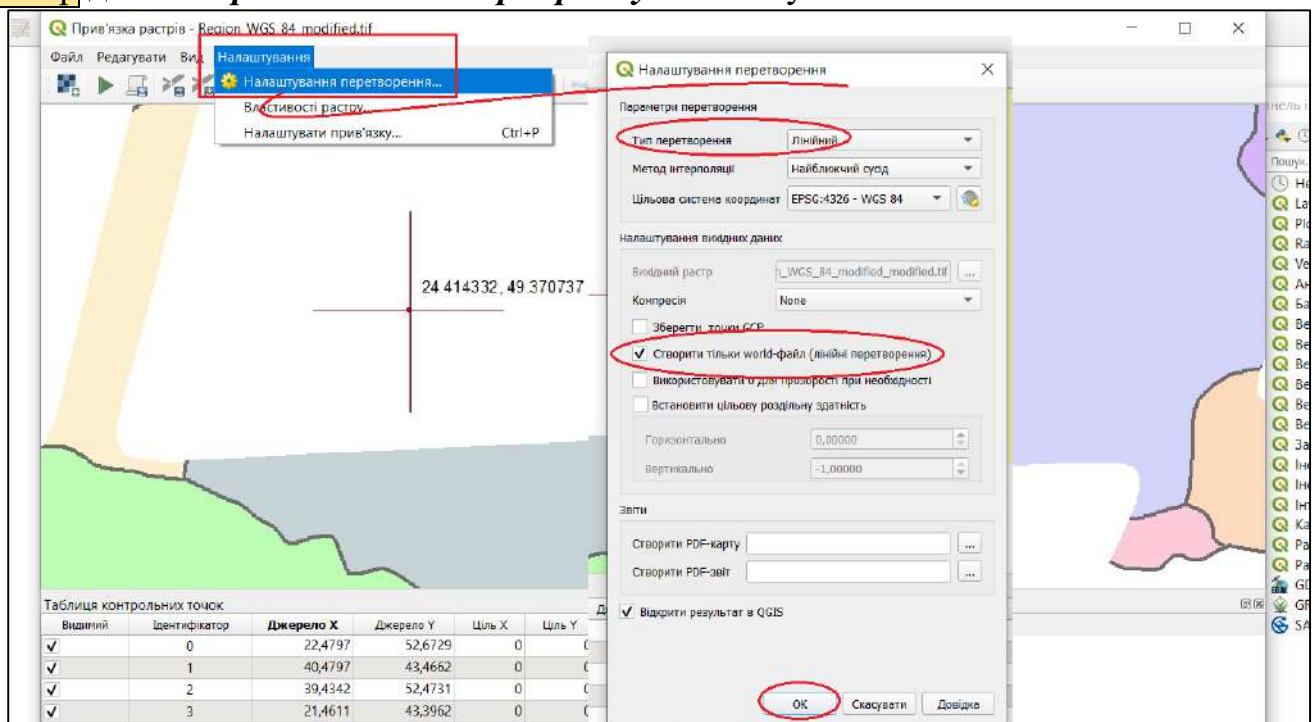


Рис. 1.14. Скріншот процедури налаштування перетворення растру

8) Натиснути кнопку «почати прив'язку» або через меню «файл»-«почати прив'язку» активізувати трансформацію растру (рис.1.15.).

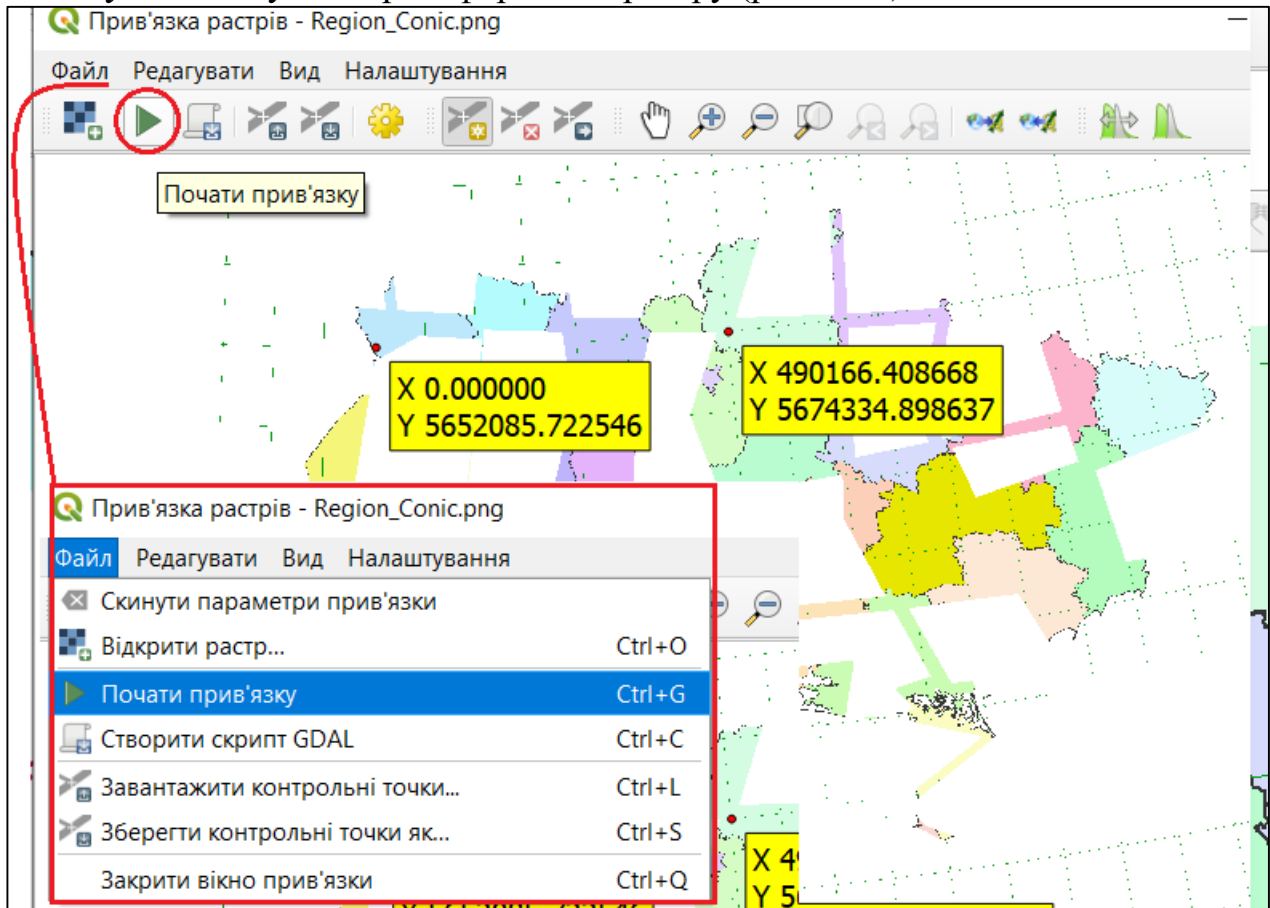


Рис. 1.15. Скріншот початку прив'язки растру

9) Додати шар із прив'язаним растром з файлового каталогу в проект: Меню Шар – Додати шар – Додати растровий шар – в діалозі Адміністратору...: вибрати Файл та Джерело (рис.1.16.)

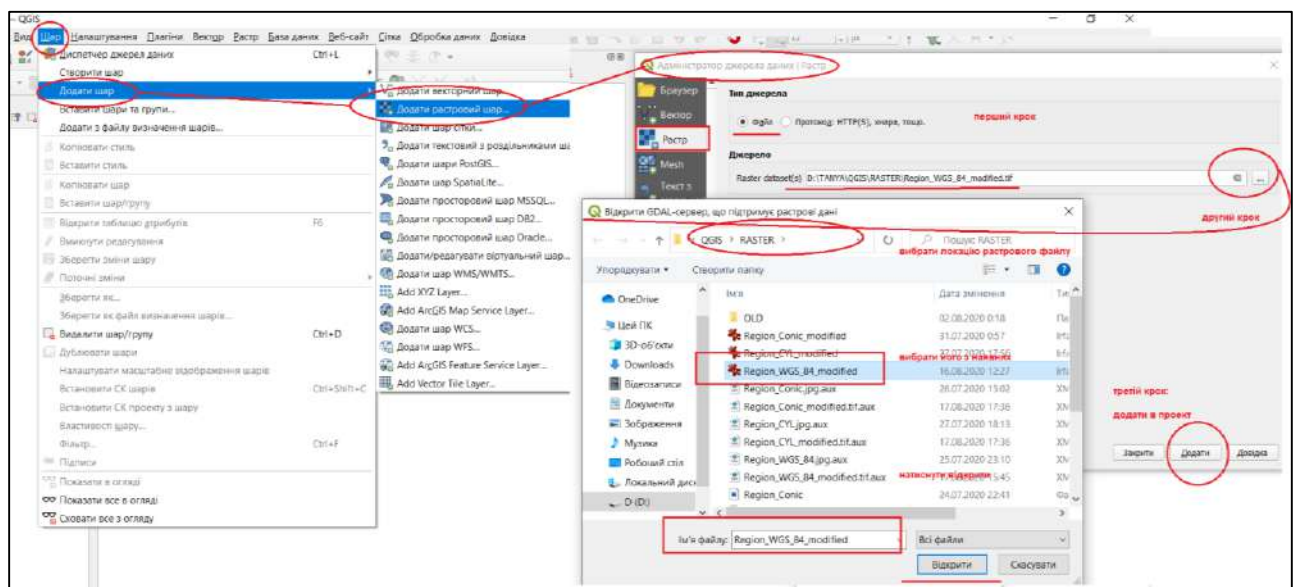


Рис. 1.16. Скріншот додавання прив'язаного растрового зображення у проект

10) Зберегти проект (за відомим алгоритмом): зберегти зміни та і сам оновлений проект можна через функціональне меню Проект – Зберегти як..(рис.1.4.)

вказавши локацію розміщення проекту у файлової системі, назву (**Prj_WGS84**) та тип (**.qgz**) файлу в якому зберігається проект.

Подальша робота пов'язана із відпрацюванням інших способів геореференції в середовищі ГІС. Попередню роботу по прив'язці растрового зображення здійснювалося в спосіб що використовував реєстрацію маркерів із відомими координатами (репери із парами координат) та отримання файлу прив'язки растру.

Подальші процедури ознайомлюють користувача із способом прив'язки растрового зображення із використанням раніше побудованої координатної сітки для реєстрації растрового зображення.

11) Створити **новий** проект у середовищі Q GIS використовуючи вже відомий алгоритм: **Проект – Створити** і перепроєктувати його (пункт 2 вказівок)

12) Для подальшої роботи в іншій проекції (**попередня була WGS84**) необхідно зпроєктувати власну проекцію в середовищі QGIS, що можна зробити

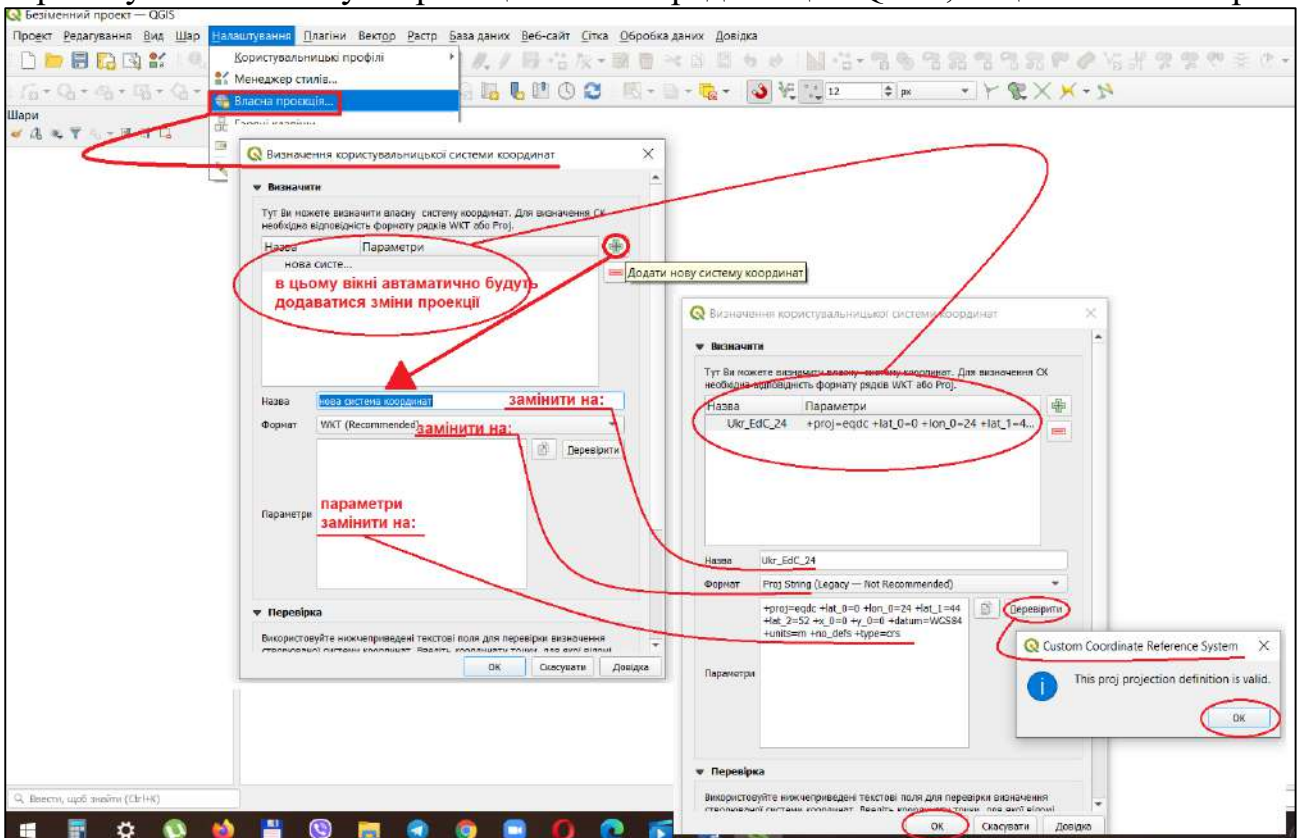



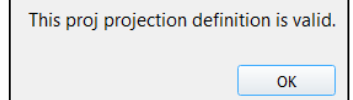
Рис. 1.17. Проєктування проекцій у середовищі Q GIS

використовуючи наступний алгоритм дій (рис.1.17.): **Налаштування – Власна проекція – у відкритому діалозі потрібно:**

- Натиснути кнопку  у вікні «Визначити»
- В полі «назва» вставити зкопійований (без зайвих !!! символів, пробілів та інше) шифр назви кінчної проекції **Ukr_EdC_24**
- В полі «формат» вставити зкопійований (без зайвих !!! символів, пробілів та інше) програмний код опису проекції нижче

`+proj=eqdc +lat_0=0 +lon_0=24 +lat_1=44 +lat_2=52 +x_0=0 +y_0=0 +datum=WGS84 +units=m +no_defs +type=crs`

- Натиснути кнопку перевірка і отримати верифікацію коду проєкції.
- Натиснути ОК. Натиснути ОК у вікні визначення користувачьких СК



13) Закрити проєкт//Створити **новий** проєкт і встановити (рис.1.18.) в ньому передвстановлену кінчну проєкцію **Ukr_EdC_24**

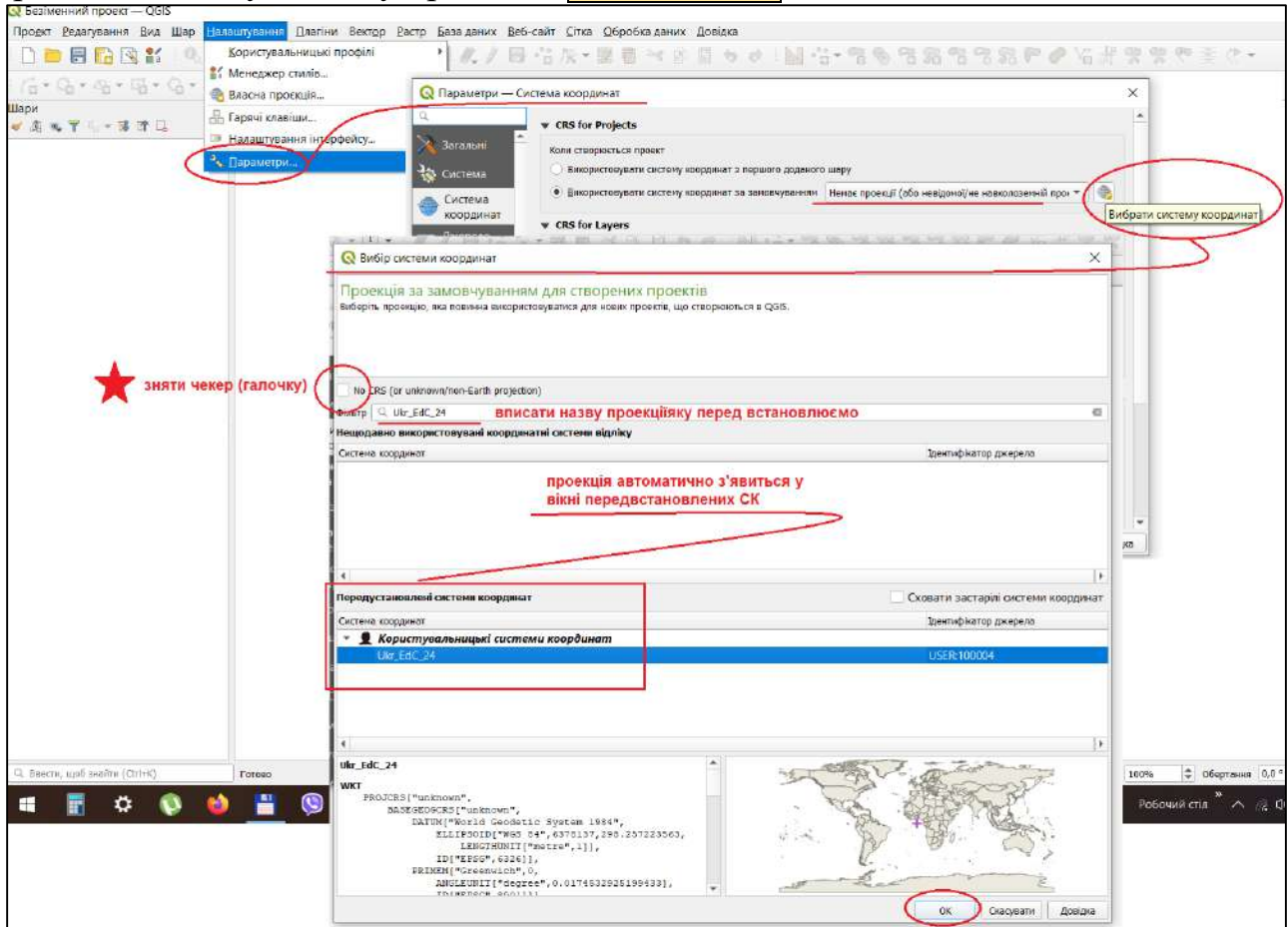


Рис. 1.18. Встановлення проєкції в новому проєкті

- Налаштування - Параметри
- У вікні «CRS for Project» діалогу «Параметри» вибрати систему координат
- В діалозі «Вибір координат» зняти галочку для визначення параметрів невідомої СК та проєкції «no CRS». Зкопіювати шифр назви кінчної проєкції та вставити її у фільтр пошуку. Проєкція має з'явитися у вікні «Передвстановлені системи координат». Натиснути ОК

14) Зберегти зміни та і сам новий проєкт можна через функціональне меню **Проект – Зберегти як..**(за відомим алгоритмом) вказавши локацію розміщення проєкту у файлової системі, назву (*Prj_Ukr_EdC_24*) та тип (**.qgs**) файлу в якому зберігається проєкт

15) Додати (рис.1.19.) в проєкт шар раніше створеної та розрізаної на сегменти координатної сітки (*Sitka_split.shp*): Шар – Додати – Векторний Шар – в діалозі вказати локацію де зберігається шар та вибрати із переліку файлів – ОК

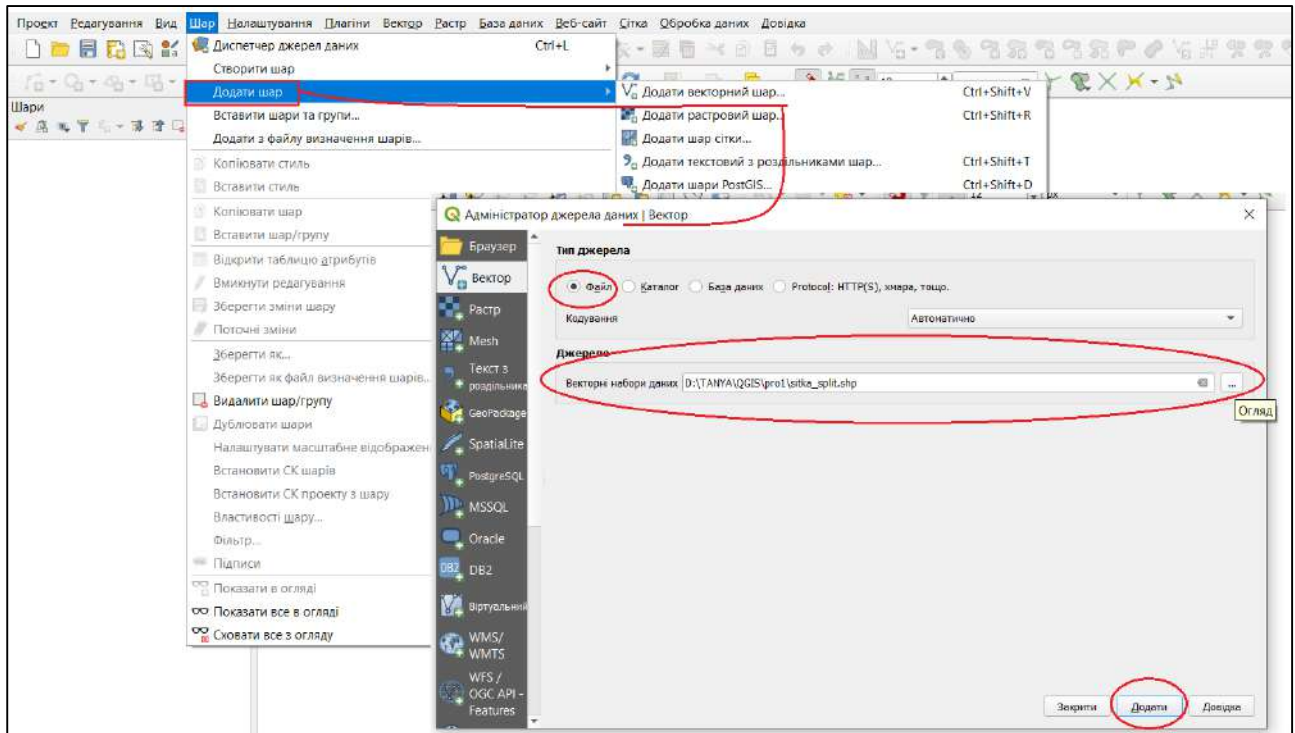


Рис. 1.19. Скріншот додавання шару у проект

16) Для того щоб розпочати прив'язку растру в програмі потрібно відкрити інструменти Геореференсінгу:

➤ **Меню Растр – Georeferencer** – потім в **діалоговому вікні «Прив'язка растру»** закладка **Файл – Відкрити растр** (вказати локацію де зберігається растр із Ukr_EdC_24, потім вибрати потрібний файл (Region_Conic.png) та відкрити його у вікні прив'язка растрів) (рис.1.20). Далі при натисканні кнопки «Відкрити» растр в кінчній проекції відкриється у вікні «Прив'язка растрів»

***Зауважте.** Технологія прив'язки буде відрізнятися від технології розглянутої до цього. Даний спосіб заключається в «натягуванні» растру на координатну сітку, яка вже зпроектована і має математичну основу.*

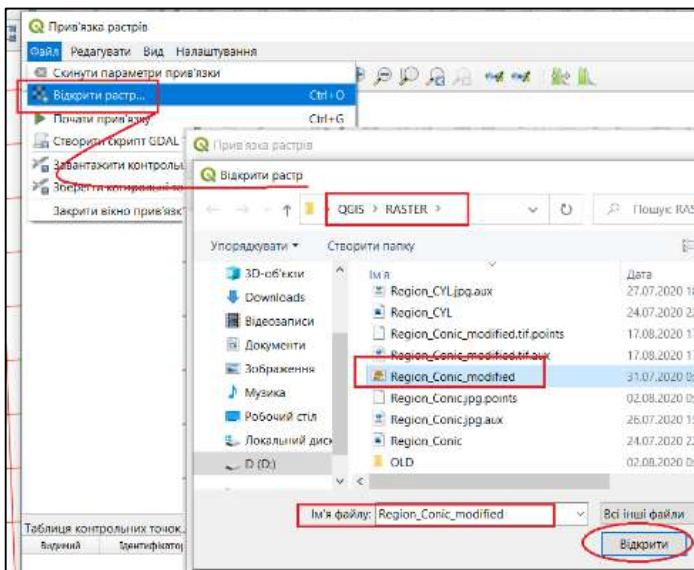


Рис. 1.20. Відкриття растру у вікні «Прив'язка растрів»

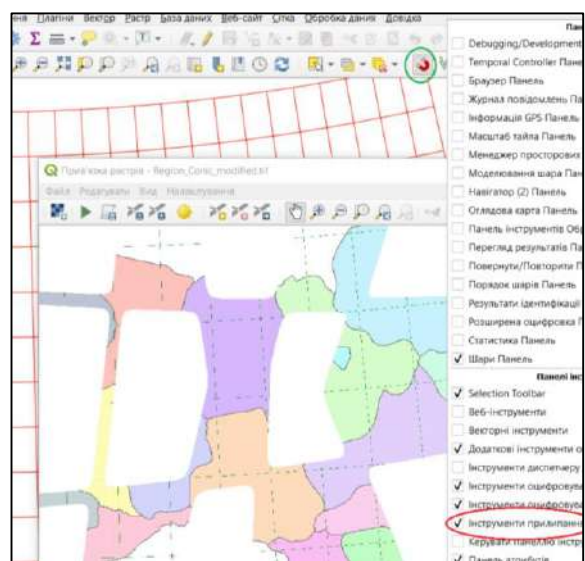


Рис. 1.21. Відкриття потрібної панелі інструментів з загального меню

17) Для геореференцної роботи в даний спосіб знадобляться інструменти «прилипання» та «просторових закладок».

Інструменти прилипання (рис. 1.21) відкрити з панелі меню (ПКМ – вибрати панель «інструменти прилипання») – цей інструмент потрібний для того щоб точніше знімати координати з координатної сітки в подальшому процесі геоереференсінгу.

Функція створення та управління просторовими закладками потрібна для точності знаходження реперів на сліпих зображеннях.

Просторові закладки робляться на векторних об'єктах, виділяючи/масштабуючи потрібні точки в маппері.

Наприклад у випадку сліпих карт матеріалів, нам необхідно знайти на карті перетин 50 градуса широти та 31 градуса довготи (на південний схід від м. Києва – дивись рис. 1.22.) і проставити на координатній сітці просторову закладку, саме в цій точці, для занесення значень X та Y в таблицю реперів при прив'язуванні.



Рис. 1.22. Приклад знаходження точки, на сліпій карті, із відомими координатами

Процедура знаходження потрібної локації та генерування просторової закладки описана наступним алгоритмом дій (рис. 1.23.):

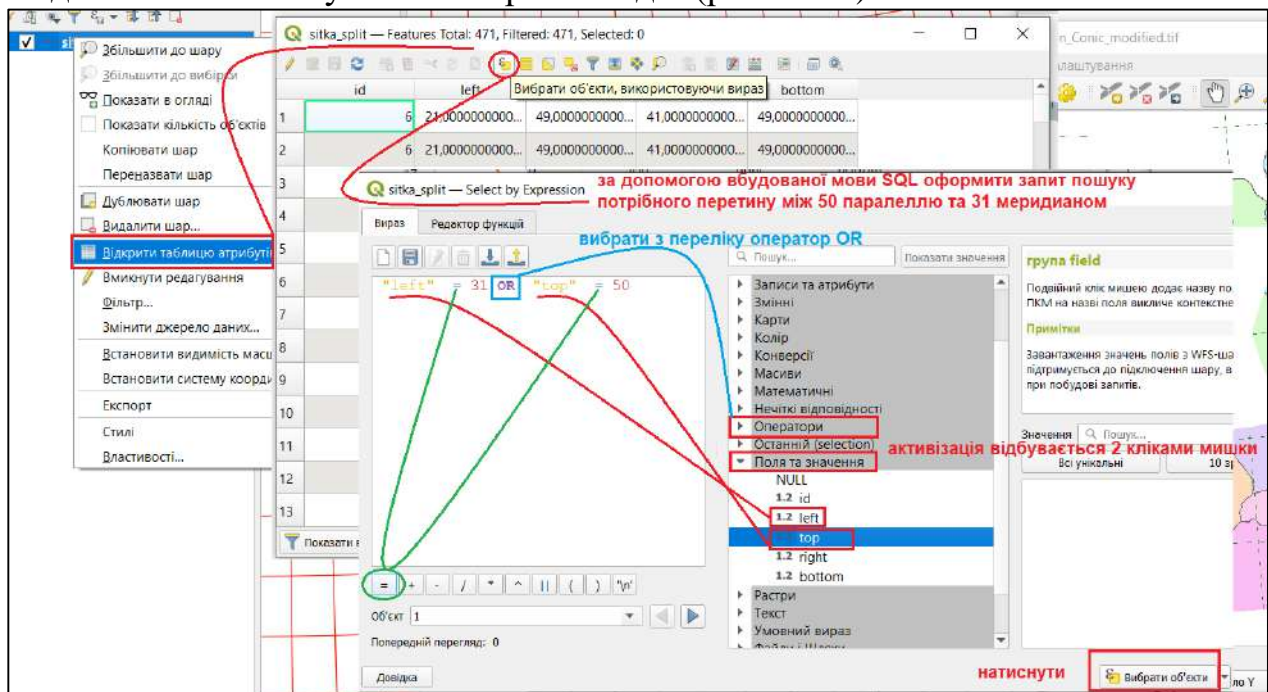



Рис. 1.23. Процедура знаходження потрібної локації та генерування просторової закладки

- ПКМ (правою клавішею мишки) по векторному шару із сіткою
- **Відкрити атрибутивну таблицю** і вибрати з панелі піктограм  **інструмент вибору із використанням виразів.**

- У вікні діалогу «**вибрати через вираз**» сформуванати у *вікні* виразів SQL – запит використовуючи функції та оператори мови програмування натискаючи на потрібних інструментах двічі: *Вибрати в стовпчику «left/right» об'єкт із значенням 31* – (вибрати у функціях «оператори» і вибрати) **OR** - *Вибрати в стовпчику «top/bottom» об'єкт із значенням 50*
- натиснути кнопку на діалозі «**вибрати об'єкти**»
- одразу ж в маппері потрібний перетин підсвітиться жовтим (рис.1.24)

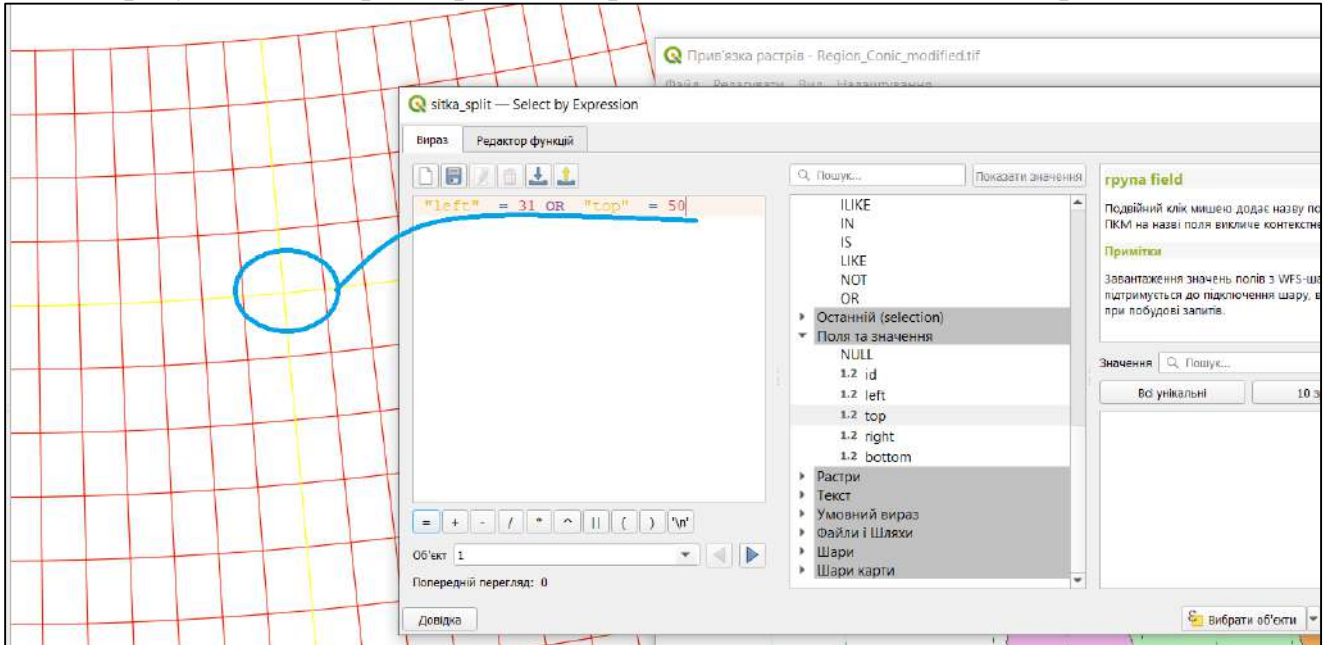


Рис. 1.24. Демонстрація результатів запиту до атрибутивної таблиці

- масштабувати його – наблизити в маппері
- відкрити через меню **Вид – Створити просторову закладку** – вписати мітку в потрібне місце діалогу та натиснути **Зберегти** (рис.1.24)

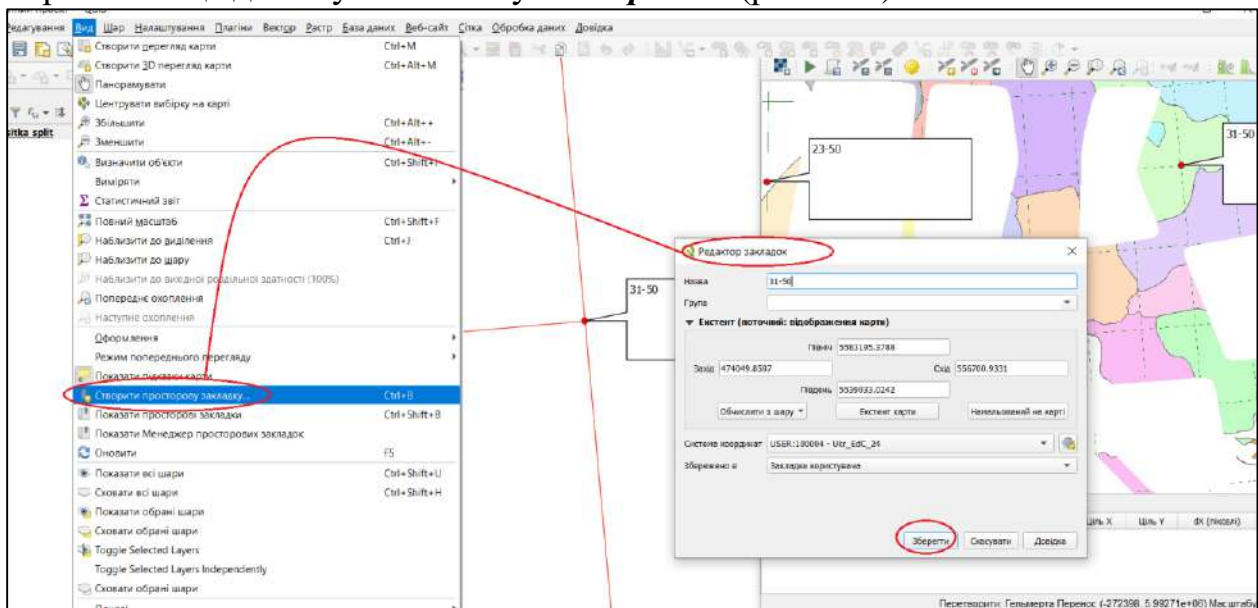


Рис. 1.24. Створення просторової закладки

- далі для зручності можна *помітити цю закладку текстовим маркером* (рис.1.25):
на панелі атрибутів натиснути кнопку «**текстова анотація**» - *проставити значок анотації* в потрібне місце і *двічі клацнути по полю анотації* мишкою – вписати мітку і натиснути **Застосувати**.

- автоматично всі просторові маркери з'являтимуться у вікні прив'язки растру.
- побачити всі просторові закладки можна відкривши панель просторових закладок

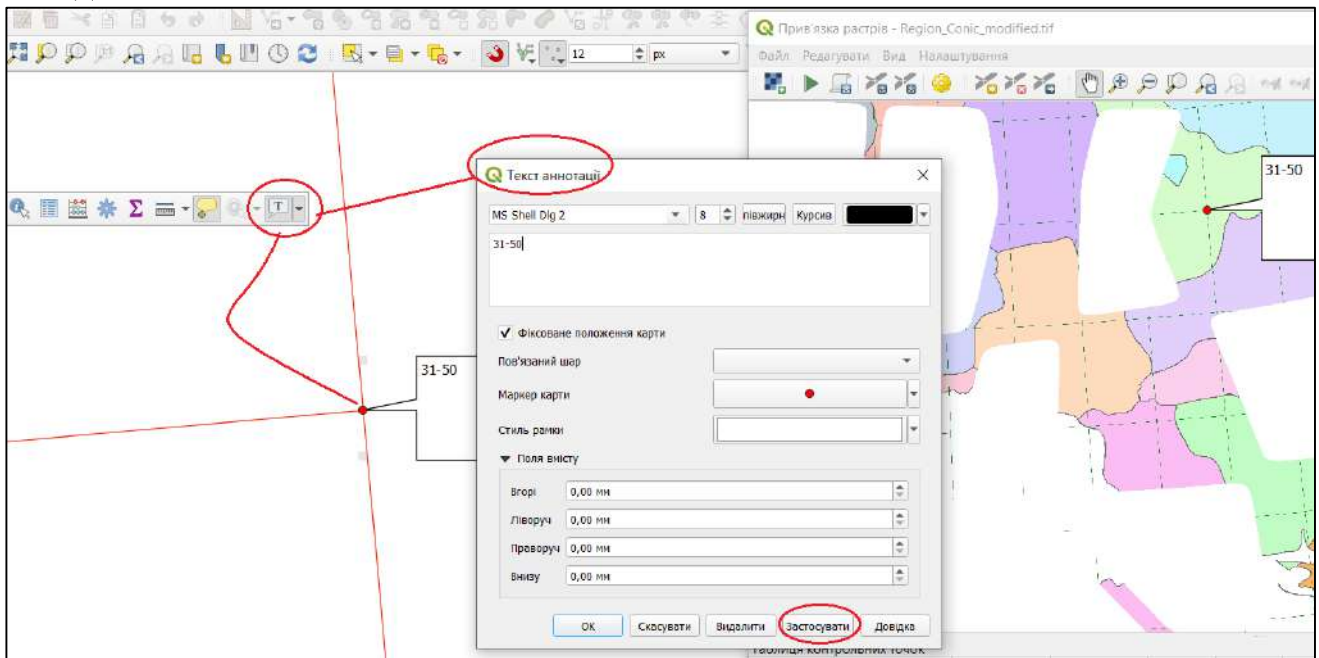


Рис. 1.25. Створення текстової анотації на мітці

18) Повернутися до прив'язки растру в кінчній проекції: вікно «Прив'язка растру»

- Інструмент «дати точку» на панелі піктографічного меню вікна «Прив'язка растрів»
-

УВАГА! Покроковий алгоритм зняття координат з карти (із допомогою координатної сітки) дивись на рисунку 1.26 (потребує переходу між вікнами: «вікно прив'язки растру» та мапперу програми із відкритим шаром координатної сітки в ньому):

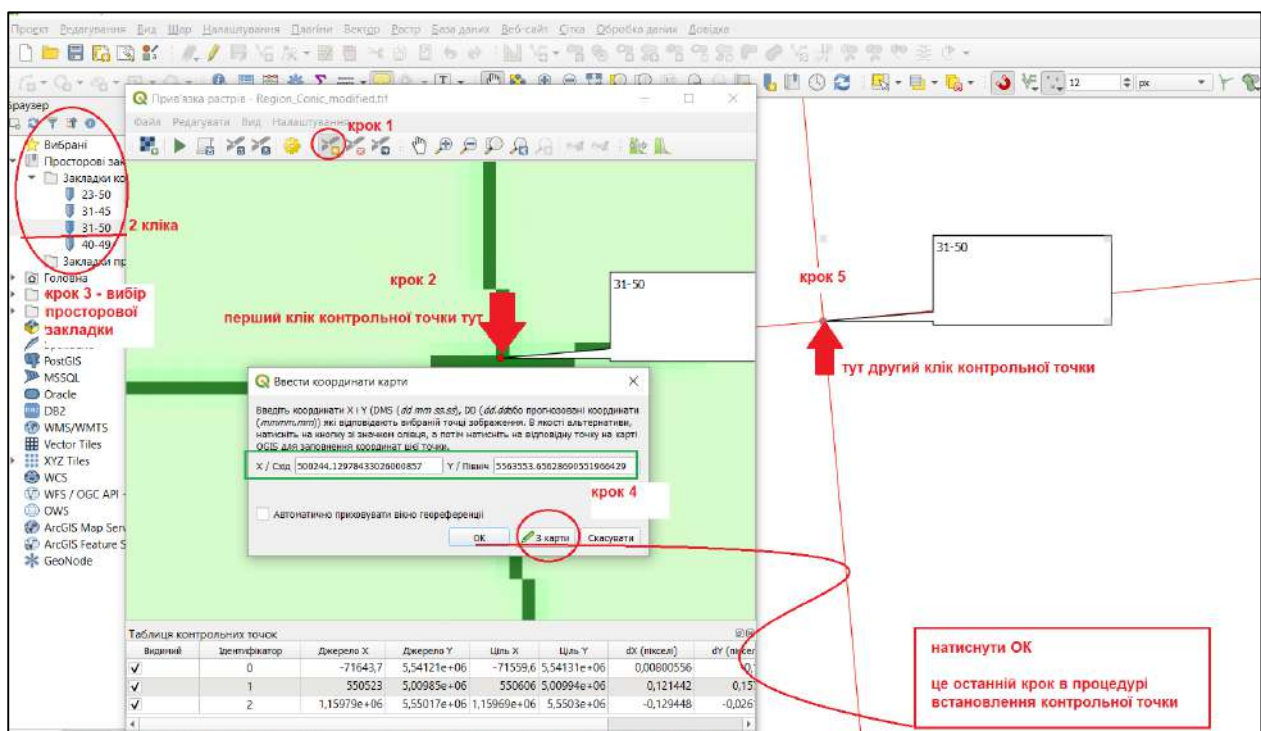


Рис.1.26. Покроковий алгоритм геореференції растру в кінчній проекції

- Проставляємо контрольну точку чітко у перетин паралелей та меридіанів в відомих локаціях **крок 1-2** (слідкуємо за текстовими анотаціями !!!) перший клік мишки на потрібному перетині растрового зображення
- Потім переходимо на панель просторових закладок і вибираємо потрібну закладку в переліку створених **крок 3** (переносимось автоматично до потрібного перетину координат)
- Натискаємо на кнопочку «зняти з карти» **крок 4**
- Ставимо контрольну точку у маппері проекту **крок 5** (значення координат з'являються у віконцях для X та Y) – другий клік мишки на потрібному перетині векторної сітки
- натискаємо **ОК** у вікні введення контрольної точки

Для ретельного прив'язування растрового листа карти достатньо 5-6 точок. Проте, зверніть увагу щоб реперними значеннями був охоплений весь екстенс растру (бажано проставляти контрольні точки по всій площині зображення)

- Коли всі репери будуть внесені потрібно у вікні «Прив'язка растрів» зайти у закладку меню **Налаштування – Налаштування перетворення** і в діалозі вказати: **тип перетворення** (за замовчуванням) – **Гельмерта** – **тип трансформації растру** який здійснюється **простими масштабуючими та поворотними перетвореннями**.
- Натиснути **ОК** (рис. 1.27).

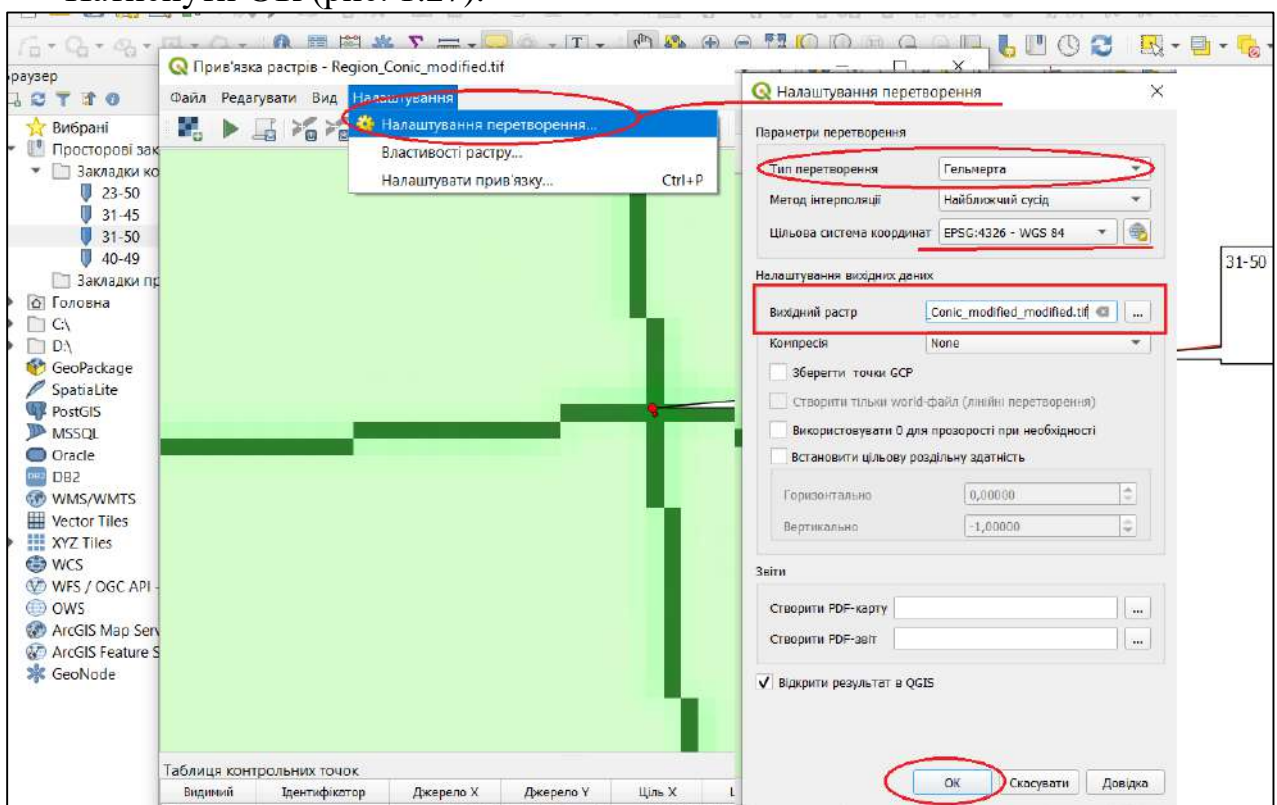


Рис. 1.27. Налаштування перетворення растру у конічній проекції

- 19) Натиснути кнопку «почати прив'язку» або через меню «файл»-«почати прив'язку» активізувати трансформацію растру (рис.1.28).

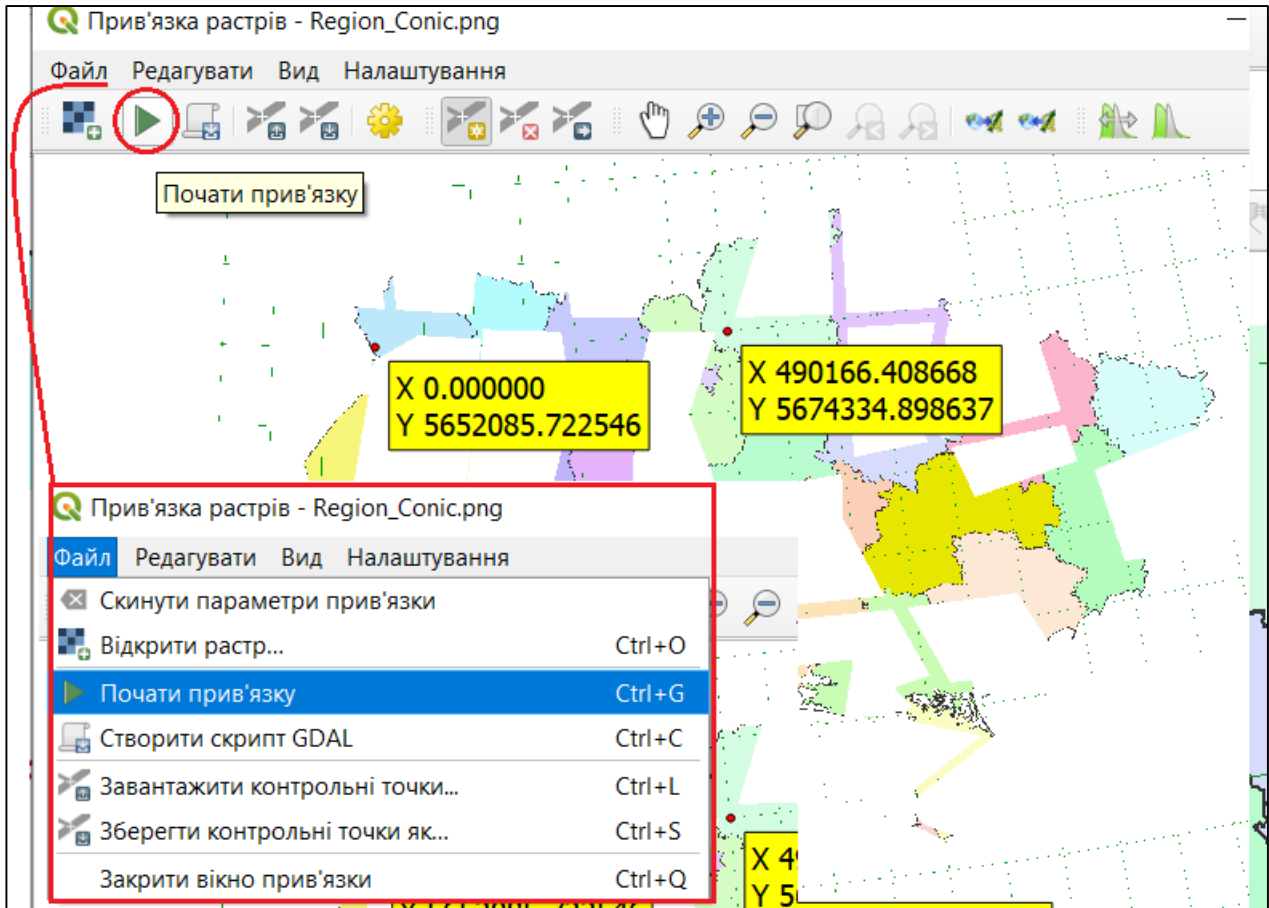


Рис. 1.28. Почати прив'язку растру

20) Додати шар із прив'язаним растром з файлового каталогу в проект: Меню **Шар – Додати шар – Додати растровий шар** – в діалозі **Адміністратору джерел даних:растр:** вибрати **Файл та Джерело** (рис.1.29.)

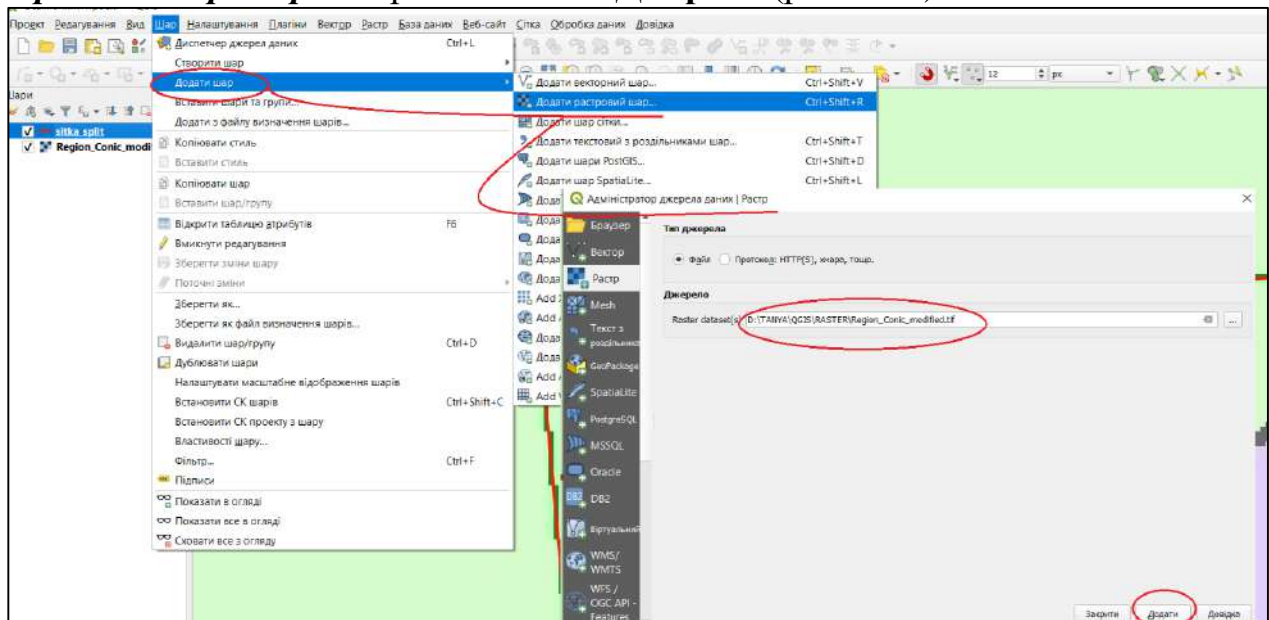


Рис. 1.29. Додавання шару у проект

21) Зберегти проект (рис.1.30.): назва проекту та локація: зберегти зміни та і сам оновлений проект можна через функціональне меню **Проект – Зберегти як..**(рис.1.4.) вказавши локацію розміщення проекту у файльовій системі, назву (**Prj_Ukr_EdC_24**) та тип (**.qgs**) файлу в якому зберігається проект.

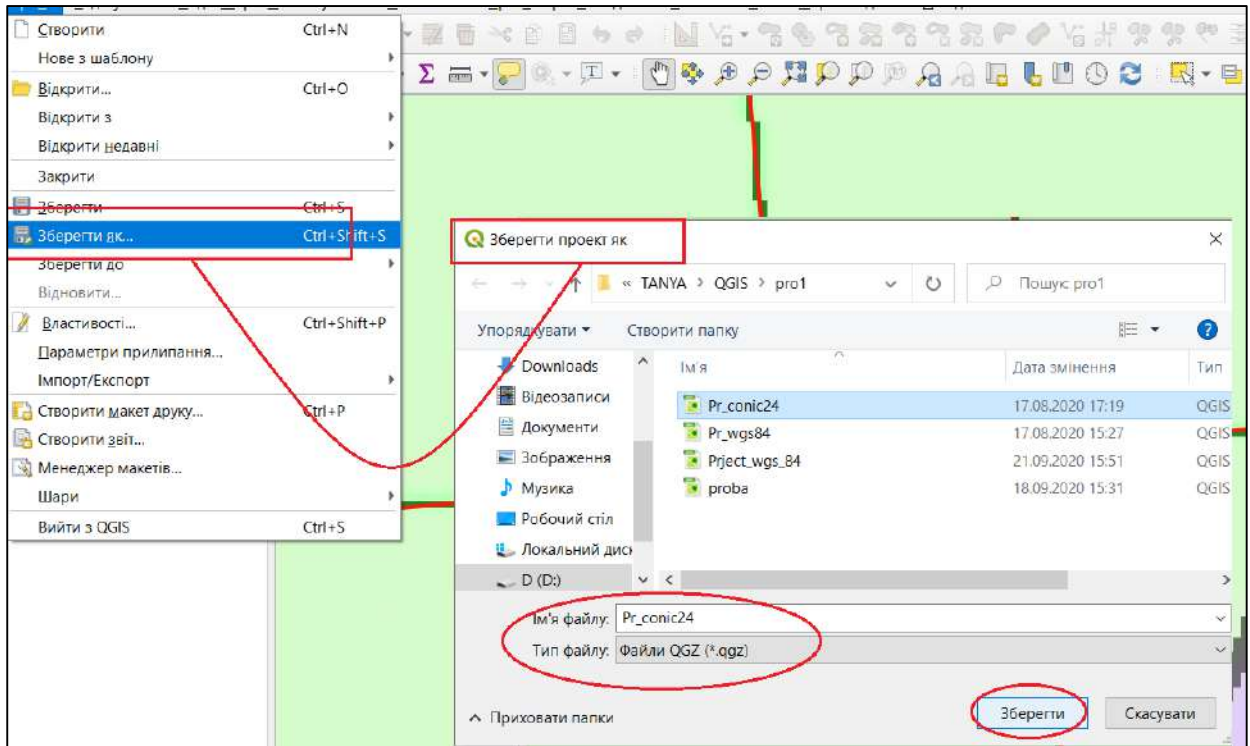


Рис. 1.30. Збереження проекту

Зуважте. Всі подальші процедури тренінгу по прив'язуванню растру у циліндричній проекції аналогічні процедурам, що стосуються прив'язки растру у конічній проекції. Відмінною рисою є лише **тільки назва та програмний код** циліндричної проекції

22) Створити новий проект у середовищі Q GIS використовуючи наступний алгоритм: **Проект – Створити** і перепроєктувати його

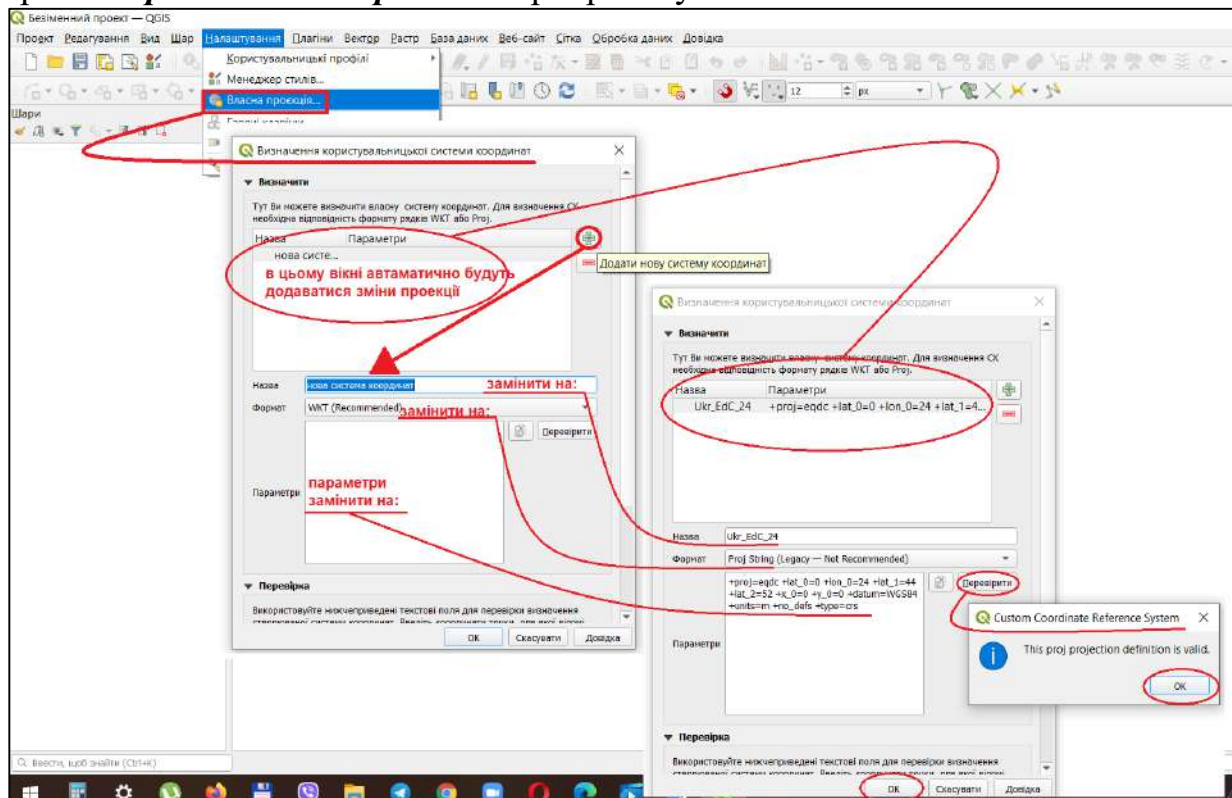



Рис. 1.30. Проектування проекцій у середовищі Q GIS

23) Для подальшої роботи в іншій проекції (попередніми були WGS84 та конічна) необхідно зпроектувати власну проекцію в середовищі Q GIS, що можна зробити використовуючи наступний алгоритм дій (рис.1.30.):

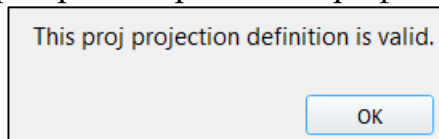
Налаштування – Власна проекція – в діалозі потрібно:

- Натиснути кнопку  у вікні «визначити»
- В полі «**назва**» вставити зкопійований (**без зайвих !!! символів, пробілів та інше**) шифр назви циліндричної проекції **EdC_48**
- В полі «**формат**» виставити зкопійований (**без зайвих !!! символів, пробілів та інше**) програмний код опису проекції нижче



+proj=eqc +lat_ts=48 +lat_0=0 +lon_0=0 +x_0=0 +y_0=0 +datum=WGS84 +units=m +no_defs +type=crs

- Натиснути кнопку перевірка і отримати верифікацію коду проекції:



- Натиснути ОК у вікні визначення користувацьких СК

24) Закрити проект//Створити **новий** проект і встановити (рис.1.31.) в ньому передвстановлену конічну проекцію **EdC_48**

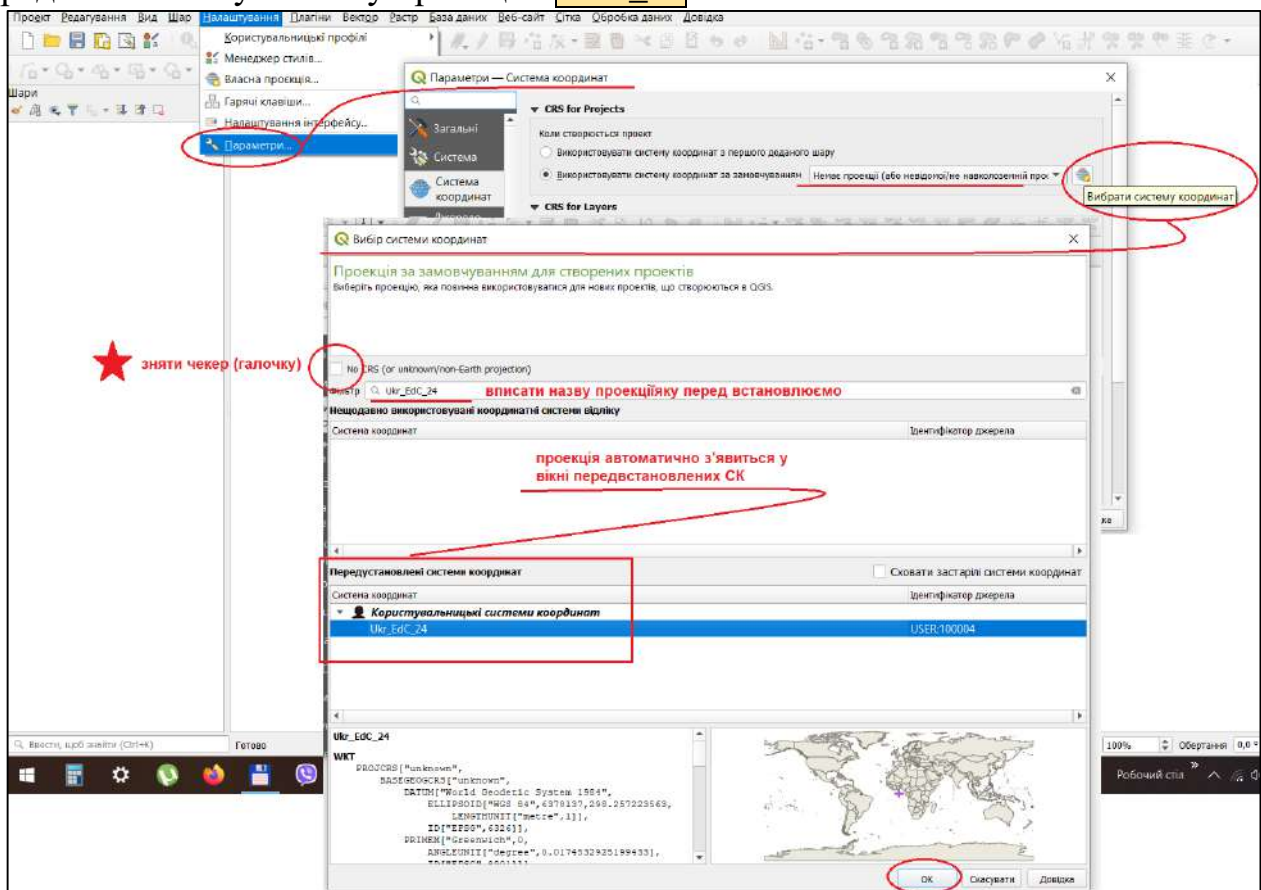


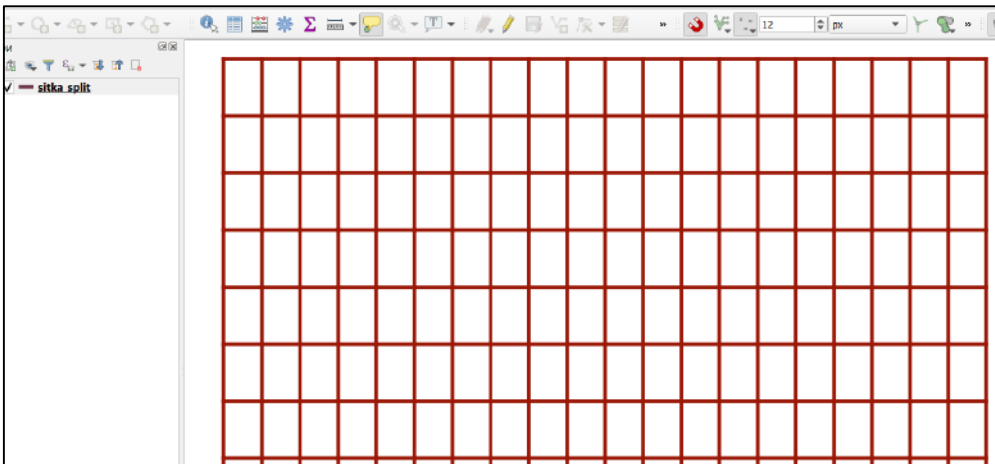
Рис. 1.31. Встановлення проекції в новому проекті

- **Налаштування – Параметри** – у вікні «CRS for Project» діалогу «Параметри» вибрати систему координат
- В діалозі «**Вибір координат**» зняти галочку для визначення параметрів невідомої СК та проекції «по CRS»

- Зкопіювати шифр назви кінчної проекції та вставити її у фільтр пошуку
- Проекція має з'явитися у вікні «Передвстановлені системи координат»
- Натиснути **ОК**

25) Зберегти зміни та і сам новий проект можна через функціональне меню **Проект – Зберегти як..** вказавши локацію розміщення проекту у файловій системі, назву (Prj_EdC_48 та тип (.qgs) файлу в якому зберігається проект

Додати в проект шар раніше створеної та розрізаної на сегменти координатної сітки (*sitka_split.shp*): **Шар – Додати – Векторний Шар** – в *діалозі* вказати локацію де зберігається шар та вибрати із переліку файлів – **ОК**



Сітка в циліндричній проекції в маппері програми має виглядати ось так (дивись рис.1.32).

Рис. 1.32. Візуалізація координатної сітки у циліндричній проекції

26) Для того щоб розпочати прив'язку растру в програмі потрібно відкрити інструменти Геореференсінгу:

- **Меню Растр – Georeferencer** – потім в *діалоговому вікні* «Прив'язка растру» закладка **Файл – Відкрити растр** (вказати локацію де зберігається растр в циліндричній прив'язці, потім вибрати потрібний файл (Region_CYL.png) та відкрити його у вікні прив'язка растрів).

- Далі при натисканні кнопки «Відкрити» растр в кінчній проекції відкриється у вікні «Прив'язка растрів».

Зауважте. Всі подальші процедури з геореференції растрового зображення (прив'язка у циліндричну проекцію) відбуваються за аналогічними процедурами прописаними та проілюстрованими в пунктах 15 – 18 тренінгу 1.

27) Зберегти зміни та і сам новий проект можна через функціональне меню **Проект – Зберегти як..** вказавши локацію розміщення проекту у файловій системі, назву (Prj_EdC_48 та тип (.qgz) файлу в якому зберігається проект

ГРАФІЧНА СКЛАДОВА ГЕОДАНИХ

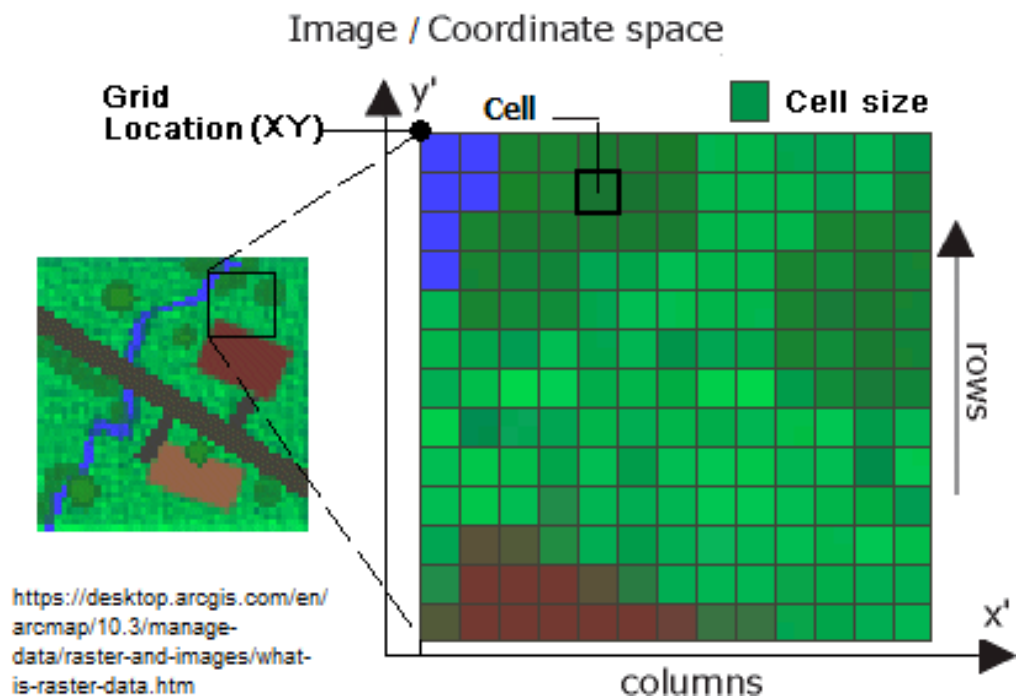
Геометрична складова геоданих дозволяє їхню візуалізацію, тобто відповідає за графічне представлення. В існуючих ГІС здебільшого використовується два способи графічного представлення або формалізації просторових даних. Ці способи характеризуються специфічними правилами організації інформації про об'єкти реального світу у вигляді **растрової та векторної моделі даних**.

Спосіб представлення геоданих растровою моделлю полягає в поділі реального земного простору на множину суміжних елементів – **пікселів/просторових комірок (pixel/cell)**.

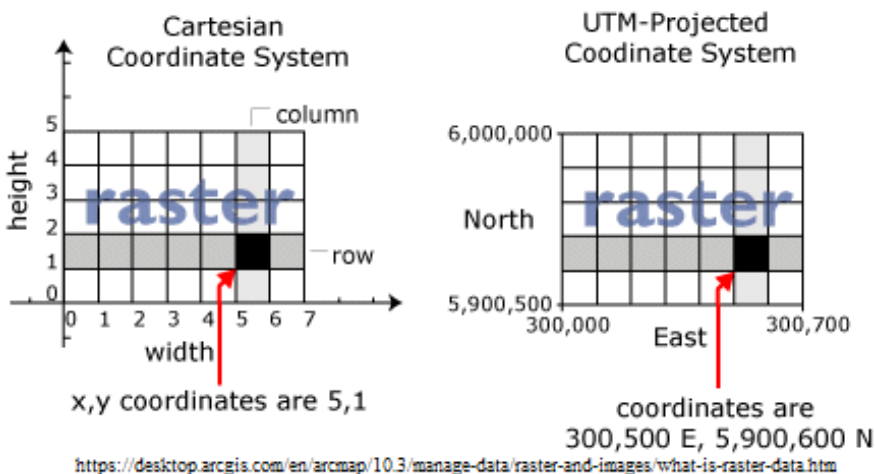
Множини пікселів, що мають однаковий розмір впорядковані у формі регулярної сітки – **grid/матриці**. Кожен елемент **grid** описується якнайменш трьома значеннями

(координатами): X , Y – **просторові координати**

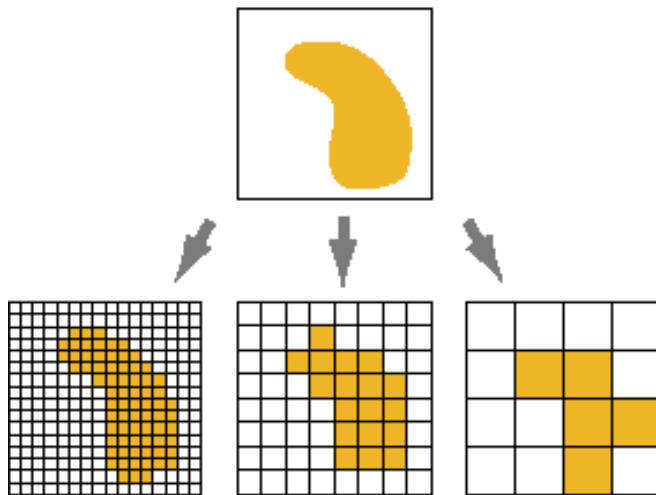
(виражені у вигляді рядку та стовпчика в яких знаходиться) та **Z-семантичні дані**. Тому растрова модель даних містить, окрім відомостей про локалізацію об'єктів ще й інформацію про те, що саме є в даному конкретному місці.



Отже, растрові дані в ГІС мають **чотири властивості**:



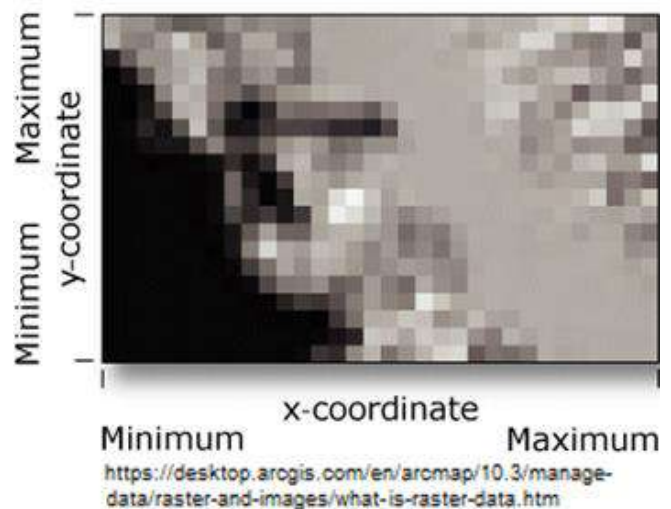
Місцезнаходження будь-якої комірки растру визначається рядком і стовпчиком **grid** тобто **власною координатною системою**. По суті **grid** являє собою Декартову систему координат, в якій рядки **grid** паралельні осі X , а стовпці - осі Y . Номери рядків і стовпців починаються з 0.



<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/raster-basics.htm>

Розмір комірки растру (висота та ширина пікселю), що впливає на роздільну здатність зображення явищ та об'єктів. Чим меншою є розміри комірок растру тим вищою є роздільна здатність зображення. Чим вищою є роздільна здатність зображення тим детальніше буде відображення об'єктів реального світу.

Екстент (певна кількість рядків та стовпчиків) растру вся сукупність комірок, що мають однаковий розмір і визначається верхньою лівою, верхньою правою, нижньою лівою та нижньою правою координатами прямокутника, що вкривається растровим зображенням. опорну координату/місце розташування у вигляді пари x, y координат (зазвичай це верхній лівий кут або нижній лівий кут растру).



Grid Location (XY)

1	1	1	1	2	2	4	3
1	1	2	2	2	4	3	6
1	2	2	2	5	4	6	6
2	2	2	5	4	3	6	6
2	2	5	2	4	4	6	6
2	5	5	2	5	4	4	3
5	4	4	5	2	5	4	4
4	4	4	4	4	2	5	4

List of cell values

[11112243
11222436
12225466
22254366
22524466
25525443
54452544
4444254]

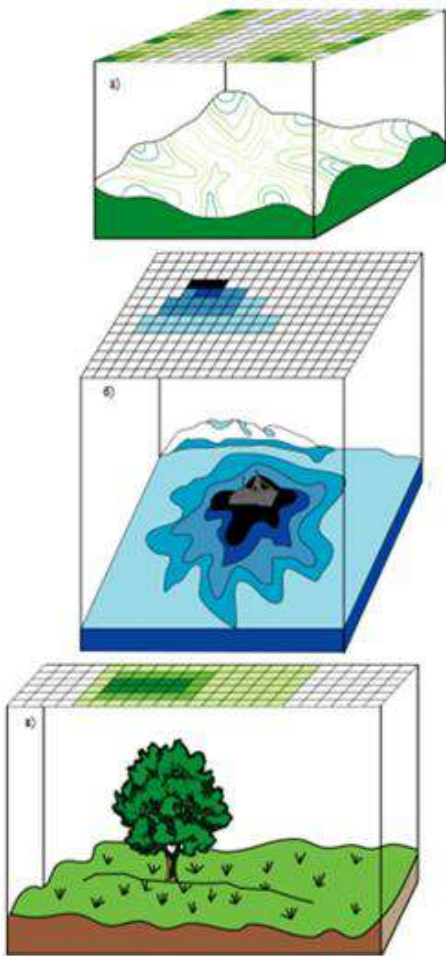
<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/raster-basics.htm>

комірка) вздовж кожного рядка до кінцевої точки растру (крайня права нижня комірка).

Значення комірок растрів (*величина атрибуту*) можуть бути як додатніми, так і від'ємними, цілочисельними або з плаваючою комою. Цілі значення комірок зазвичай використовуються для представлення дискретних даних, а значення комірок з плаваючою комою – для представлення безперервних полів (явищ із континуальним розподілом). Крім всього, комірки растрів можуть мати значення «NoData» і це вказує на відсутність даних в конкретній локації.

Всі ці відомості використовуються для виявлення місцеположення певної комірки, а вже при наявності місцеположення структура растрових даних представлена *переліком значень* всіх без винятку комірок (в *екстенції* растру) в порядку від початкової точки растру (крайня верхня ліва

Растрову модель представлення даних часто використовують для аналізу безперервних явищ, тобто таких, які мають здатність до безперервного просторово-часового розподілу (гіпсометрія поверхні Землі та інші). Найчастіше континуальність явищ візуалізують у вигляді безперервних поверхонь.

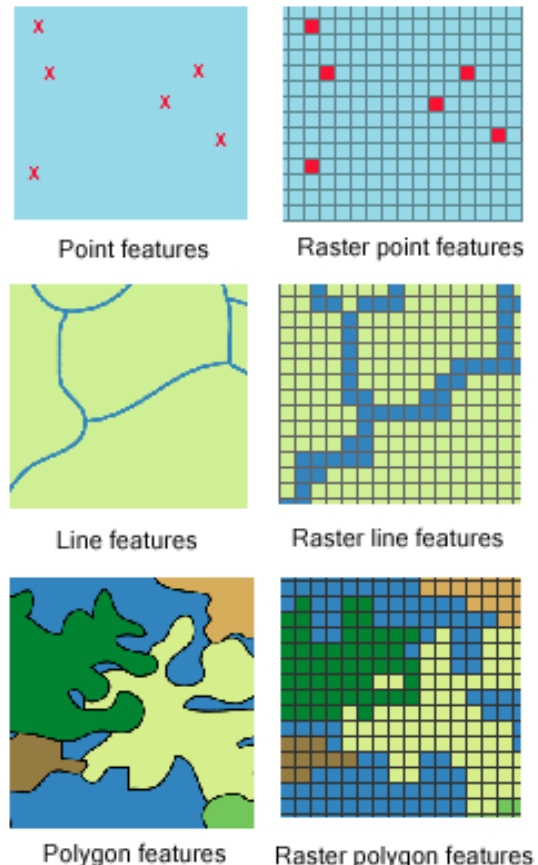


А) Безперервна поверхня відображає явище, в якому кожна точка поверхні є мірою щільності або мірою відношення до якоїсь фіксованої точки простору. Континуальні дані також називаються полями (недискретні або даними поверхонь). Наприклад, один типів безперервної поверхні обчислюється на основі характеристик, що визначаються властивостями земної поверхні – висота поверхні відносно рівневого еталону; експозиція поверхні – один з напрямків відносно сторін горизонту.

Б) Безперервна поверхня представляє явище, що поступово змінюється (кількісно) в міру віддалення від фіксованої точки (розподіл популяції, розподіл ринкових показників, доступність об'єктів, забруднення, поширення захворювання/явища, інтенсивність процесу – буде відбуватися відносно певного вогнища/джерела/пункту тощо).

В) До об'єктів, які формують континуум, віднесемо типи ґрунтів, межі рослинного покриву (ліси/луки/акваторія...), заболочених ділянок, а також різноманітні зони/регіони/ареали поширення.

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/103/manage-data/raster-and-images/how-features-are-represented-in-a-raster.htm>



Проте, растрові моделі даних також використовують і для представлення дискретних явищ, зокрема, точкових об'єктів, ліній та областей тощо. Для представлення дискретних географічних об'єктів використовують елементарні елементи растру – пікселі/комірки растру. Точкові дискретні об'єкти мають графічну інтерпретацію у вигляді окремих пікселів. Лінії в растрах представляються у вигляді ланцюгів з'єднаних послідовно пікселів. Області представляються в растрах наборами суміжних комірок, який є двовимірною структурою.

Реалізація аналітичних процедур, що базуються на растровій моделі представлення даних, здійснюється із використанням процедур картографічної алгебри.

Найпоширенішим способом отримання растрових даних є: фотозображення – аеро-, космічна, локаторна зйомка – дані ДЗЗ, що отримані за допомогою супутників, літальних та інших апаратів; креслення – топографічні карти, плани, технічні креслення, схеми; рисунки; тексти – документи, таблиці.

Переведення у цифровий вигляд растрових даних відбувається найчастіше шляхом сканування аналогових носіїв або отримання їх вже у цифровому форматі (локаторна, космічна зйомка тощо) та подальшого векторизування.

Інформація, що зберігається в растрах може бути:

- *якісною*, тобто, тематичні дані про властивості земної поверхні, явища, об'єкти реально світу тощо: тип рослинності, тип/характер геологічних відкладів тощо;

- *кількісною*, тобто, спектральні дані, що демонструють величини певної властивості у конкретних комірках растру: значення магнітного поля Землі, значення висоти поверхні, значення нахилу поверхні, родючість ґрунту, забруднення тощо;

- *візуальною*, тобто, графічні дані, що є простими сканованими зображеннями/фотовідбитками.

Стандартні формати зберігання растрових даних: *pngf* – стандартний формат в топографічній графіці і видавничих системах; *jpeg* – призначений для зберігання зображень із різним ступенем стиснення; *gif* – формат обміну графічними даними, який служить для запису і зберігання растрових графічних зображень; *bmp* – найпростіше кодування (за пікселями) зображення послідовно по рядках, починаючи з нижнього лівого кута графічного зображення; *wmf* – використовується для обміну графічними даними між додатками ОС Microsoft Windows; *png* – формат зберігання растрової графіки, що використовує стиснення без втрати якості зображення; *Erdas Imagine*; *ESRI Arc Grid*; *MrSID*.

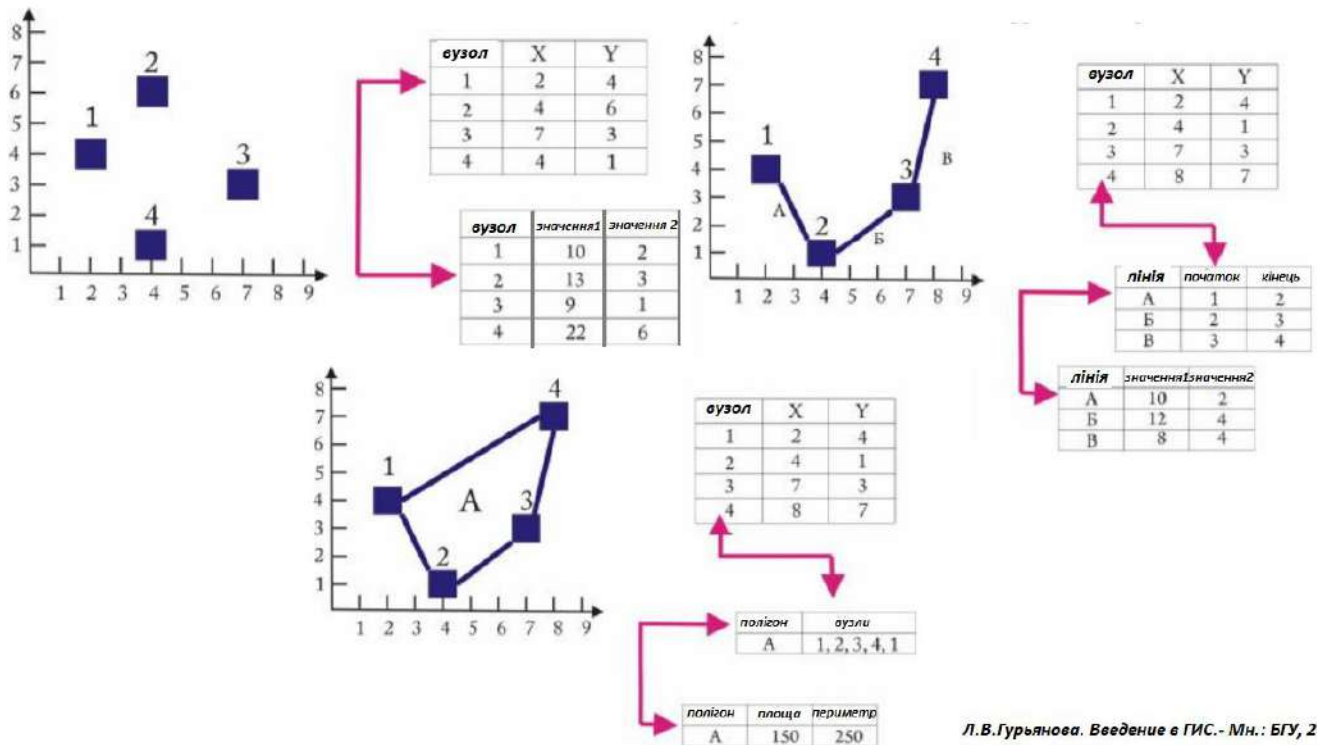
До *переваг растрових моделей даних* відносяться поєднання позиційної і атрибутивної складової просторових даних в прямокутній матриці, що зумовлює відсутність потреби в спеціальних засобах збереження й обробки атрибутів просторових даних (на відміну ніж у векторній моделі). Це спрощує процедури аналітичних операцій (оверлейний аналіз зокрема). *Недоліками растрової моделі геоданих* є: значна ємність пам'яті, при стисненні та збереженні растрових даних; недостатньо висока точність локалізації точкових об'єктів і зображення ліній, що зумовлена генералізацією інформації в межах комірок растру.

Векторний спосіб формалізації просторових даних, або векторна модель ґрунтується на використанні наборів елементарних графічних об'єктів - примітивів (*features*). Векторна модель геоданих визначається базовими елементами: вузол (*node/vertex*) та сегментів – ліній, що з'єднують вузли (*line/sketch*). Графічними примітивами векторної моделі вважають:

- ✓ точку (*point*) – первинний графічний елемент, що описується координатами (x, y), що визначають місцеположення об'єктів в просторі, до яких можна додати різного роду семантичні дані.

- ✓ лінію (*line*) – сегмент прямої, що з'єднує дві точки з координатами (x1, y1) і (x2, y2). Лінійний примітив може формувати більш складну геометрію – полілінію (*polyline*), що являє собою послідовність сегментів. Лінійні примітиви описуються координатами вузлів, мають початок, кінець та напрям тощо.

✓ полігон (*polygon*) – замкнена полілінія, в якій початковий вузол є кінцевим. Полігональні графічні об'єкти також описуються координатами вузлів. А завдяки замкненості сегментів для полігонів обраховуються периметр та площа.



В ряді прикладних пакетів ГІС геодані можуть бути формалізовані також у вигляді і інших графічних об'єктів, зокрема, мультиточка (*multipoint*) та тримірна лінія (*3D-line*). Такі графічні об'єкти описуються не лише значеннями координат вузлів «x» та «y», а також ще й значенням координати – «z».

Так, мультиточкові об'єкти – це об'єкти, що складаються наборами елементарних точкових об'єктів (графічно), але при цьому описуються єдиним набором атрибутів у БД.

Особливістю 3D-ліній є автоматичне включення z-значень в табличні поля ідентифікатору. Це означає, що значення «z» автоматично присвоюється кожній новій вершині, створеній для 3D-лінії, що дозволяє їй з'єднувати будь-які дві точки разом, незалежно від того, знаходяться вони над або під певною поверхнею. Функції 3D-ліній в середовищі ArcGIS полегшують маніпуляції із інформацією про підземні транспортні шляхи та транспортні мережі всередині об'ємних об'єктів тощо, курси польоту літаків, лінії напрямів огляду та ін.

Найчастіше вектор використовують для представлення дискретних просторових об'єктів, явищ тощо у вигляді дискретних наборів графічних примітивів (точок, ліній, полігонів). Реалізація аналітичних процедур ГІС, що базуються на векторній моделі представлення даних, здійснюється із використанням процедур аналітичної геометрії.

Векторні дані зазвичай мають набагато менший розмір, ніж растрові. Їх легко трансформувати і проводити над ними бінарні операції. Векторні дані легко перетворити на растрові, в той час як обернена процедура набагато складніша.

Основними перевагами векторних моделей представлення геоданих є: компактність стиснення та збереження; висока точність локалізації точкових об'єктів і зображення ліній. Проте, до недоліків векторної моделі геоданих відноситься: складна система опису топологічної структури геоданих (обробка

вимагає виконання складних геометричних алгоритмів визначення положення вузлів, стиковки сегментів, замикання полігонів та ін.). Це сповільнює маніпулювання векторними даними.

Обидві моделі графічної формалізації геоданих є значущими в поданні та аналізі даних. В залежності від поставлених задач та перспективних результатів прикладного дослідження ці дві моделі можуть легко доповнювати одна іншу, де недоліки однієї моделі можуть перетворитися на переваги іншої в аналізі просторової інформації. Це визначає необхідність застосування в рамках ГІС обох способів графічного представлення і можливість конвертації однієї моделі в іншу, що і реалізовано у більшості існуючих ГІС-пакетів.

Основним методом отримання векторних даних є процес переведення растрових даних у векторні за допомогою **векторизації** (оцифрування, діджитайзинг). Процес векторизації растру у ГІС розглядається і здійснюється не просто як створення векторної графіки, а як отримання *топологічно коректних* векторних геоданих для здійснення широкого кола маніпуляцій та аналітичних процедур, зокрема, проведення різних видів просторового аналізу – мережного, інтерполяції та екстраполяції та ін. Векторизація може бути здійснена у різних режимах: автоматичному, напівавтоматичному та ручному.

Векторизація є досить трудо- та часомістким процесом, проте, вважається надважливим етапом роботи із просторовими даними в ГІС. Від точності та правильності проведених процедур по оцифруванню растру, в більшості випадків, залежатимуть результати подальших маніпуляцій та аналітичних процедур над отриманими геоданими.

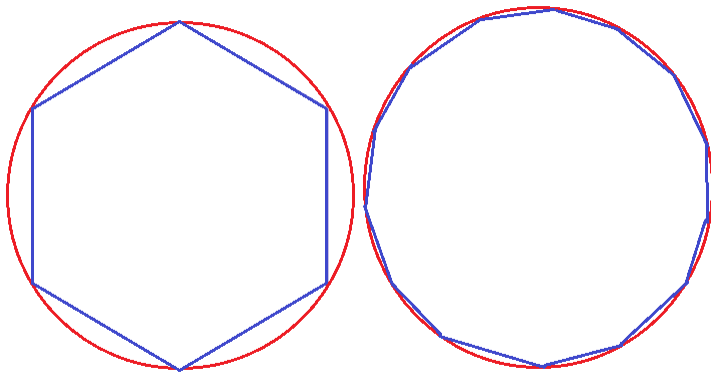
Точність та коректність процесу векторизації підпорядковується чітко встановленим правилам переведення растру у вектор – правилам **топології**, зокрема, наступним:

- ✓ врахування просторової конфігурації та сусідства об'єктів при векторизації,
- ✓ врахування просторової спрямованості об'єктів, що підлягають векторизації (напрямок, інтенсивність та інше),
- ✓ врахування зв'язаності або неперервності графічних об'єктів (об'єкти мають бути стиковані у вузлах або вузлах та сегментах, перетинатися у вузлах, не перериватися у вузлах у випадку цілісного об'єкту векторизації, трасування сусідніх об'єктів у випадку векторизації полігонів має бути проведено по спільним вузлам та сегментам тощо).

Растровими основами векторизації слугують скановані зображення: топографічні або тематичні карти, плани та схеми, а також аеро- та космоснімки, що є результатами дистанційного зондування поверхні Землі. Скановані зображення перед векторизацією підготовлюють, а саме здійснюють геореференцні роботи по прив'язці зображень у відповідні координатні системи.

Детальність векторних даних отриманих в процесі векторизації растру, відповідність векторних контурів контурам растру буде залежати від **базового** (приведеного) **масштабу**. Базовий масштаб поняття не універсальне і буде відповідати масштабу вихідного растру за яким вони створюються. Точність і

відповідність меж векторного об'єкта межах об'єкту в реальності залежатиме від кількості вузлів та сегментів, якими цей об'єкт представлений при векторизації.



Наприклад, коло можна представити полігоном з 10 або навіть 100 вузлами. Але ані в одному, ані в іншому випадках справжнім ідеальним колом цей полігон не стане, просто в останньому випадку він формально матиме більш «колоподібну» форму при крупних масштабах. Однак, за певних масштабів відображення фігури не будуть розрізнятися, тому

при створенні картографічних матеріалів важливо співвідносити запланований масштаб результуючої продукції і реальний масштаб (детальність) вихідних растрових даних, що векторизуються.

ТРЕНІНГ 2. Графічне представлення в середовищі Q GIS: векторизація растрових зображень, редагування графічних об'єктів, процедури з геометричних перетворень геоданих.

Мета тренінгу полягає у отриманні навичок:

- ✓ процедур переведення растрів у векторний тип геоданих та створення графічних об'єктів різної геометрії;
- ✓ роботи із функціями та інструментами створення та редагування графічних об'єктів в шарах проектів;
- ✓ зі створення нових класів графічних об'єктів на основі існуючих в середовищі Q GIS;
- ✓ з процедур геометричних перетворень векторних даних
- ✓ зі створення нових класів графічних об'єктів на основі існуючих в середовищі Q-GIS;
- ✓ буферизація, графічний оверлей та інші аналітичні операції векторної геометрії
- ✓ додавання до проекту даних з зовнішніх (відкритих) джерел географічної інформації у векторному та растровому представленні, робота із доданими даними

Завдання тренінгу:

- ✓ створювати нові робочі проекти та оновлювати їх;
- ✓ навчитися здійснювати векторизацію растрів;
- ✓ редагувати класи графічних об'єктів різної геометрії;
- ✓ здійснювати геометричні перетворення та аналіз векторних даних;
- ✓ додавати зовнішні дані різної геометрії та походження, первинна обробка таких даних

Перспективний результат тренінгу полягає у створенні векторних геоданих, в редагуванні існуючих наборів графічних даних, векторних зокрема: переведення одного типу геометрії в іншій, створення на основі цих перетворень оновлених

класів даних, відпрацювання алгоритмів буферизації, оверлейних процедур та отримання нових класів даних на основі первинних наборів.

Вхідними даними для тренінгу є створений в результаті векторизації растрових зображень набір векторних графічних даних лінійної геометрії (наприклад, LINE_UKR.shp), геодані різної геометрії з зовнішніх джерел географічної інформації (вектор та растр).

Вхідними даними для тренінгу є створені під час попередніх робіт 3 окремі проекти із прив'язаними (в різних проекціях) растрами.

Хід тренінгу

Послідовно відкриваючи (**Проект – Відкрити – у діалозі вказати місцеположення проекту у файловому каталозі – ОК**) кожен з трьох існуючих проектів провести процедуру оцифровки растрових зображень (територіальний поділ України на області) для цього потрібно створити (один !!!) клас геоданих лінійної геометрії для векторної карти областей України: **Line_Ukraine.shp**.

Зауважте. В цьому завданні оцифрування растрів виконується послідовно в 3-х проектах з різними проекціями і тому кордони України на трьох різних растрах складають певний «пазл, процифрувавши який отримуємо цілісний вектор кордонів областей України.

1) Створити клас геоданих лінійної геометрії (створюємо цей електронний шар в одному із існуючих проектів) використовуючи наступний алгоритм:

➤ **Шар – Створити шар – Створити шар Shapefile** – в діалозі прописати назву і вказати локалізацію даних шару, вибрати потрібну геометрію об'єктів, перевірити, що шар створюється в коректній проекції тощо (рис. 2.1.).

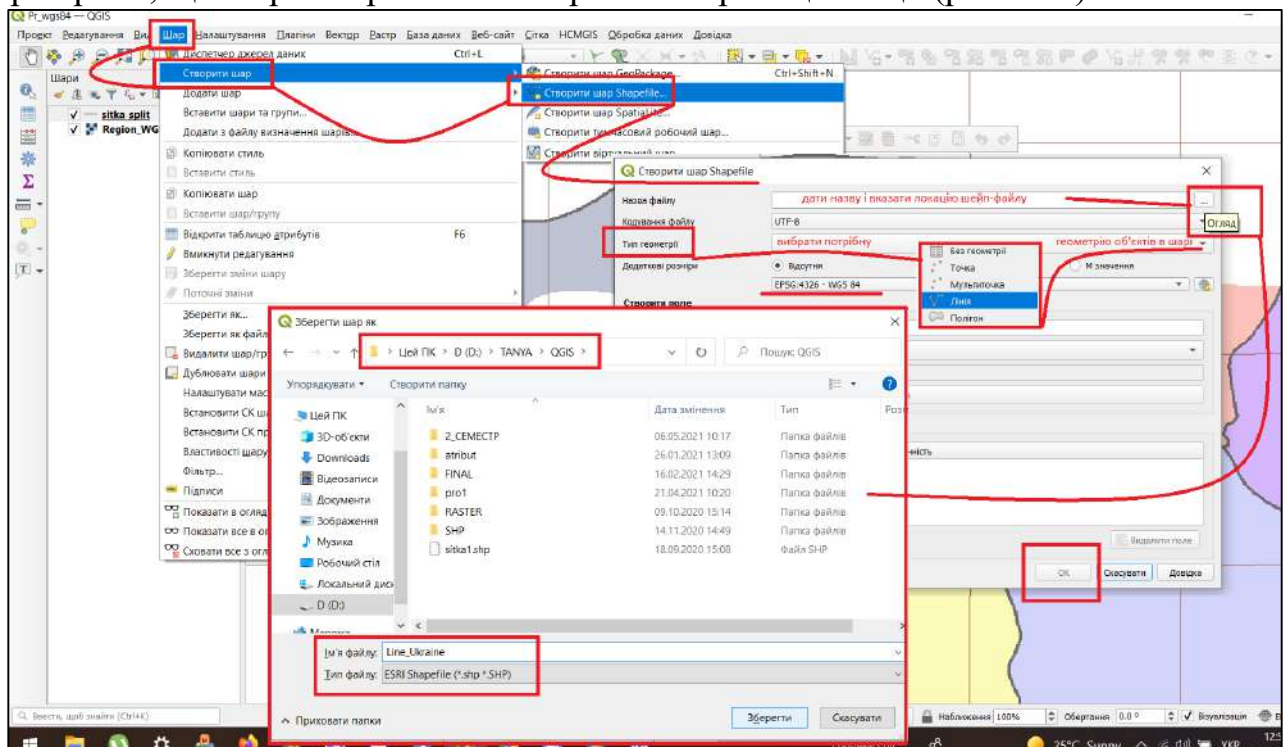


Рис. 2.1. Скріншот процедури створення шейп-файлу лінійно геометрії

2) На панелі шарів проекту автоматично з'явиться новостворений лінійний клас даних. Для подальшої векторизації потрібно активізувати вбудовані інструменти оцифровки, що зібрані на панелях інструментів (рис. 2.2.)

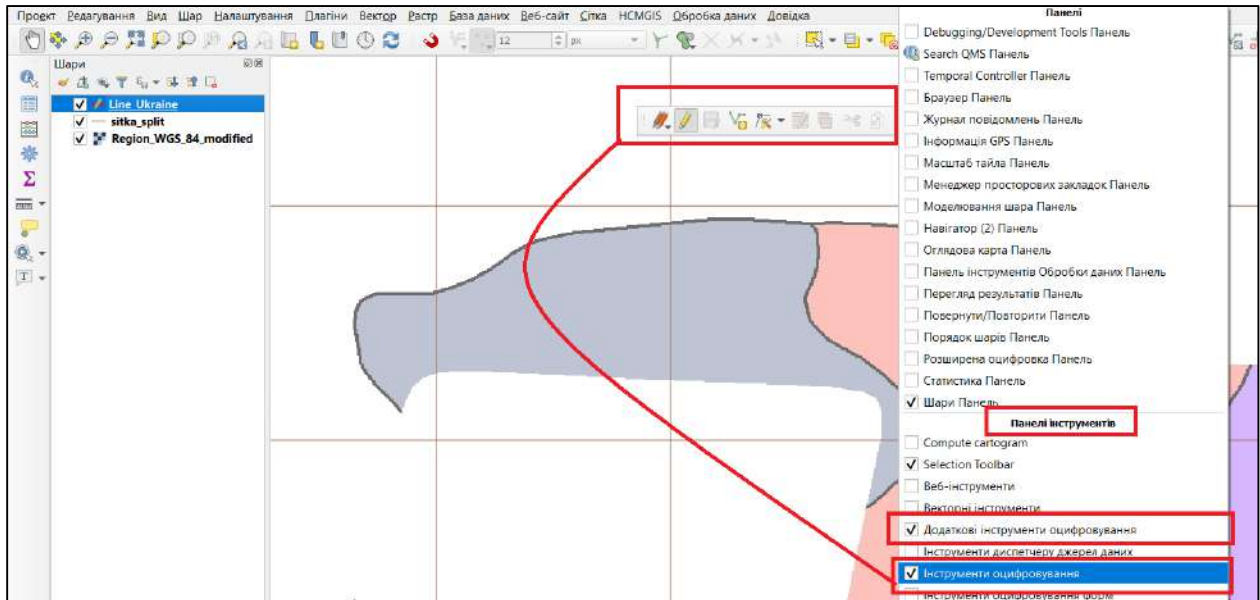


Рис. 2.2. Скріншот активізації панелі інструментів векторизації растрових зображень

3) Для початку процесу векторизації потрібно даний шар зробити активним (редагованим) виконавши наступні дії (рис. 2.3.)

- ПКМ на потрібному шарі
- Ввімкнути редагування
- **Панель оцифровки** стане активною і її можна використовувати для створення та редагування графічних об'єктів в цьому класі даних.

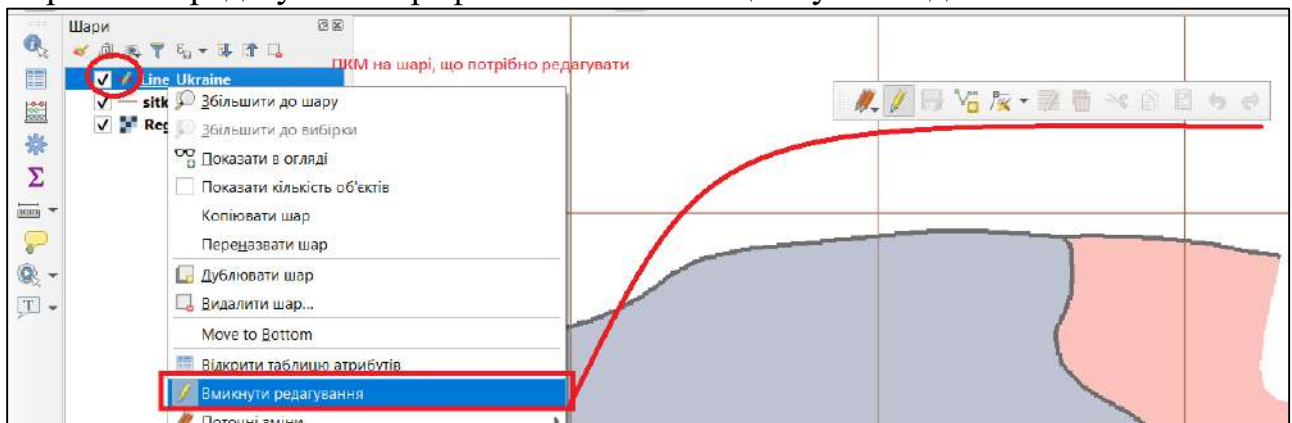


Рис. 2.3. Активізація можливості редагування певного шару у проекті

- На **панелі інструментів векторизації** взяти інструмент «дигітайзер» - піктограмка «Додати лінійний об'єкт» і промалювати ним по контуру (на растрі це темно-сірий контур) області України. В результаті ми отримаємо векторні кордони областей (рис. 2.4.).

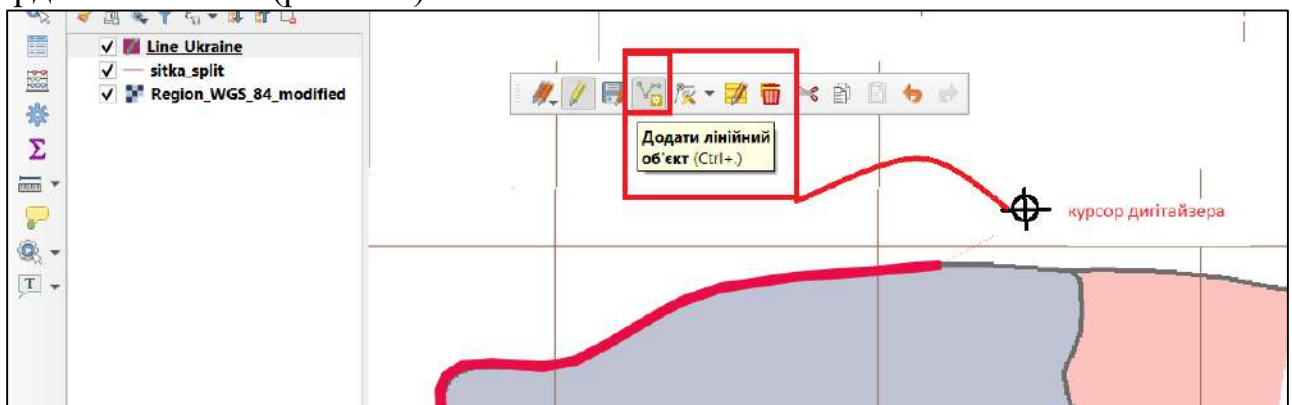


Рис. 2.4. Інструменти векторизації

Промальовка дигітайзером растрових контурів здійснюється при значному масштабуванні зображення задля найкращої якості вектору. **Вектор створюється маніпуляціями комп'ютерної мишки:**

- ✓ один клік **лівої** клавіші мишки – це встановлення вузла (точки початку/кінця сегменту полінії векторного графічного об'єкту.
- ✓ переривання лінії відбувається кліканням **правої** клавіші та натисканням кнопки Enter клавіатури ПК.
- ✓ підтягування курсору «дигітайзера» до потрібного вузла з'єднання / перетину ліній відбувається автоматично за умови вмикання інструментів **панелі «Прилипання»**. Функція прилипання «snapping» (рис. 2.5.) дозволяє зробити процедуру векторизації растру топологічно вірною (окремі шматочки ліній чітко стикаються у вузлах, перетин ліній також відбувається у вузлах тощо)

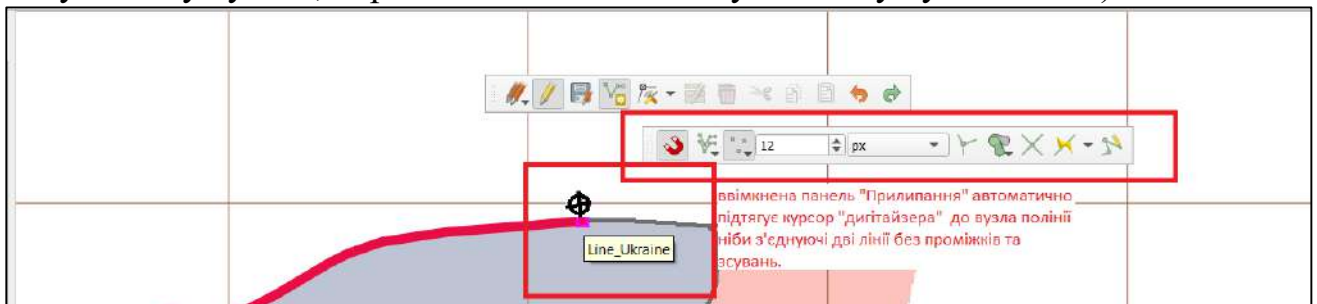


Рис. 2.5. Інструменти панелі «прилипання»

- ✓ вибрати на маптері об'єкт для подальшого редагування можна за допомогою інструментів панелі «**Selection Toolbar**» (рис.2.6.). Обрати інструмент з панельки, підвести до графічного об'єкта і клікнути по ньому мишкою. Об'єкт підсвітиться яскравим жовтим кольором із червоними перехрестями вузлів полілінії.

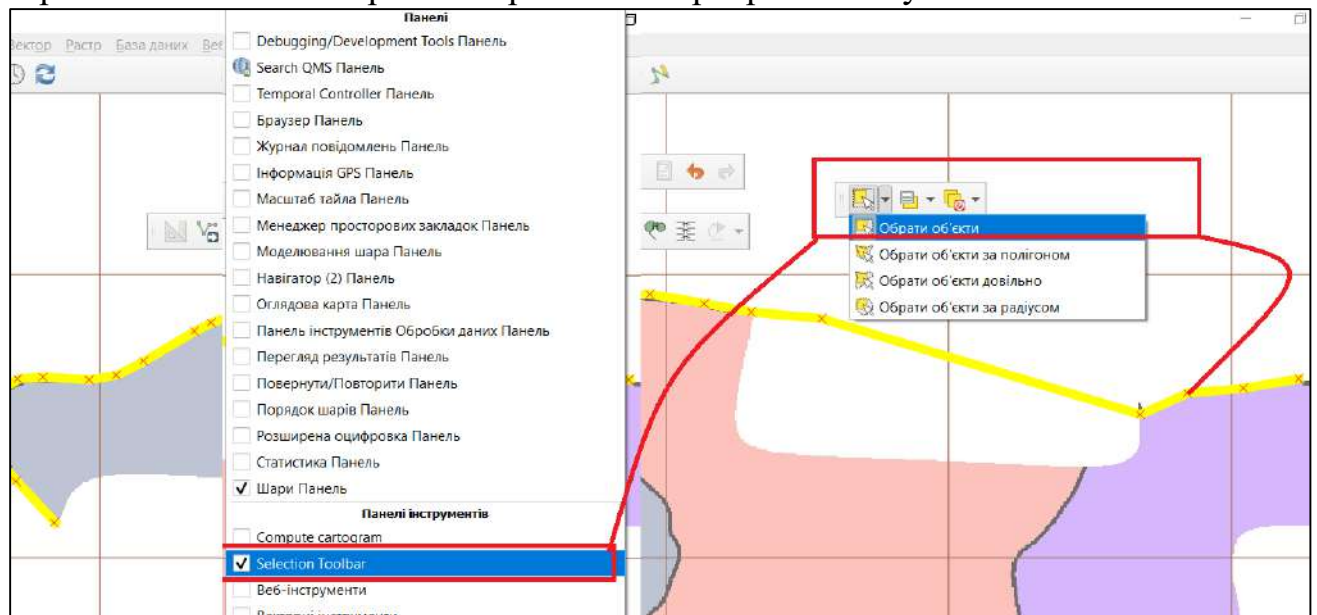


Рис. 2.6. Інструменти вибору об'єктів в канві карти (маптері)

- ✓ розділити об'єкт на декілька можна у вузлах ліній/полігонів (рис. 2.7.): для цього потрібно виділити об'єкт на маптері, обрати на панелі «**Додаткові інструменти оцифрування**» інструмент «розділити об'єкт», піднести до потрібного вузла і клікнути мишкою.

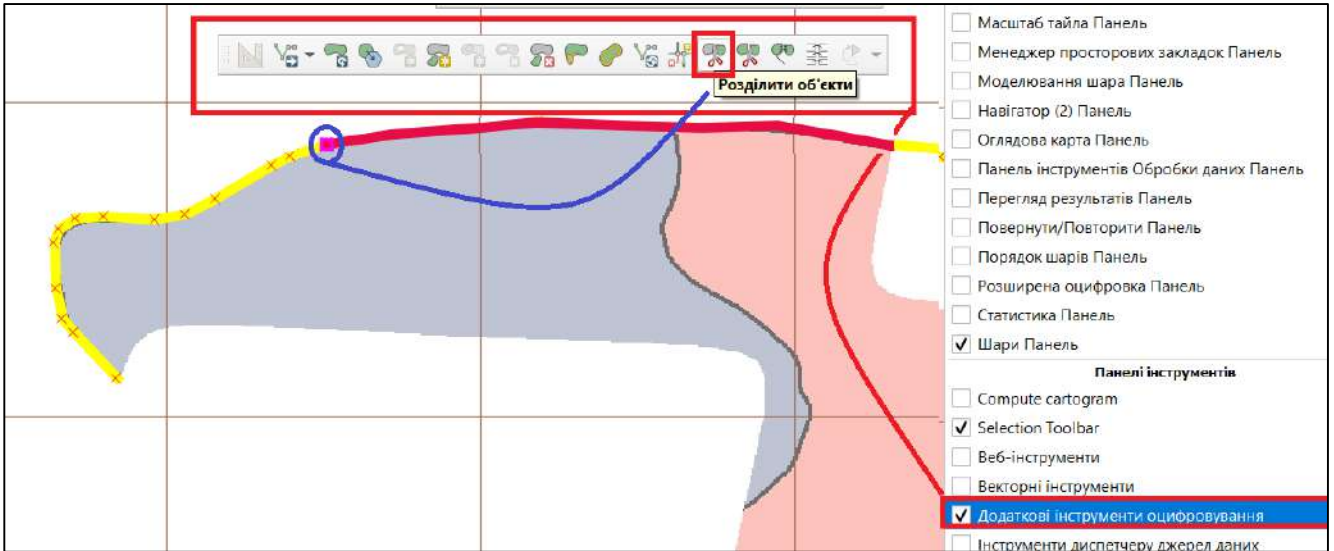


Рис.2.7. Інструмент розділення цілісного об'єкту на частини (зберігаючи топологію)

- ✓ аналогічно вибравши потрібний інструмент на цій панельці можна об'єднати графічні об'єкти.
- ✓ виправити конфігурацію лінії можна в режимі редагування і виділення зафіксувавши потрібний вузол лінії перенести його мишкою в потрібне місце.
- ✓ видалити вузли лінії можна за допомогою інструменту «**Інструмент вертексу (поточний шар)**» з панелі інструментів «**оцифрування**» (рис. 2.8.).

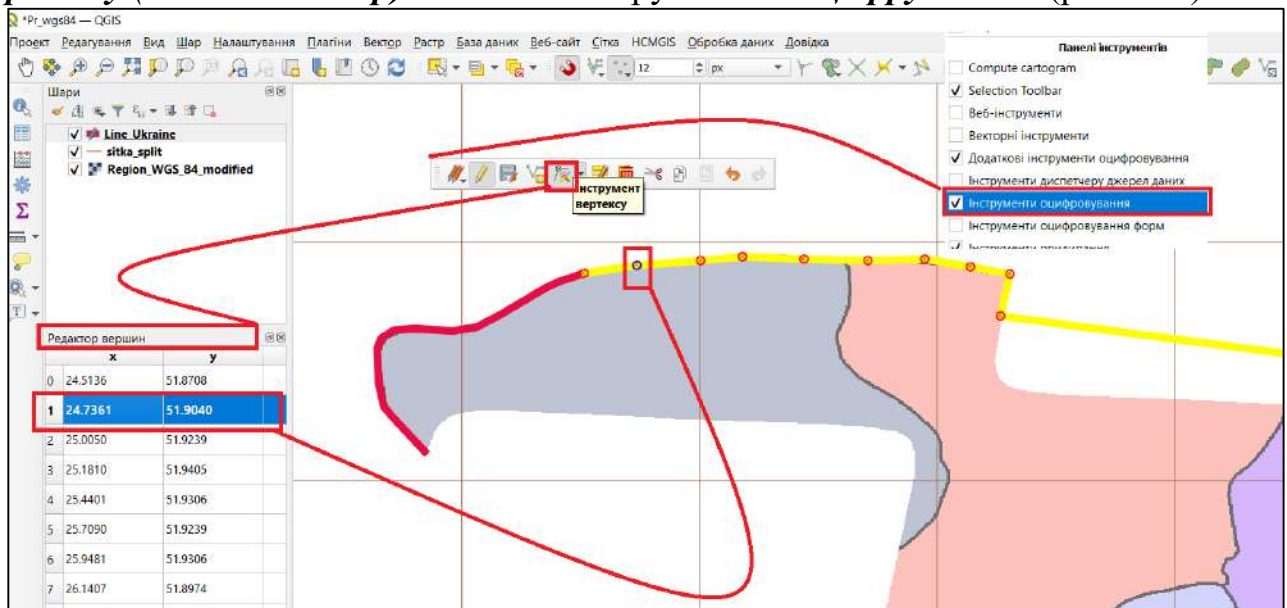


Рис.2.8. Інструменти роботи із вузлами графічного об'єкту в машпері

- ✓ Вибравши цей інструмент з'явиться ліворуч **панель «Редактор вершин»**, а виділивши лінію правим кліком мишки на об'єкті редагування можна візуалізувати таблицю всіх вузлів лінії (із координатами та існуючими атрибутами) виділивши вузол в таблиці і натиснувши «*delete*» на клавіатурі вузол видалиться.
- ✓ додати вузол можна також при активізації «редактору вершин» і маніпулюванні (кліком) мишки (один клік – зачепити лінію в місці утворення вузла і другий клік – для фіксації його положення на цій лінії)

4) Час від часу в шарі потрібно зберігати всі поточні (бажані) зміни. Це можна зробити натисканням піктограмки «**зберегти зміни**» на панельці інструментів оцифровки або ПКМ на шарі ліній - «**Поточні зміни**» (рис. 2.9.).

Оцифрувавши всі об'єкти на растровому зображенні в поточному проекті потрібно зберегти зміни в створеному шарі: **ПКМ на шарі – Зберегти зміни шару – далі за вказівками з діалогу.**

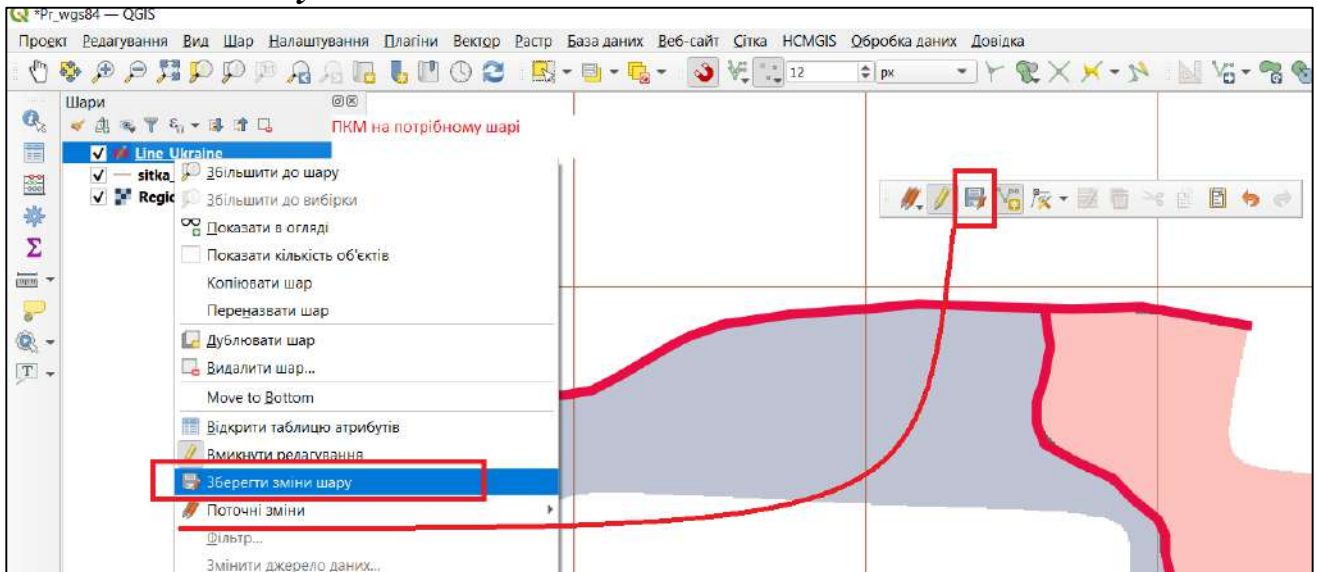


Рис.2.9. Скріншот процедури збереження поточних змін у шарі

5) Закрити проект і зберегти в ньому зміни.

6) **Відкрити наступний проект в іншій проекції** (з 3-х раніше створених).

7) Додати в поточний проект вже існуючий шар **Line_Ukraine.shp** використовуючи алгоритм (рис. 2.10.):

➤ Меню **Шар – Додати шар – Додати векторний шар** – в діалозі встановити **локалізацію даних** і натиснути «Відкрити» - потім натиснути «Додати».

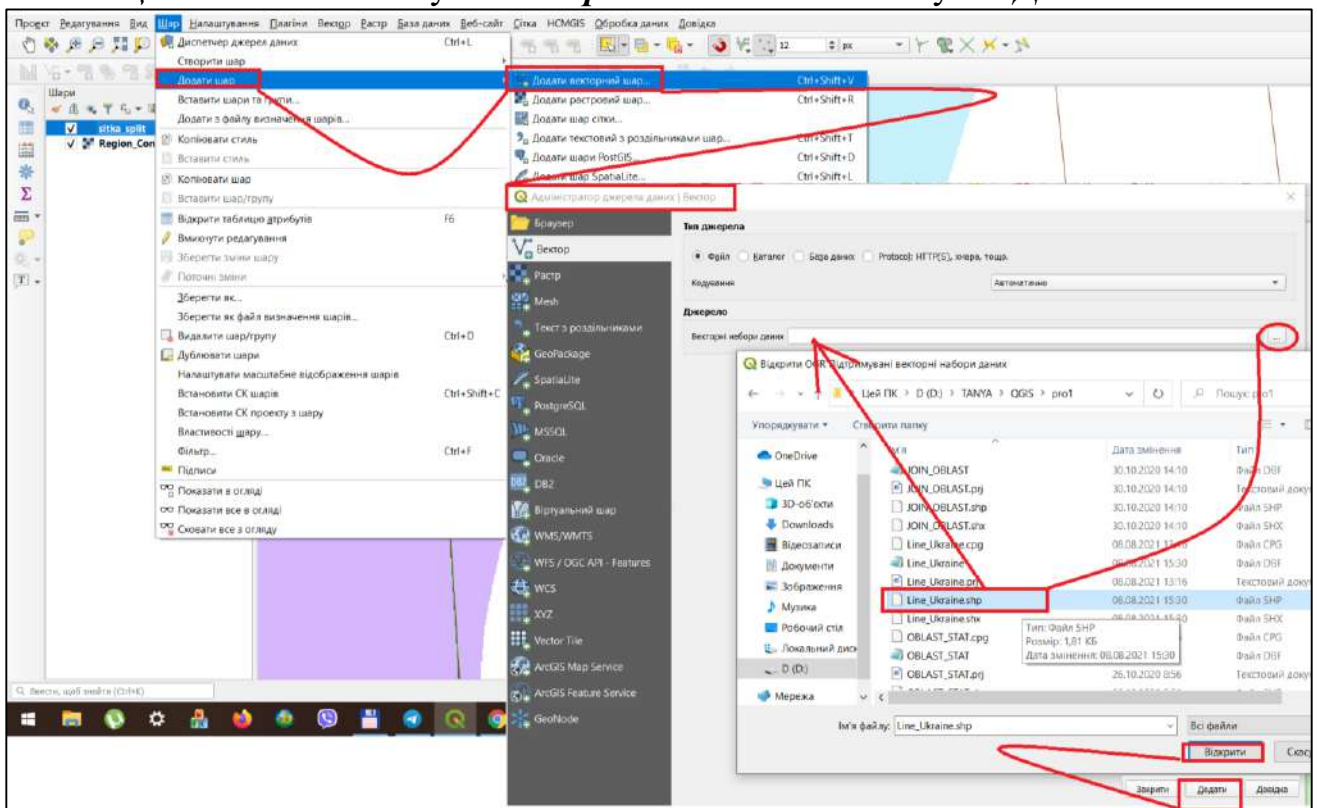


Рис.2.10. Скріншот процедури відкриття існуючого шару в поточний проект

Зауважте. При додаванні шару спроектованого в іншій проекції іншого проекту програма автоматично перепроєктовує векторні дані у чинну (для цього проекту) СК та застосовує до даних проекцію поточного проекту.

- 8) **Продовжити векторизацію** у векторному лінійному шарі кордонів регіонів України Line_Ukraine.shp.
- 9) Зберегти зміни в шарі та поточному проекті, закрити його та відкрити останній проект в іншій проекції (з 3-х раніше створених).
- 10) Оцифрувати остаточно всі межі областей України.
- 11) Зберегти зміни в шарі та поточному проекті, закрити створений проект.

Після векторизації всіх растрів (попереднє виконання векторизації в трьох проектах з різними СК) отримано цифрову карту адміністративного поділу (рівень областей) України. Проте, ця карта не є достатньою основою для проведення подальших аналітичних процедур для виявлення просторових закономірностей розподілу різних явищ по території областей України, оскільки графічні об'єкти, що візуалізують межі областей є лініями. Для проведення процедур просторового, візуального, картометричного аналізу геоданих, що описують області потрібно здійснити ряд геометричних перетворень і отримати полігональні (площинні) області України з лінійних об'єктів.

12) За вже відомим алгоритмом створити **новий проект** (Region_Ukr.qgz) і додати в нього шар лінійної геометрії, який було отримано після векторизації растрів (Line_Ukraine.shp) Здійснити геометричні перетворення над лінійними графічними об'єктами шару LINE_UKR.shp перетворивши лінії в полігони. Процедuru геометричної конвертації виконати відповідно до алгоритму (рис. 2.11):

З панелі інструментів відкрити **панель «Обробка даних»** – вибрати закладку **Векторна геометрія** – вибрати в переліку інструмент **«Побудувати полігони»** - в діалозі встановити **вхідні дані**: локація шейп-файлу з лінійними кордонами та натиснути кнопку **«Запустити»**.

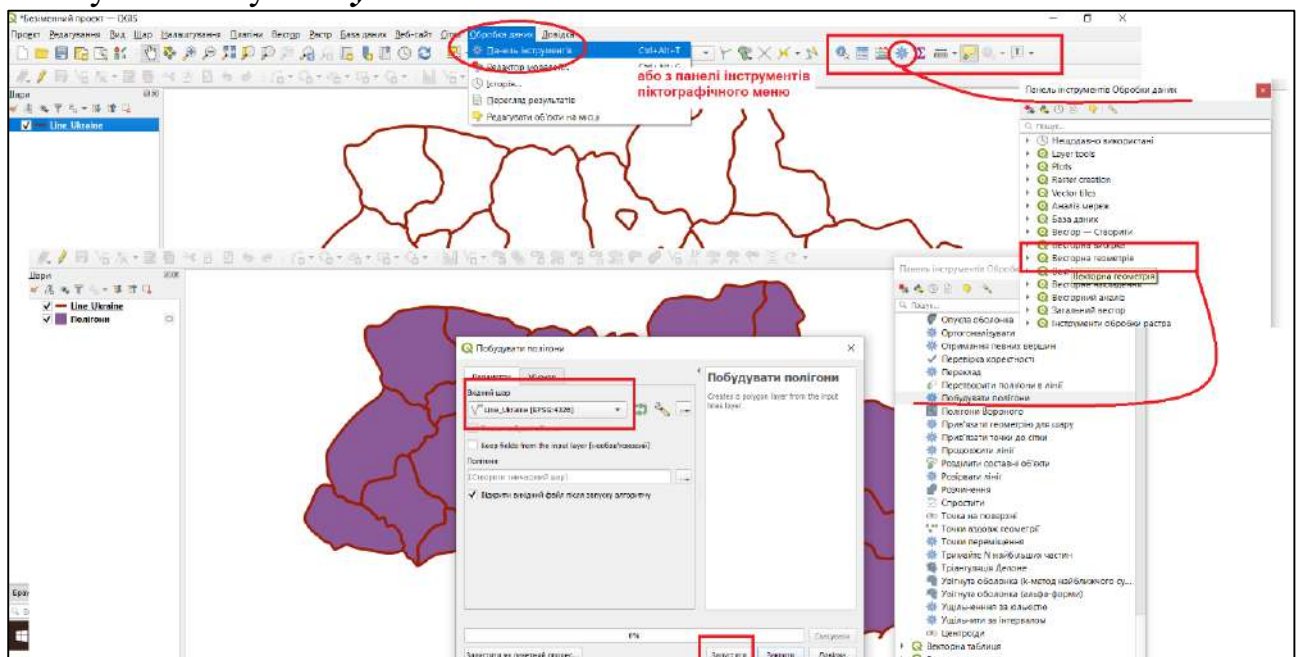


Рис. 2.11. Скріншот відкриття панелі обробки даних

13) Після автоматичного відкриття створеного тимчасового файлу із полігонами областей діалог можна закрити. Та експортувати тимчасовий файл у шейп-файл полігональних областей України (рис. 2.12.):

ПКМ на створеному шарі полігонів на панелі шарів карти – **Експорт – Зберегти об'єкти як...** - в діалозі вказати локацію, назву (*бажано акцентувати на тому що це саме полігональні області – PGN_OBLAST*) та тип (.shp). Шейп-файл автоматично доєднається до шарів карти на панелі Шари

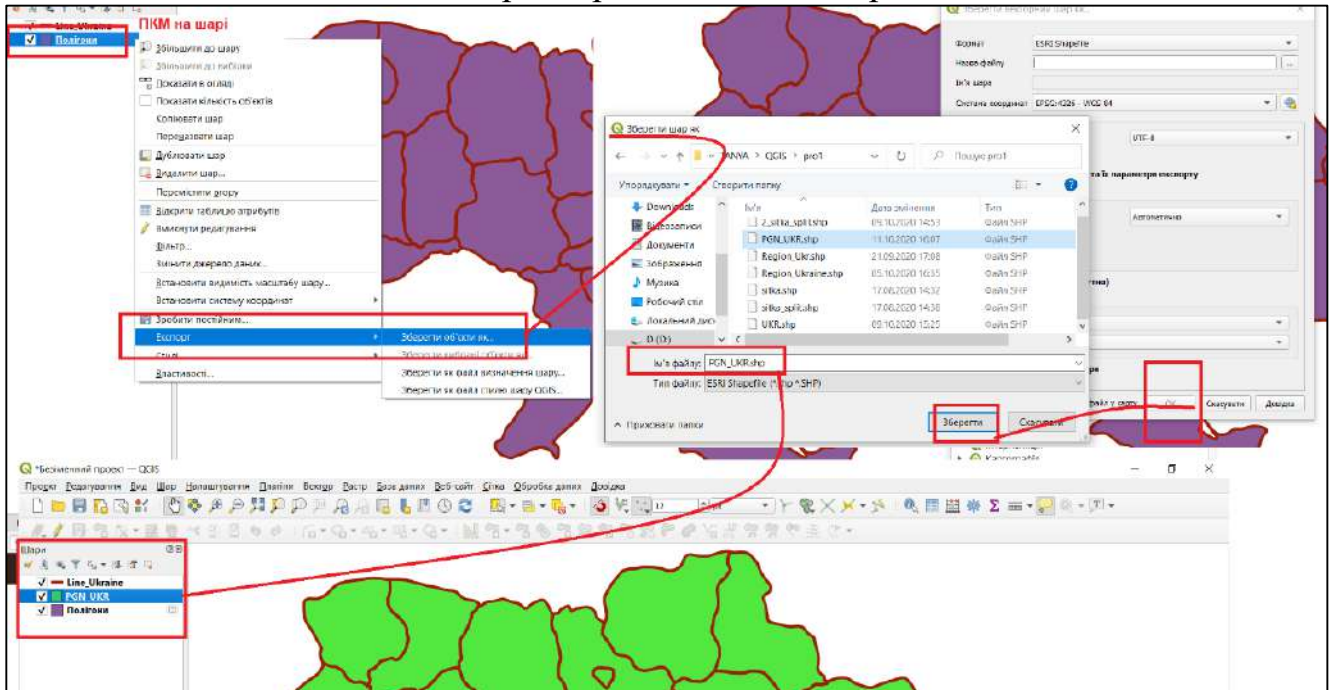


Рис. 2.12. Скріншот процедури експортування тимчасового файлу у постійний шейп-файл

14) Далі потрібно провести **процедуру графічного оверлею** (накладення один на інший двох шарів і отримання на їхній основі нового шару) і створити шар із суцільними кордонами України, так званий **перфорований полігон** – полігон із «дірками». Для цього потрібно створити додатково **векторний шар полігональної геометрії** у вигляді простого прямокутника яким ніби накриваємо наші полігони областей (рис.2.13.):

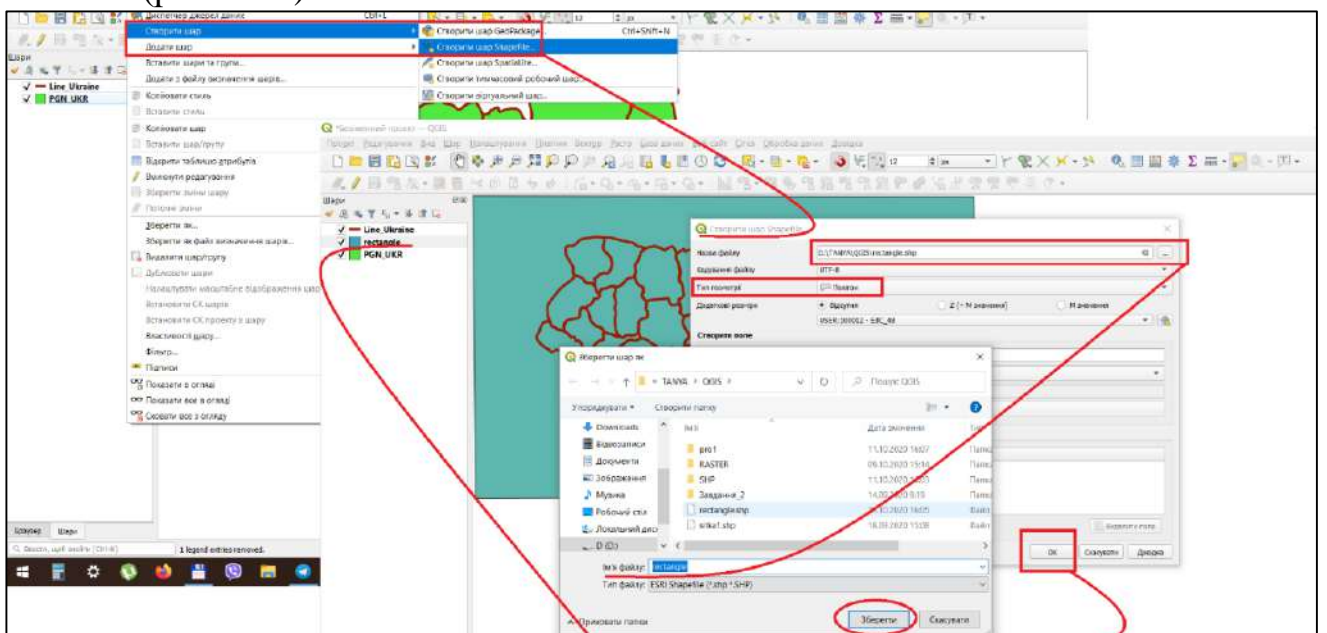


Рис.2.13. Скріншот процедури створення нового полігонального шейп-файлу

Шар – Створити шар – Створити шейп-файл – в діалозі встановити: *тип геометрії – полігон, назву із вказанням локації* після збереження цей шар з'явиться у переліку в панелі шари *але буде невидимим і в ньому за допомогою інструментів векторизації* потрібно окреслити екстент України прямокутником.

➤ Графічний оверлей здійснюється *вирізанням* полігональними кордонами України «дірки» у створеному прямокутнику рис.2.14. (перфорація полігону)

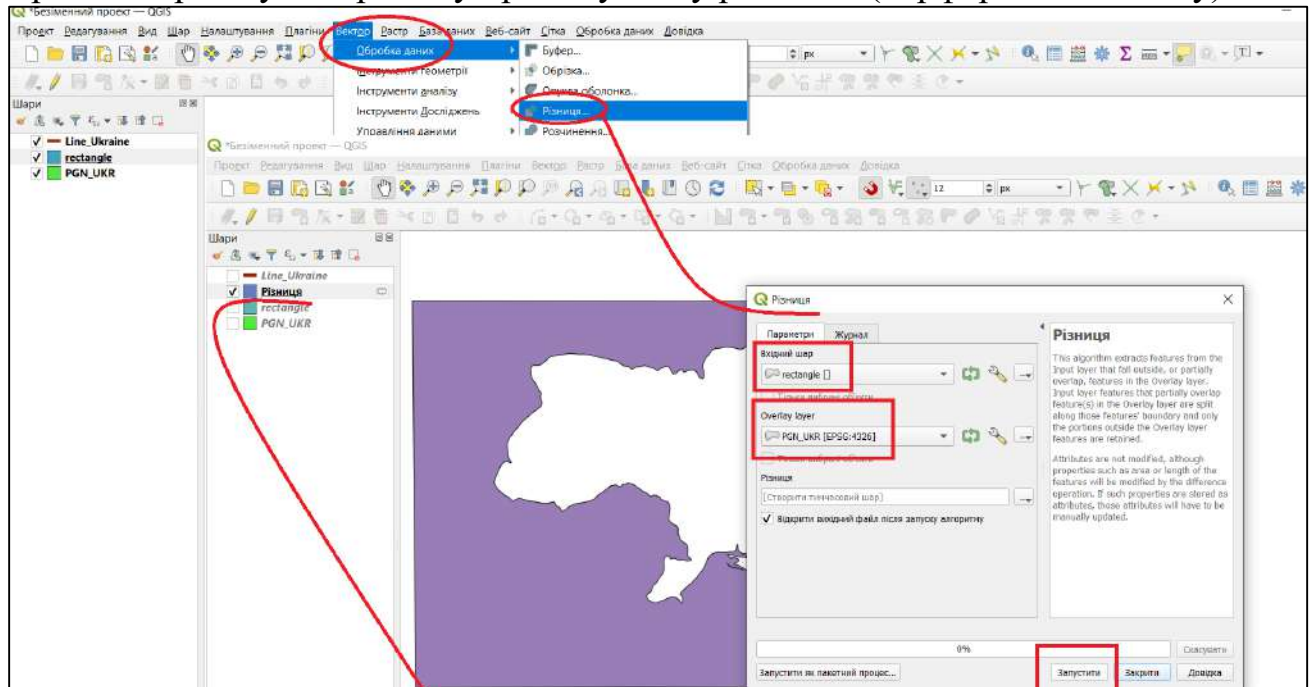


Рис.2.14. Скріншот процедури вирізання одним полігоном іншого

Меню **Вектор – Обробка даних – Різниця** – в діалозі встановити **Вхідними даними шейп-файл із прямокутником та оверлейний шар** (тобто шар даних яким по суті здійснюється процедура вирізання) **полігональні межі областей**.

Зауважте. Обидва шари мають бути **полігональної геометрії!!!!**

Після створення тимчасового файлу з іменем різниця його потрібно зберегти як шейп-файл посередством процедури Експорту - **HOLE_UKRAINE.shp**.

Послідовність розташування шарів у проекті (Region_Ukraine.qgz) після виконання цих завдань тренінгу наступний (рис. 2.15.):

1. Шар (полігональна геометрія об'єктів) із вирізаними кордонами України - **HOLE_UKRAINE.shp**.
2. Шар (полігональна геометрія об'єктів) із геометрично конвертованими областями (лінії в полігони) - **PGN_OBLAST.shp**.
3. Шар (лінійна геометрія об'єктів) із кордонами областей України - **Line_Ukraine.shp**.

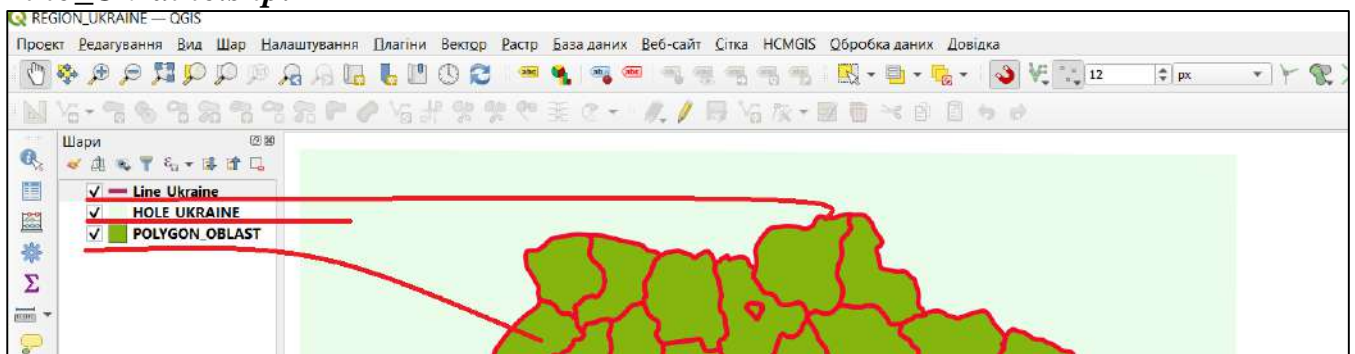


Рис. 2.15. Скріншот переліку наявних шарів проекту

15) Наступне завдання стосується додавання у проект векторних даних з зовнішнього джерела та різні геометричні процедури та векторний аналіз над ними.

➤ Додати дані в проект про межі адміністративних одиниць України з офіційного сайту <https://atu.decentralization.gov.ua/> (рис. 2.16)

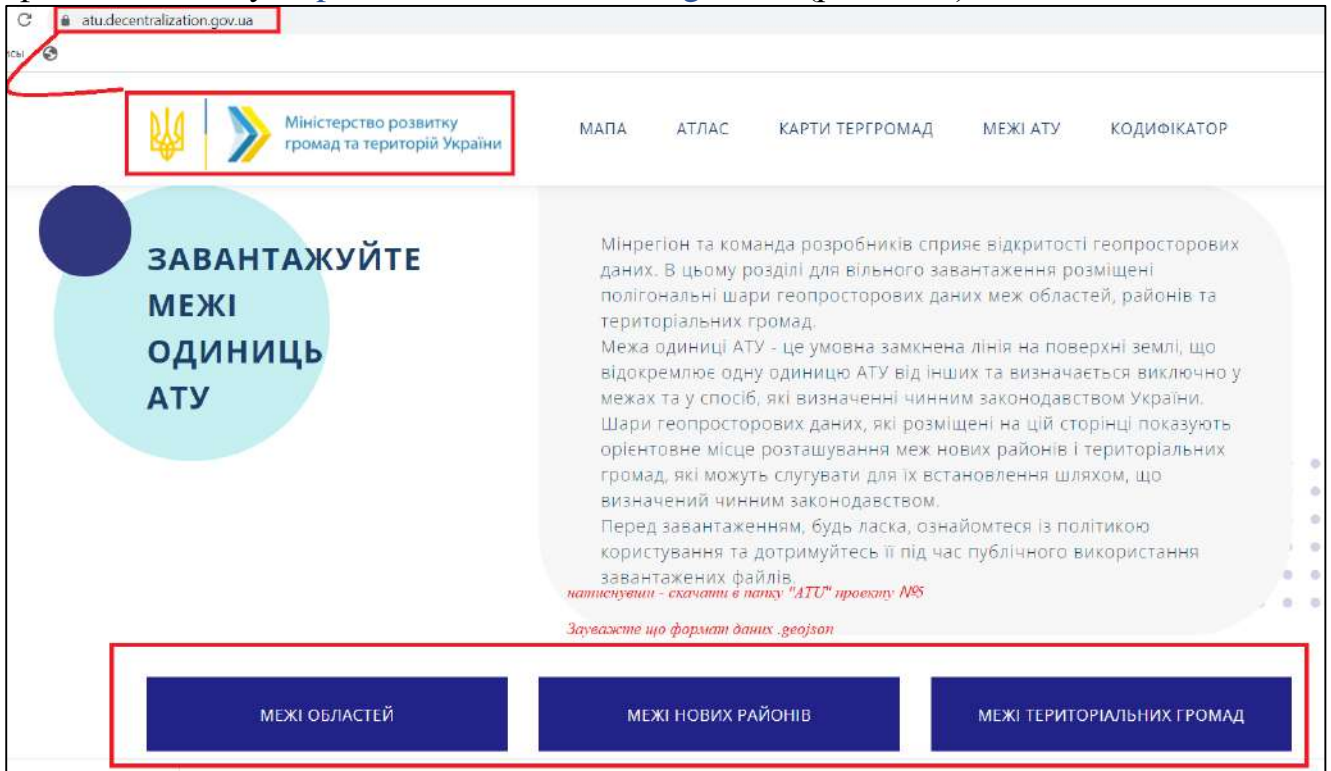


Рис. 2.16. Скріншот сторінки сайту Мінрегіонів та нового АТУ

➤ Після додавання шару із межами областей можна його експортувати шар формату **.geojson** у **.shp** (ПКМ на шарі – експорт – зберегти об'єкти як – далі працюємо в діалозі збереження)

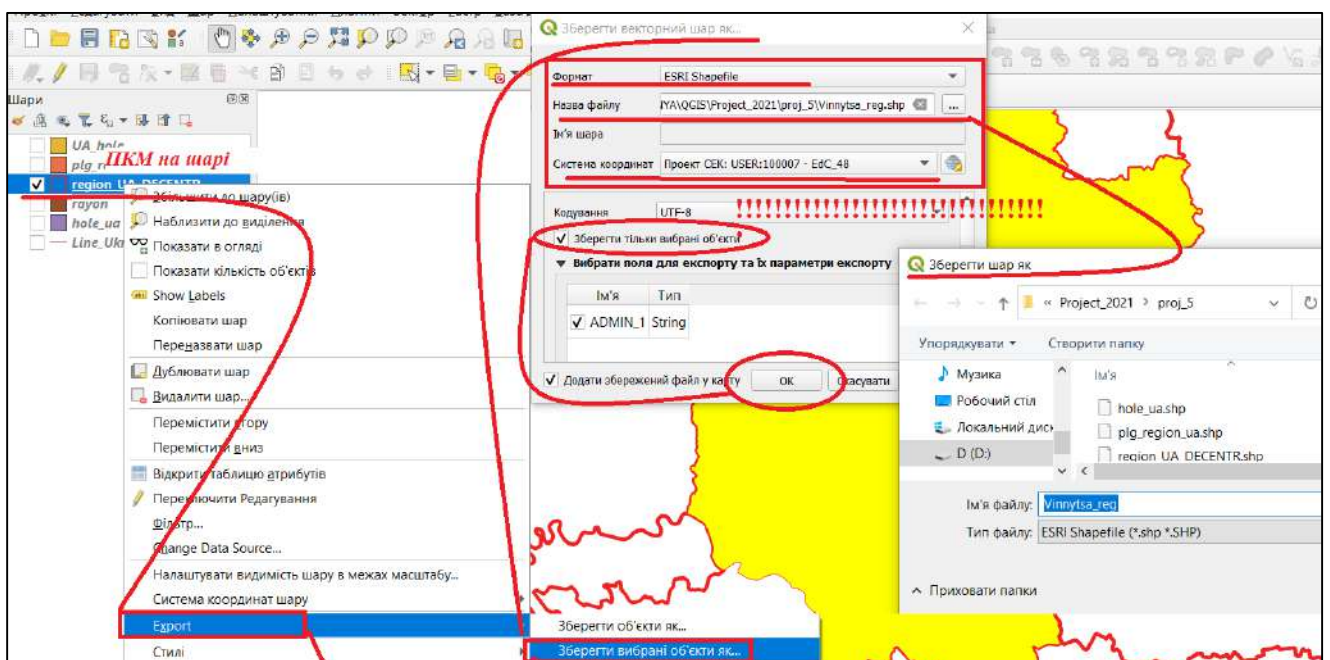


Рис. 2.17. Скріншот процедури експорту тимчасових шарів проекту у постійні

Зауважте!!!! При експорті тимчасових файлів в даному проекті уважно перевіряйте систему координат шару в який ви конвертуєте дані (*система координат має бути метричною!*) – це важливо для проходження інших процедур обробки та аналізу векторних геоданих

➤ Далі у цьому шарі з областями, використовуючи інструменти з панелі Виділення, вибрати один з всієї сукупності і зберегти цей об'єкт як окремий шар (але зі збереженням всіх властивостей і атрибутів родового шару областей) ПКМ на шарі областей-Експорт-Зберегти виділені об'єкти-Робота у діалозі експортування (рис. 2.17 та 2.18)

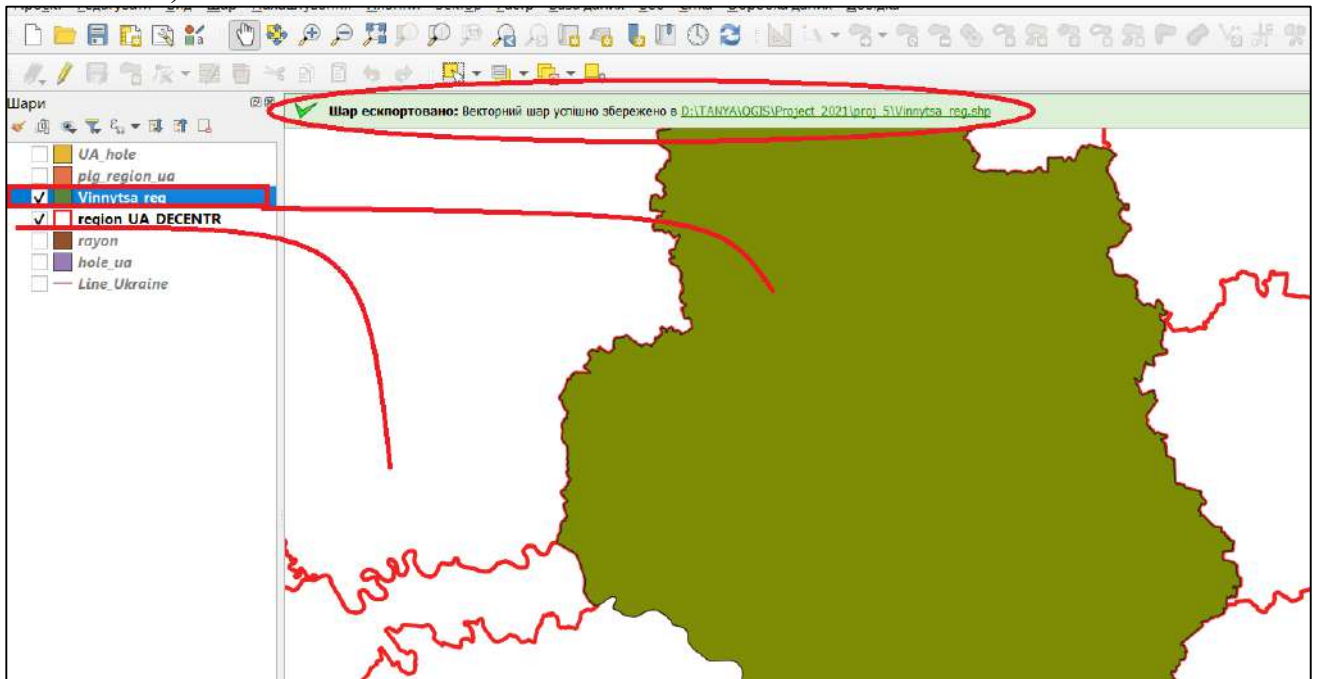


Рис. 2.18. Скріншот відкриття створеного постійного шару на основі тимчасового

➤ Далі додати в проект шар (з сайту <https://atu.decentralization.gov.ua/>) шар з районами та розмістити їх один під іншим (рис. 2.19)

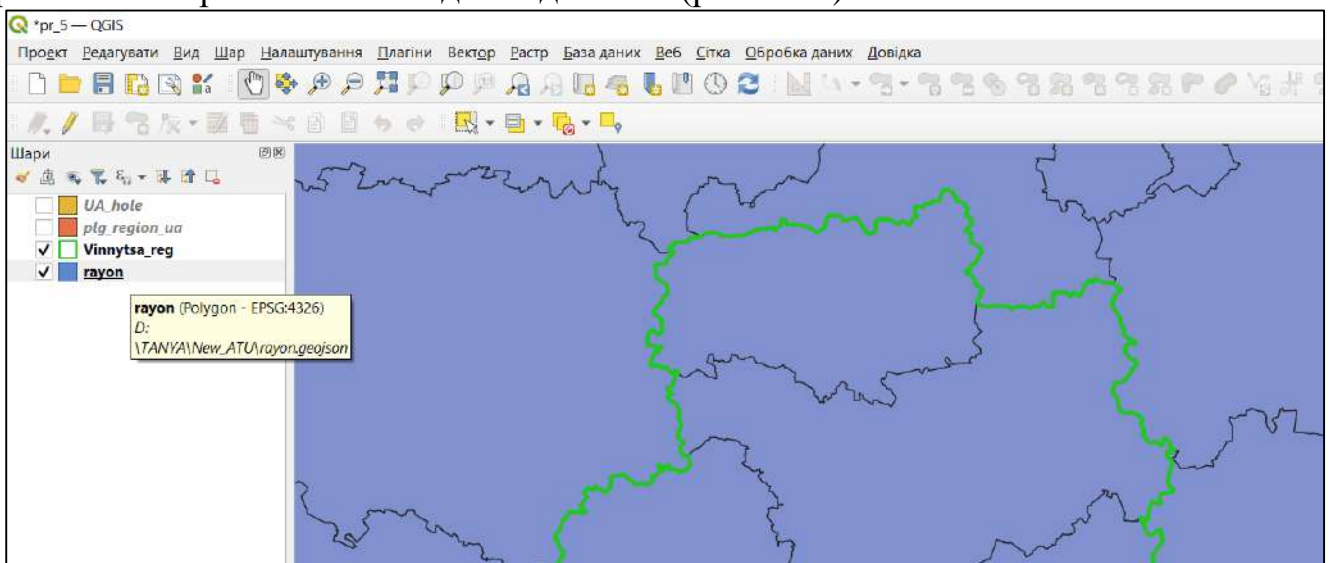


Рис. 2.19. Скріншот додавання векторних даних зі зовнішніх джерел у проект

➤ Далі **виділити всі райони** Вінницької області одночасно: використовуючи інструменти з панелі Виділення та одночасно натискаючи клавішу «ctrl» клавіатури комп'ютера (рис.2.20)

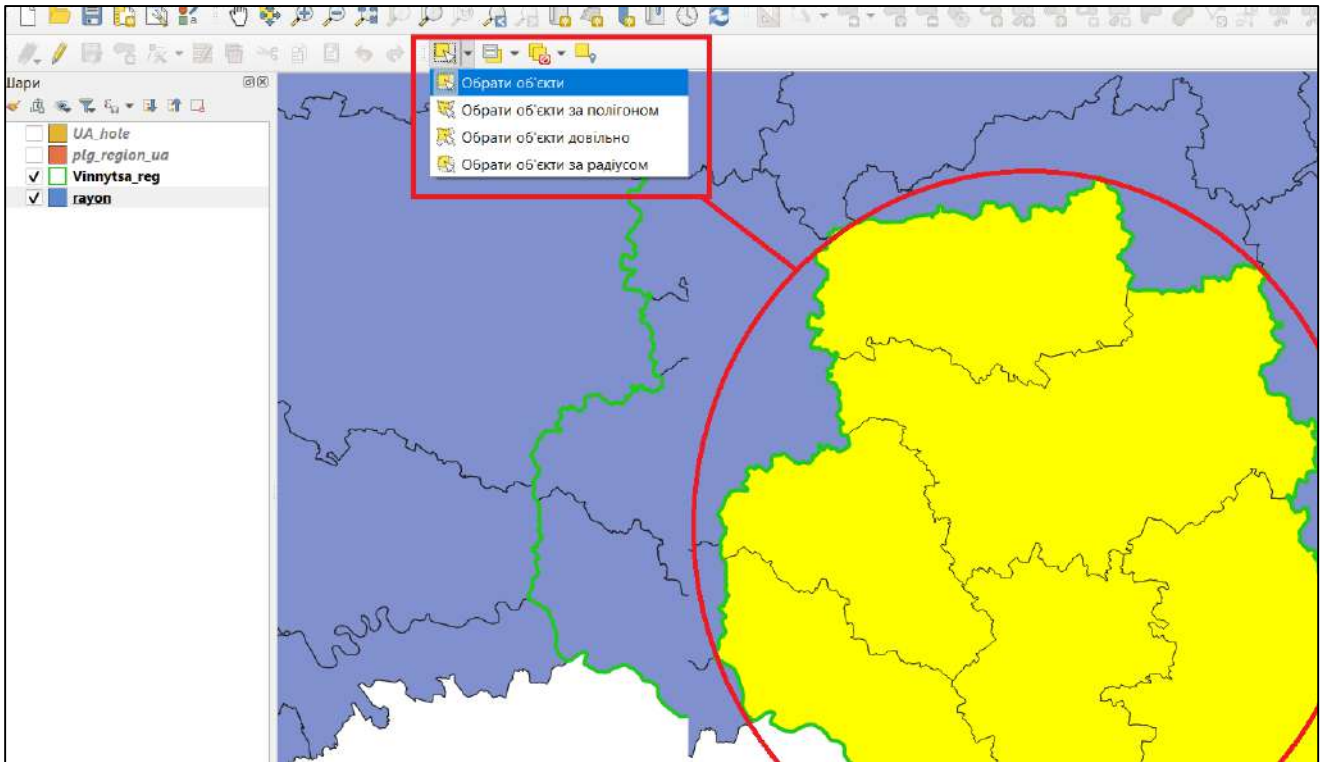


Рис. 2.20. Скріншот вибору об'єктів в мапери програми

➤ Виділивши всі райони в обраній області *перейти і клікнути ПКМ на шарі районів і експортувати виділені об'єкти за відомим (вище описано) алгоритмом (ПКМ на шарі областей-Експорт-Зберегти виділені об'єкти-Робота у діалозі експортування). Шар із вибраними районами лише обраної області автоматично додається до проекту (рис.2.21)*

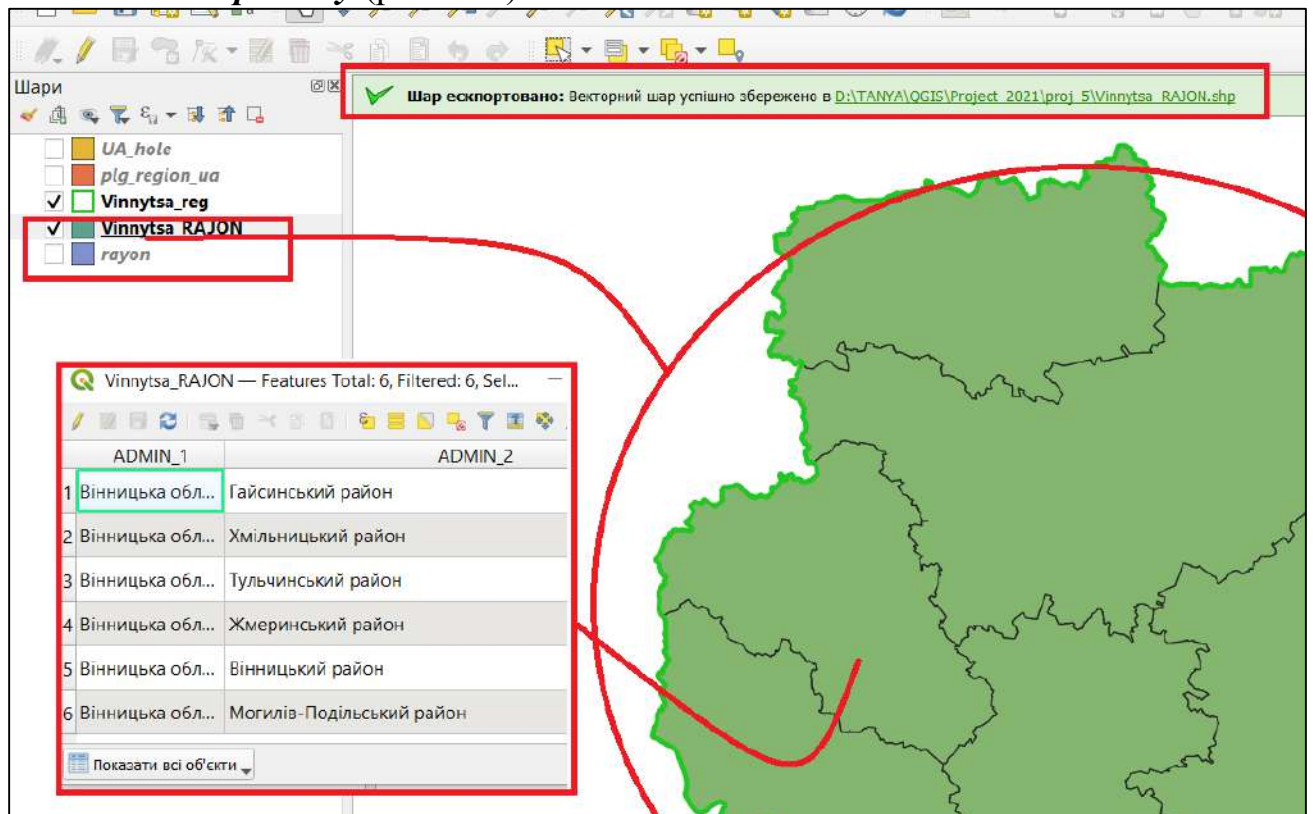


Рис. 2.21. Скріншот процедури збереження вибраних об'єктів у окремий шар електронної карти

➤ Скориставшись банком відкритих геоданих (<https://download.geofabrik.de/europe/ukraine.html>) скачати архів із деякими наборами векторних геоданих на територію України (закачайте архів та опис БД у створену раніше папку для вхідних матеріалів по практичним роботам і в якій вже знаходяться надані викладачем растри) (рис.2.22)

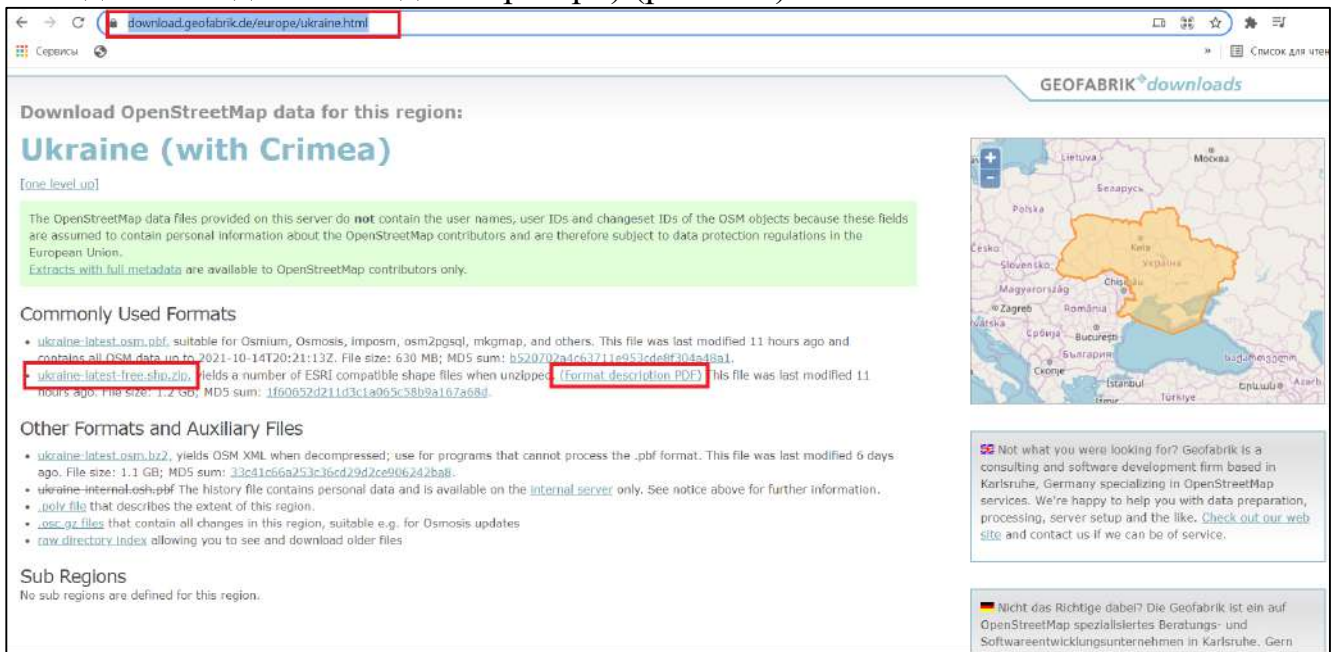


Рис. 2.22. Скріншот сторінки сайту Geofabrik

➤ Розархівувавши та ознайомившись із описом <https://download.geofabrik.de/osm-data-in-gis-formats-free.pdf> отриманого архіву додати у поточний проект по практичній №5 необхідні шари (наприклад, лінійну гідрографію, полігональну гідрографію, дороги, населені пункти за власним вибором) (рис.2.23)

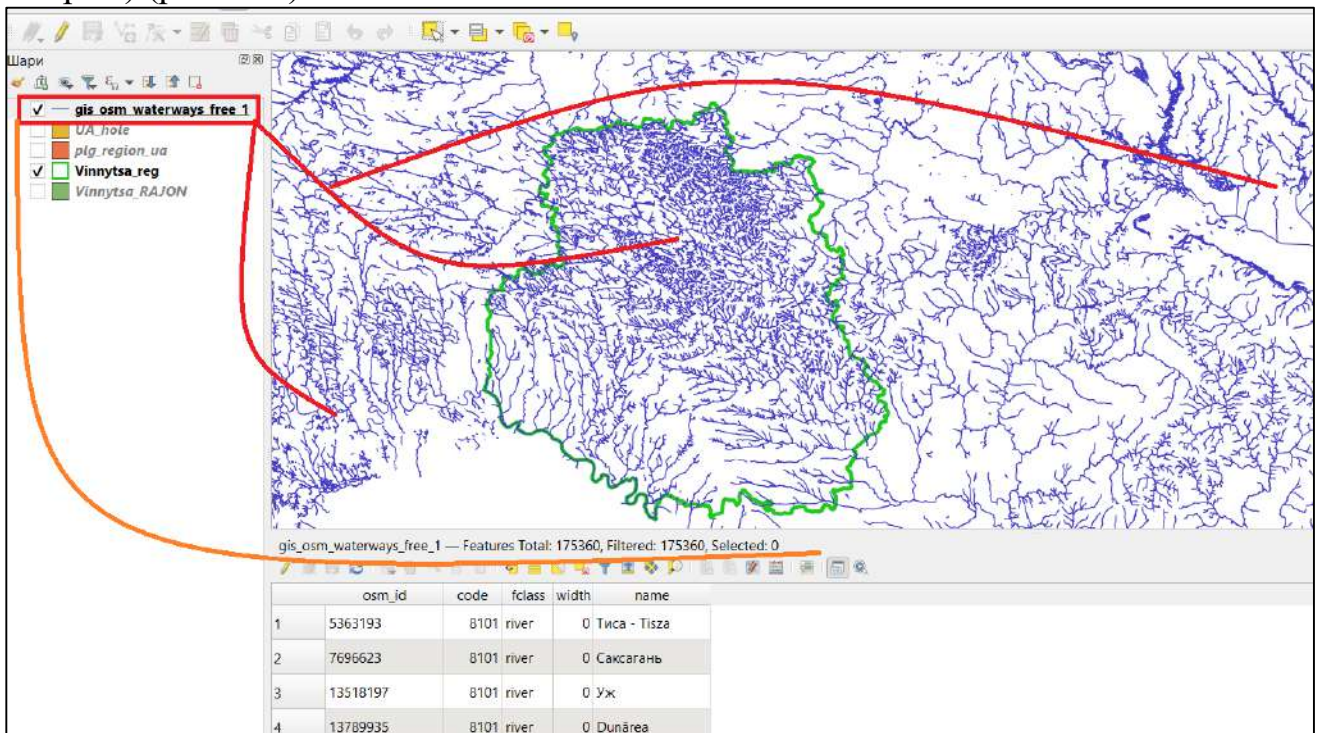


Рис. 2.23. Скріншот мапнеру програми із доданим шаром гідрографії на територію України з сайту <https://download.geofabrik.de/>

- Завдання полягає у **обрізці межами обраної для роботи області України всього масиву геоданих** (у різних шарах) на територію України і створення певного каркасу на територію обраної області. Обрізка відбувається вже відомим способом: **Вектор-Обробка даних-Обрізка**. Створений тимчасовий файл із вирізаними по межам області об'єктами експортувати у постійний шейп-файл в каталог п'ятої практичної роботи (рис.2.24 та 2.25)

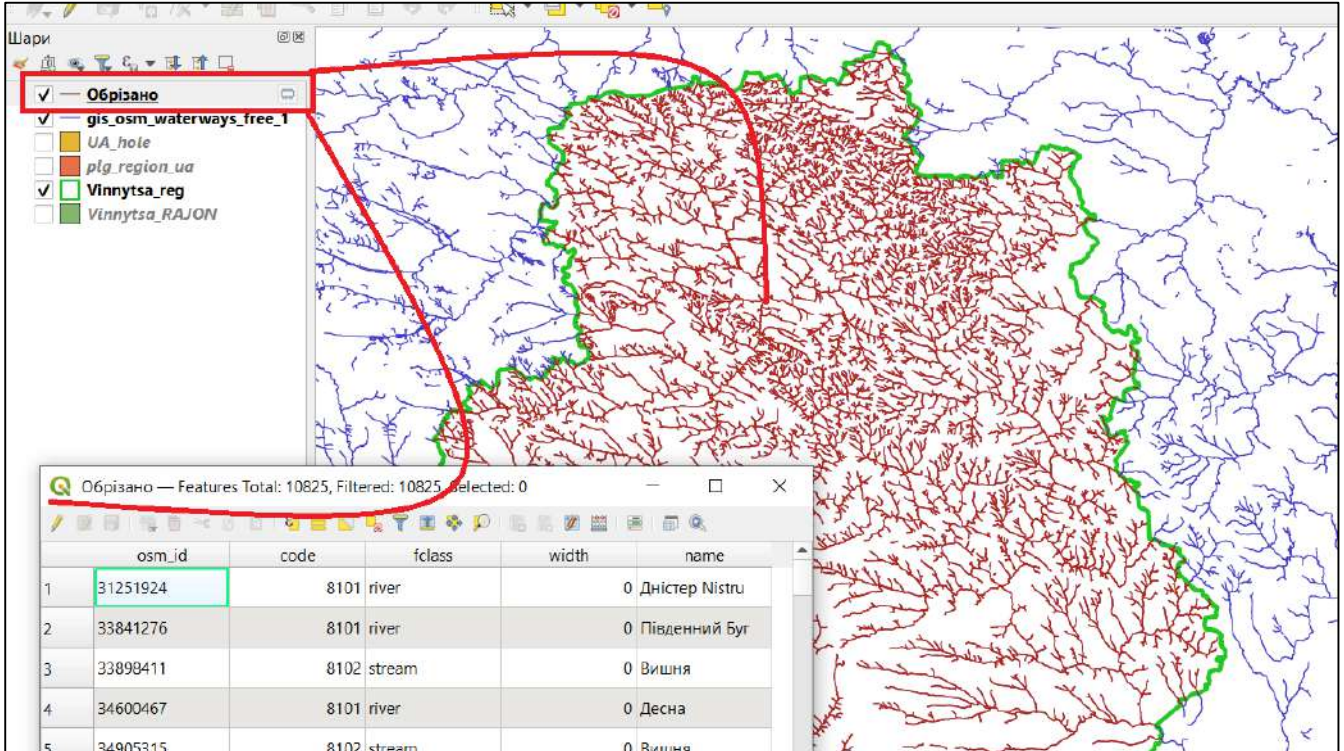


Рис. 2.24. Скріншот процедури обрізки одного векторного шару іншим

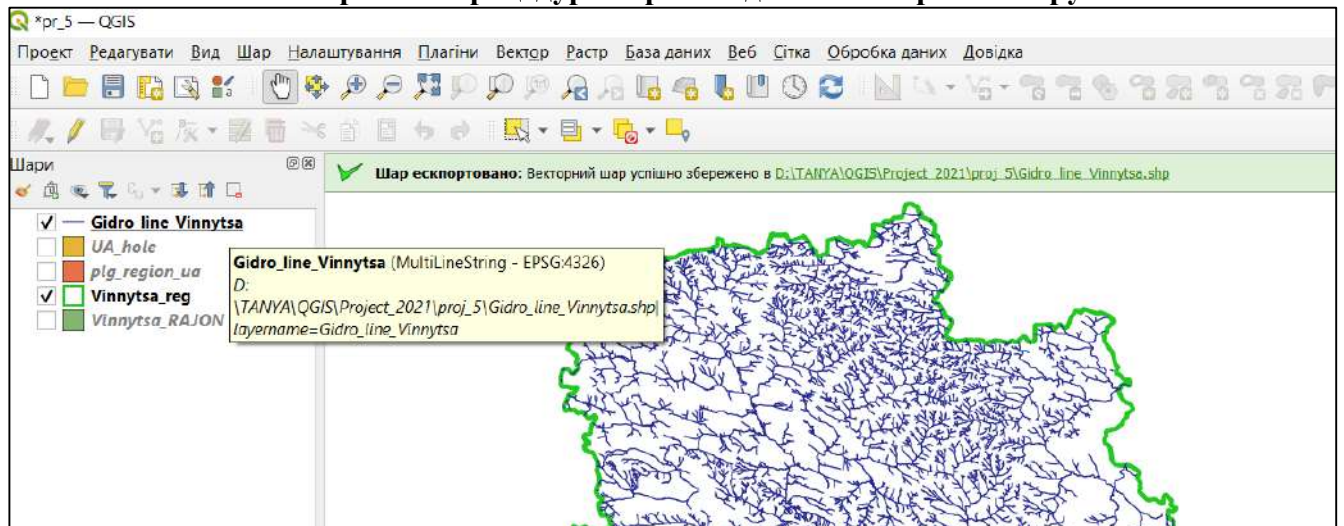


Рис. 2.25. Скріншот процедури експорту та відкриття оновлених даних проекту

- **Аналогічно** відпрацювати набори даних із дорогами.
- Додати в поточний проект також потрібно (з отриманого архіву) точкові і полігональні об'єкти – населені пункти, пам'ятки історії та гідрографію (водосховища, озера тощо). Обрізку даних по межам області виконувати за відомим алгоритмом і зберігати тимчасові шари експортуючи їх у постійні.
- Полігональні об'єкти можна виокреми по відомим межам також в спосіб «заяву за розташуванням» з панелі Виділення. І потім експортувати виділені об'єкти у окремий подлігональний шар (рис.2.26 та 2.27).

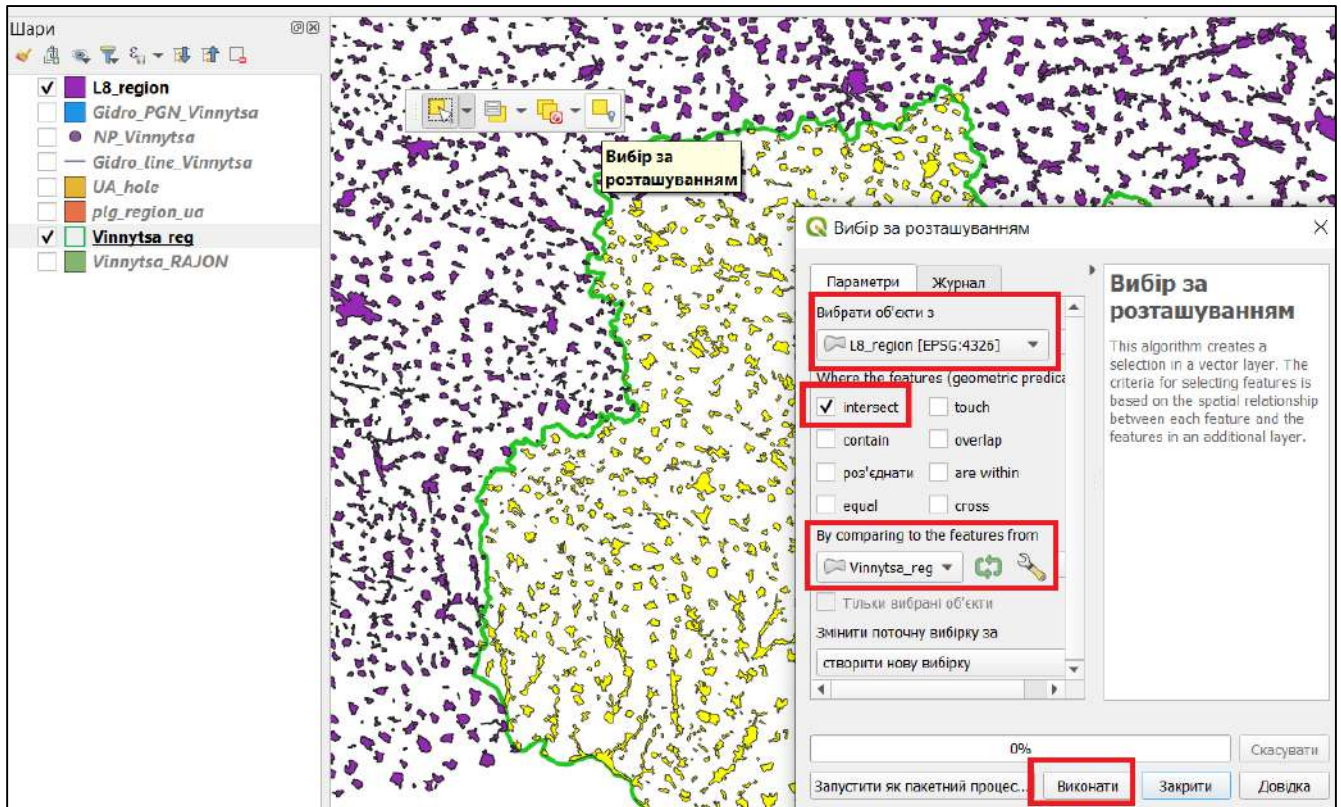


Рис. 2.26. Скріншот процедури створення вибірки за розташуванням з панелі Виділення

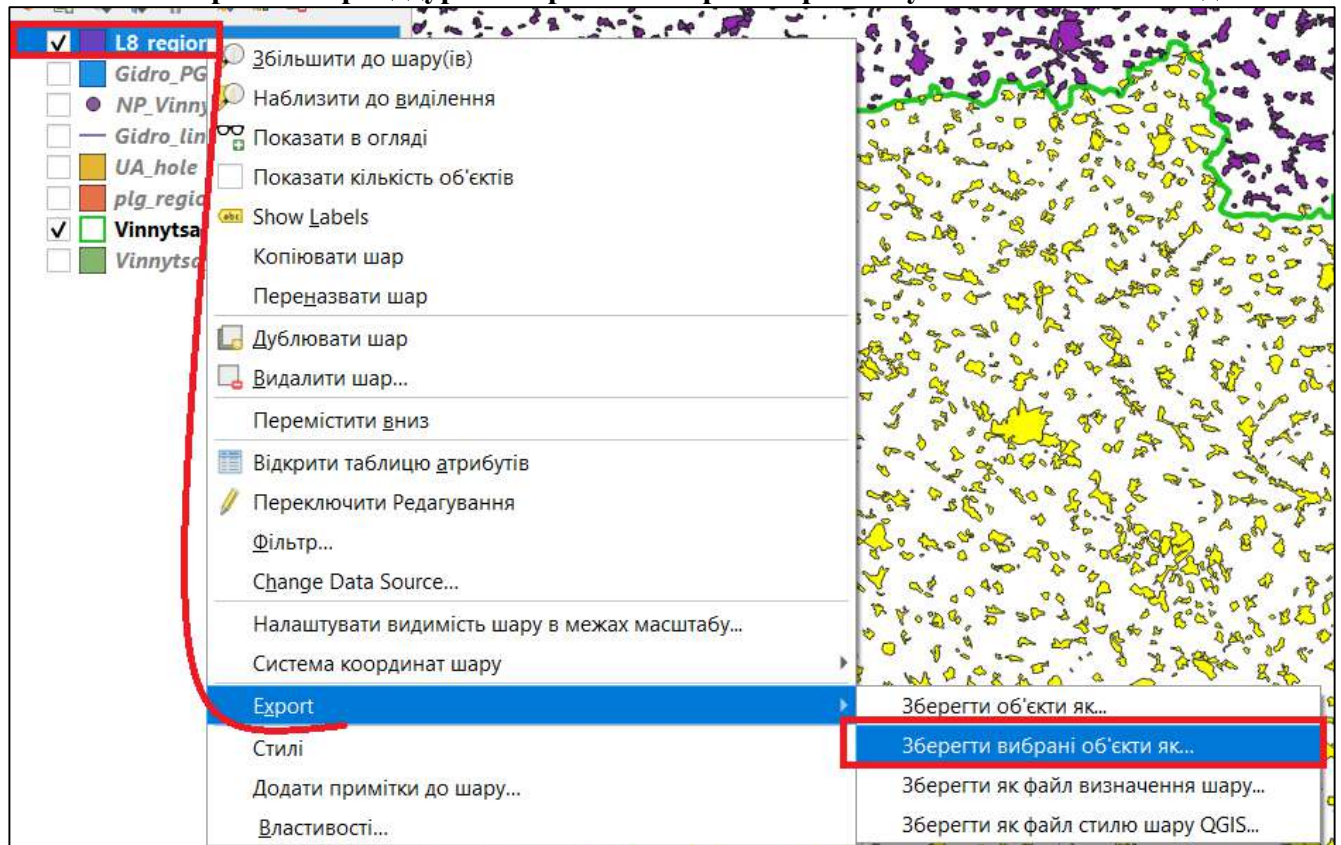


Рис. 2.27. Скріншот процедури експорту та відкриття оновлених даних проекту

➤ Маючи в проекті полігональні об'єкти, наприклад, населені пункти – необхідно створити з них точкові: **Вектор-Інструменти геометрії-Центроїди**. Після генерації тимчасовий файл із точковими об'єктами потрібно зберегти як постійний (рис.2.28)

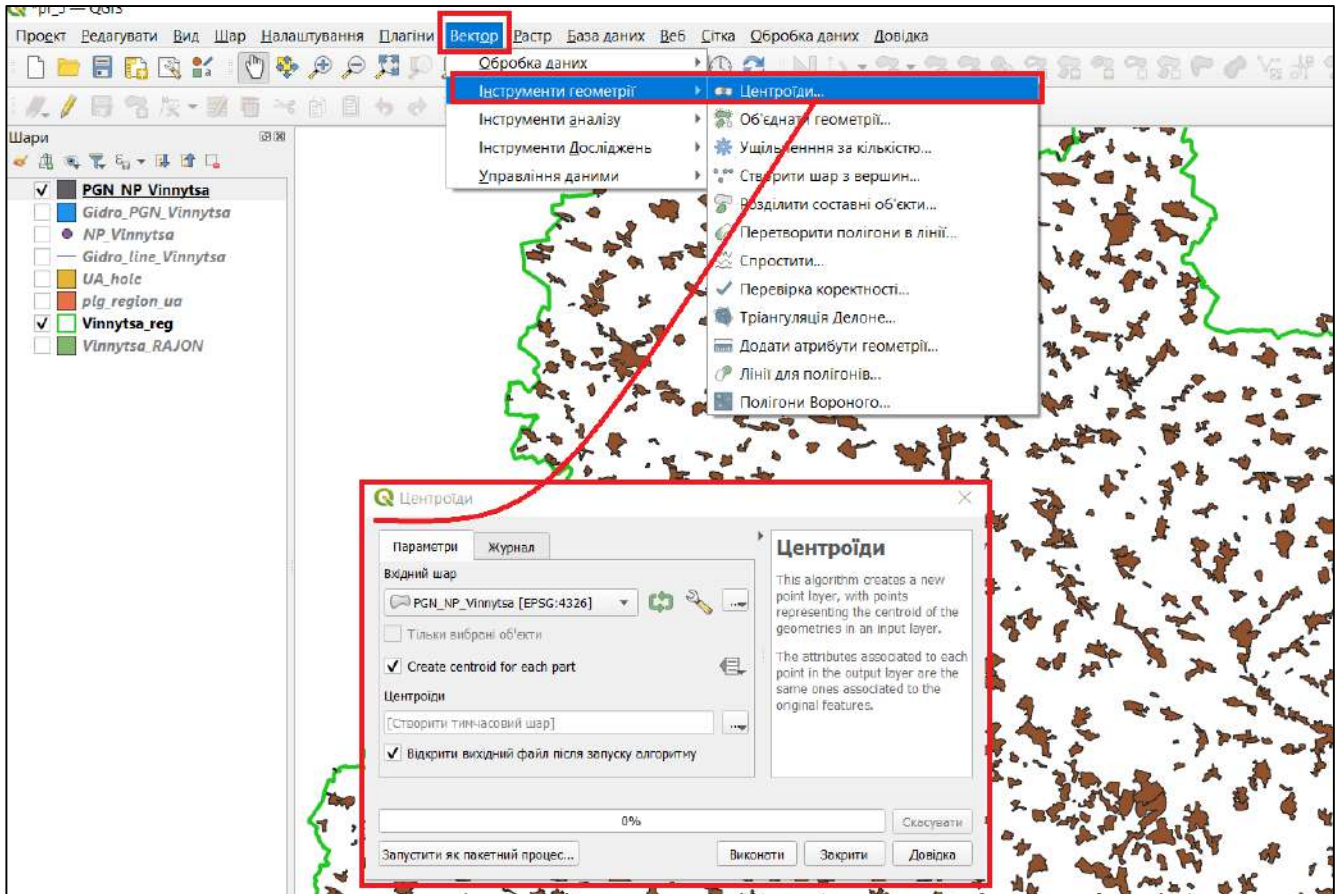


Рис. 2.28. Скріншот процедури створення точкових об'єктів з полігональних у поточному проєкті

➤ Побудувати буферні зони навколо точкових /лінійних об'єктів потрібно

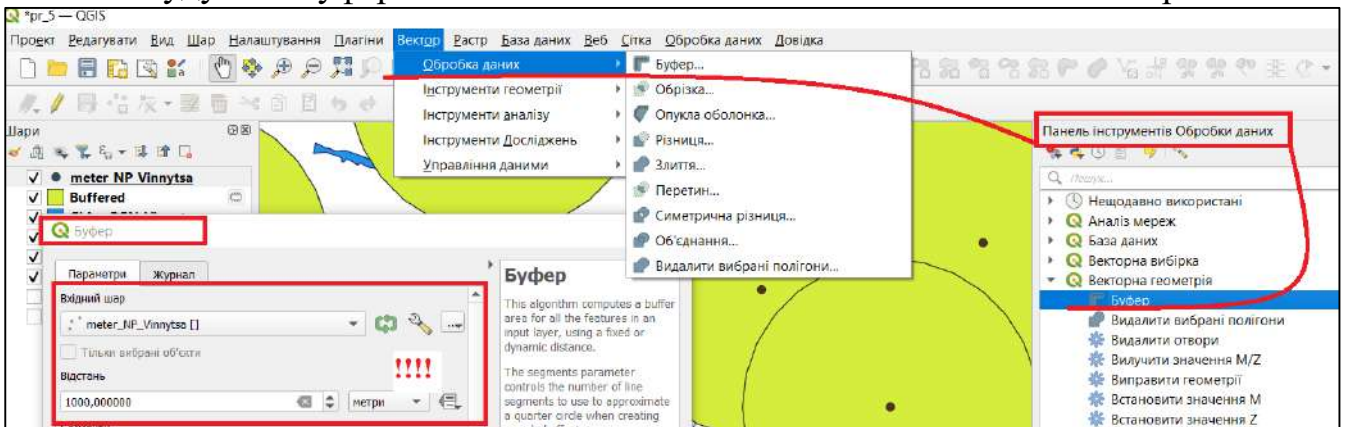


Рис. 2.29. Скріншот процедури створення буферних зон навколо графічних об'єктів



Рис. 2.30. Скріншот процедури створення буферних зон навколо графічних об'єктів

використовуючи інструменти панелі інструментів обробки даних в позиції **Векторна геометрія-Буфер/Односторонній буфер/Мультирингбуфер**-налаштування параметрів буферних зон у діалоговому вікні (рис.2.29, 2.30, 2.31)

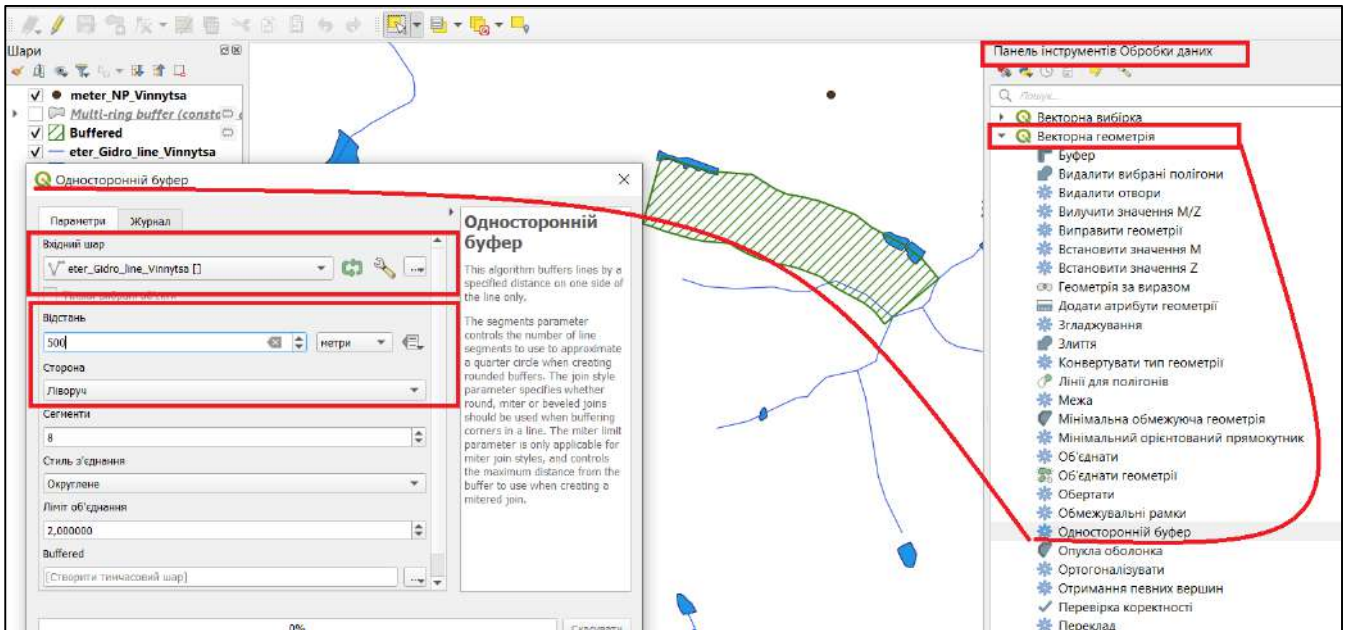


Рис. 2.31. Скріншот процедури створення буферних зон навколо графічних об'єктів

➤ **Отже**, після всіх процедур і маніпуляцій в проекті **5 має бути створена електронна карта обраної області**: населені пункти, річки та інші гідрологічні об'єкти, межі адміністративні, дороги різних категорій, рослинний покрив або об'єкти ПЗФ тощо (відповідно до отриманого масиву векторних даних з зовнішніх джерел) (рис. 2.32).

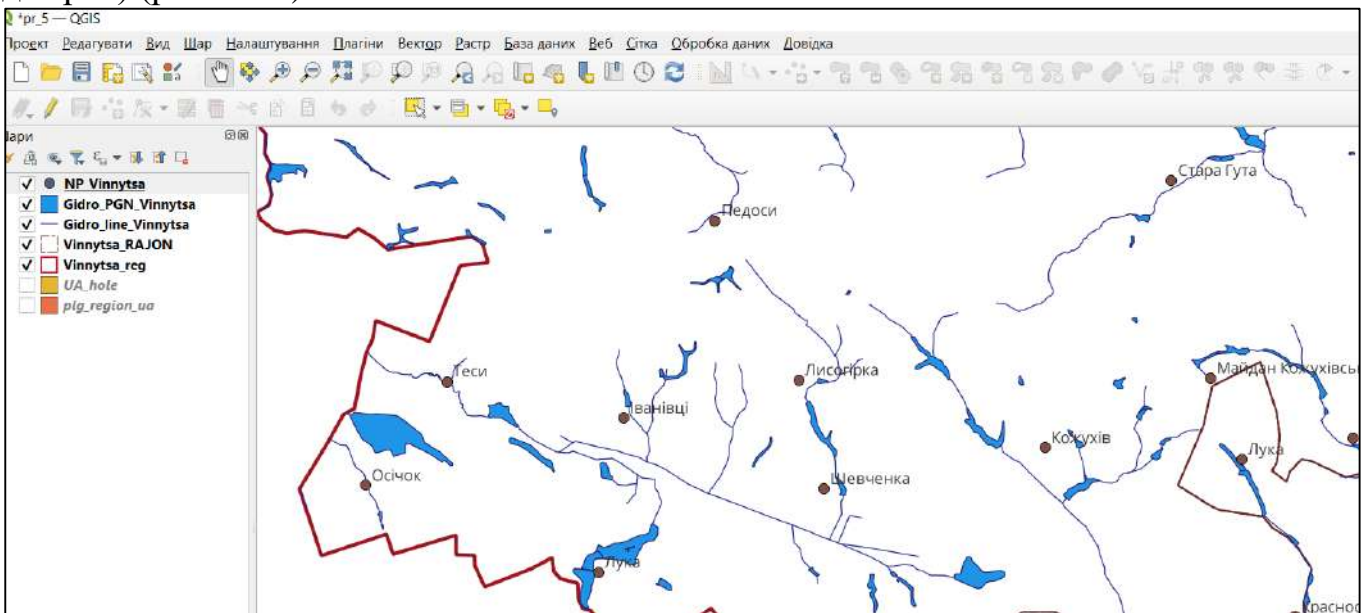


Рис. 2.32. Скріншот векторних наборів даних в поточному проекті

АТРИБУТИВНА СКЛАДОВА ГЕОДАНИХ

Атрибутивна (семантична) складова геоданих це параметри географічних об'єктів, що описують якісні або кількісні характеристики об'єктів. Атрибути дозволяють ідентифікувати конкретний об'єкт серед інших схожих і, з максимальною повнотою, описати його властивості. Семантична інформація в середовищі ГІС систематизована, структурована і, в певний спосіб, формалізована. Це дозволяє використовувати атрибутику при подальших маніпуляціях із геоданими, при їх введенні, обробці, обчисленнях, автоматизованому пошуці, просторовому аналізу і візуалізації.

Атрибути геоданих можуть виражатися або текстами або числами – цілими, дробами, логічними та ін. Атрибути можуть виступати ідентифікаторами об'єктів в тому числі, виокремлювати об'єкт серед інших схожих.

Атрибути є *просторовими* та *не просторовими*. Просторові атрибути – це такі дані, які ідентифікують об'єкт в просторі (позиціонування) та визначають його геометрично. Не просторові атрибути – це описові дані про об'єкт. Такі атрибути, які здебільшого формалізовані текстом – власними назвами, іменами тощо – називаються *номінальними*. Атрибути можуть вказувати на розміщення об'єкта серед інших схожих об'єктів або ієрархічний порядок, пріоритет (ієрархічні рівні елементів річкової мережі чи ландшафтних одиниць, ранги населених пунктів, супідрядність ділянок дорожньої мережі). Такі атрибути називаються *порядковими*. У більшості випадків зазначені атрибути описуються порядковим номером деякої рангової шкали. Атрибути можуть описувати, серед іншого, кількісні параметри об'єктів (температура, тиск, вміст речовин, висоти, глибини, кількість на одиницю площі та ін.). Такі атрибути називаються *кількісними*. Величини таких атрибутів можна порівнювати між собою, над ними можна робити різні математичні операції та ін. Атрибути, які мають описовий характер називаються *якісними*. Це можуть бути гіпер-посилання, тексти інформаційних довідок, OLE-об'єкт та ін.

Атрибутика у ГІС найчастіше представлена у вигляді двомірних таблиць складених такими елементами як: поле-стовпчик (*field*) та запис-рядок (*row*). Таблиці повинні мати чітко виражений набір властивостей:

- ✓ в таблиці не може бути двох однакових записів,
- ✓ таблиця повинна мати поля, які відповідають атрибутам об'єкту,
- ✓ всі записи таблиці мають однаковий набір полів,
- ✓ кожен атрибут у таблиці має унікальне ім'я,
- ✓ поля таблиці визначаються однаковим типом даних,
- ✓ порядок полів та записів в таблиці може бути довільним,

Мовою для маніпулювання даними в таблицях є стандартна мова запитів SQL (Structured Query Language – мова структурованих запитів).

В атрибутивних таблицях геодані підтримуються чітко визначеними типами (*type*), тобто всі значення атрибутів певного поля повинні бути встановленого типу і мати однакові параметри тощо, наприклад:

- ✓ текстовий тип (*character, char, text*) – символні строки довжиною в n символів, при максимумі в 255 знаків, (літери абетки, знаки пунктуації, пробіли та інші символні позначення). Дані описані текстовим типом не підлягають математичним обчисленням і обробка відбувається, як для текстів;

✓ числовий тип даних може визначатися різними підтипами, зокрема, точні числа (*numeric, decimal*); цілі числа (*integer*); числа значної точності (*float, double*), що зберігаються у формі із плаваючою комою. Дані описані числовими типами обчислюються різними математичними операціями та функціями;

✓ тип логічних чисел (*logical*) описує числовим («1»/«0») чи символічним (*true/false*) значенням, яке описує істинний чи помилковий стан атрибуту і обчислюється з використанням спеціальних функцій;

✓ *OLE*-об'єкт – зв'язаний об'єкт (об'єкт-вставка) графічні дані, текстові фрагменти, гіпер-посилання, медіа-файл та ін.;

✓ дані типу дата/час (*date*) та ряд інших типів даних.

Для здійснення різних процедур аналізу, маніпуляцій та візуалізації геоданих (за атрибутивною інформацією в тому числі) їх необхідно в певний спосіб систематизувати та привести до відповідної структури. Геодані в ГІС організовані у вигляді **бази даних**, яка представляє собою сукупність даних, організованих за певними правилами, що встановлюють загальні принципи опису, збереження і маніпулювання даними – **моделі даних**. Більшість сучасних ГІС побудовані за принципами **об'єктно-орієнтованих БД**, в основі яких лежить алгебра реляційних обчислень для об'єктів певного класу (такі, що існують у вигляді об'єктів і відносин між об'єктами).

Усі дані таких БД організовані у вигляді ієрархічної структури об'єктів. Просторові об'єкти (*features*) зберігаються в класах просторових об'єктів (*шари, layers* – набори графічних об'єктів із однаковою геометрією, атрибутами та метричними даними), об'єктних класах (*таблиця з не просторовими атрибутами, table*) і наборах класів просторових об'єктів (*project, coverage, workspace*).

Так, просторові об'єкти одного класу (*point, polyline, polygon*), зберігаються у вигляді окремого рядка (*row*) зв'язаної з ними атрибутивної таблиці. У кожній окремій атрибутивній таблиці зберігається цілісний клас просторових об'єктів одного геометричного типу і в класі стільки просторових об'єктів скільки рядків є в атрибутивній таблиці.

В практиці ГІС існують винятки, коли правило «*один клас графічних об'єктів – одна геометрія*» порушується, проте, пояснюється не значними відмінностями принципів розробки та первинними задачами пакету. Так, в програмних продуктах MapInfo Pro[©] в одному шарі (класі графічних об'єктів) дозволено співіснування об'єктів з різною геометрією.

Зв'язок описових даних (з атрибутивної таблиці) із графічним представленням просторових об'єктів у БД уможливується за допомогою унікального ідентифікатору, що присвоюється автоматично при створенні об'єктів (графіки). Так, в середовищі ArcGIS, при створенні графічного об'єкту автоматично створюються *службові поля* в атрибутивній таблиці (*просторові атрибути – Shape та FID*), що відповідають за геометрію та ідентифікаційний номер об'єкту у всьому масиві. Ідентифікатори зв'язку дозволяють здійснювати ряд маніпуляцій і процедур з об'єктами: візуалізувати із врахуванням параметрів та характеристик об'єктів поданих в полях таблиці, редагувати та модифікувати об'єкти, робити вибірки за критеріями, обчислювати картометричні параметри та ін.

В свою чергу класи просторових об'єктів можуть зберігатися і самостійно в БД (*файл БД, dbf, файл mdb*), і міститися в шейп-файлах (*shape-file*), покриттях

(coverage) тощо. Просторові об'єкти однієї геометрії можуть бути об'єднані в окремі класи, а класи в набори класів, що створюються за різними ознаками відповідно до поставлених дослідницьких задач. Набір класів просторових об'єктів повинен мати єдину просторову прив'язку (географічну систему координат). Набір класів просторових об'єктів формується класами просторових об'єктів з різними типами геометрії графічних об'єктів.

На основі об'єктно-орієнтованої моделі побудовані бази геоданих в середовищі ArcGIS, в тому числі. Оскільки об'єктно-орієнтована модель даних має логічну внутрішню структуру це дозволяє, в рамках єдиного проекту, використовувати, і взаємно перетворювати, різні типи просторових даних, погоджувати й усувати конфлікти при редагуванні наборів даних різних картографічних шарів, організувати доступ до різних об'єктів бази геоданих.

ТРЕНІНГ 3. Робота із атрибутивними даними: формалізовані описи об'єктів, типи даних, організація таблиць, додавання та приєднання таблиць до графічних об'єктів; візуалізація атрибутів.

Мета тренінгу полягає у отриманні навичок:

- ✓ зі створення/редагування/оновлення атрибутивних таблиць до класів графічних об'єктів в середовищі QGIS;
- ✓ зі створення та приєднання зовнішніх атрибутів до графічних даних в проектах;
- ✓ з візуалізації атрибутивних даних в середовищі QGIS

Завдання тренінгу:

- ✓ створити новий проект із доданими в нього шаром областей України та таблицею статистичних (не просторових) даних, що його описують,
- ✓ створити таблицю не просторових атрибутів до графічних об'єктів – областей в цьому проекті. Це можуть бути будь-які статистичні дані (відповідно фаху), які б описували об'єкти – адміністративні області України, в нашому випадку,
- ✓ вміти доповнювати та редагувати атрибутивні (просторові атрибути) таблиці до графічних об'єктів,
- ✓ вміти здійснювати процедуру приєднання не просторових атрибутів до геоданих та експортування оновлених даних,
- ✓ здійснювати картометричні обрахунки геоданих,
- ✓ проводити тематичне картографування за існуючими атрибутами графічних об'єктів: картограми (точкові та ранжовані), картодіаграми (стовпчасті та кругові) та інше

Необхідні дані для виконання завдань тренінгу мають бути отримані у процесі виконання завдань тренінгу 2 та підготовлені самостійно відповідно до фаху (таблиці із додатковими статистичними даними по областям України)

- ✓ відредагувати атрибутивну таблицю до класу графічних об'єктів полігонального шару із областями України (додати стовпчик/поле, прописати тип даних, внести поточні зміни у атрибутивну таблицю тощо);
- ✓ створити зовнішню атрибутивну таблицю (наприклад, у форматі табличного редактора EXCEL);

- ✓ об'єднати дані двох таблиць - приєднати зовнішню таблицю (.xlsx) до таблиці атрибутів шару полігонів областей України;
- ✓ візуалізувати атрибути по областях (картограми, діаграми та ін.)

Перспективний результат тренінгу полягає в роботі із атрибутивною складовою створених шарів графічних даних та візуалізації атрибутивних даних засобами тематичного картографування.

Вхідними даними для тренінгу є створений в результаті попереднього тренінгу шар полігональної геометрії (наприклад, POLYGON_OBLAST.shp) та таблиця із довільно вибраними статистичними даними по областях України STAT.xlsx.

Хід тренінгу

1) Редагування атрибутивних даних існуючого шару. В створеному, за попередній тренінг, проекті, в полігональному шарі із областями, потрібно провести процедури по об'єднанню полігонів, які мають єдине адміністративне підпорядкування (об'єднати всі маленькі полігони/осколкові геометрії: коси, острови та півострови, анклави в ті області до яких вони відносяться).

Потрібно об'єднати всі дрібні геометрії так, щоб графічних об'єктів в атрибутивній таблиці шару стало 27 – 24 області, АР Крим та 2 міста (Київ та Севастополь)

Це уможлиблюється при одночасному (за допомогою кнопки клавіатури *shift*) виділенні таких об'єктів інструментом «*вибрати об'єкт*» на панелі *Selection toolbar* та інструменту «*об'єднати обрані об'єкти*» на панелі *Додаткових інструментів оцифрування* (рис. 3.1.)

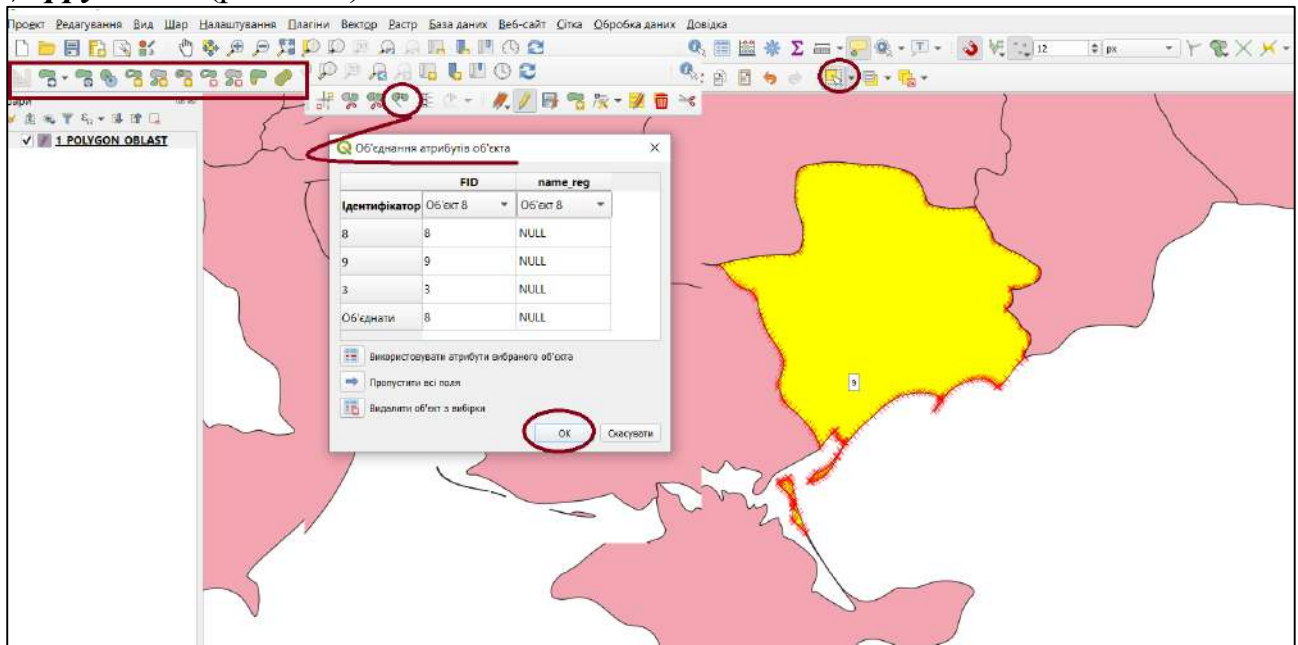


Рис. 3.1. Панелі інструментів для оптимізації процесу редагування графічних об'єктів в поточному шарі

2) Після цього потрібно в атрибутивну таблицю до шару додати поле-стовпчик для назви області. Для цього потрібно *зробити шар редагованим* та відкрити атрибутивну таблицю (рис. 3.2.) (*ПКМ по шару – відкрити атрибутивну таблицю*).

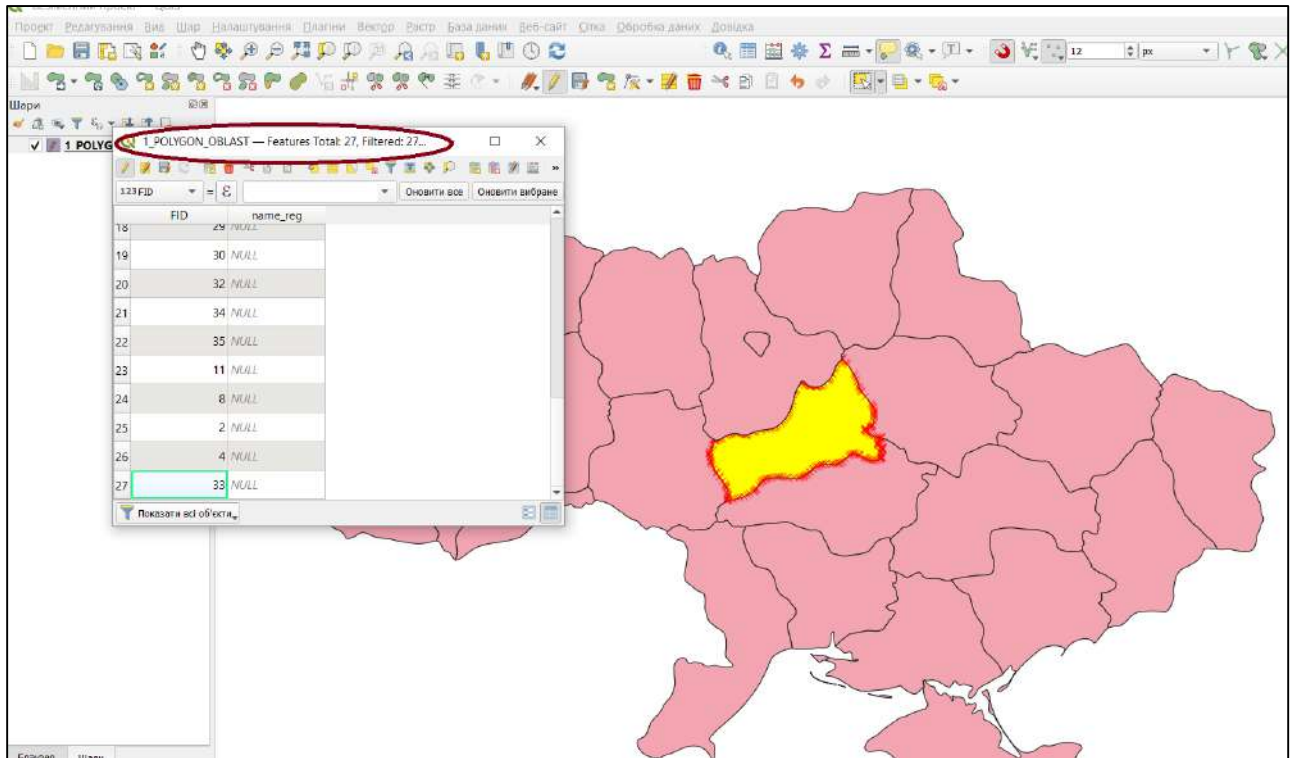


Рис. 3.2. Відкриття атрибутивної таблиці

- На панелі (рис. 3.3.) піктограм знайти інструмент «нове поле» - в діалозі вказати (латинськими літерами) *ім'я* стовпчика/атрибуту, *тип даних* (текст) та *довжину текстової строки*

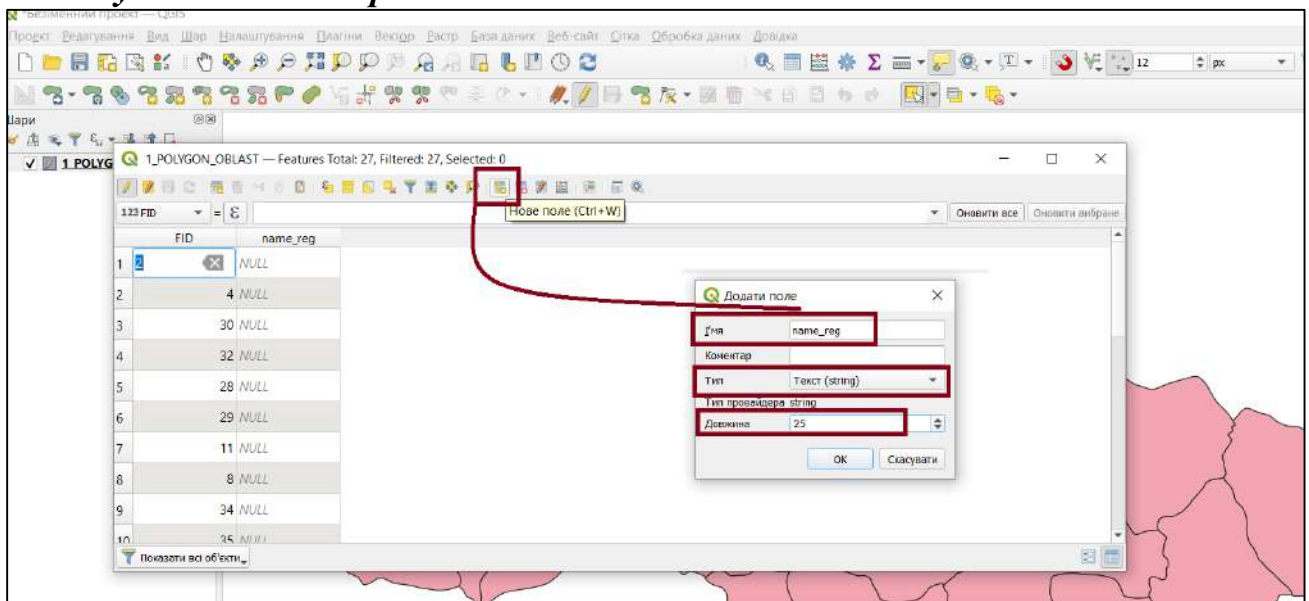


Рис. 3.3. Скріншот додавання нового поля в атрибутивну таблицю

- Після цього (рис.3.4.) виділяючи об'єкт на маппері мишкою (інструмент «вибрати об'єкт» з панелі *Selection toolbar*) вписати назву цього об'єкту в таблиці у відповідне поле (кирилицею) витримуючи всі норми та правила внесення інформації (без зайвих пробілів, не видимих символів тощо)

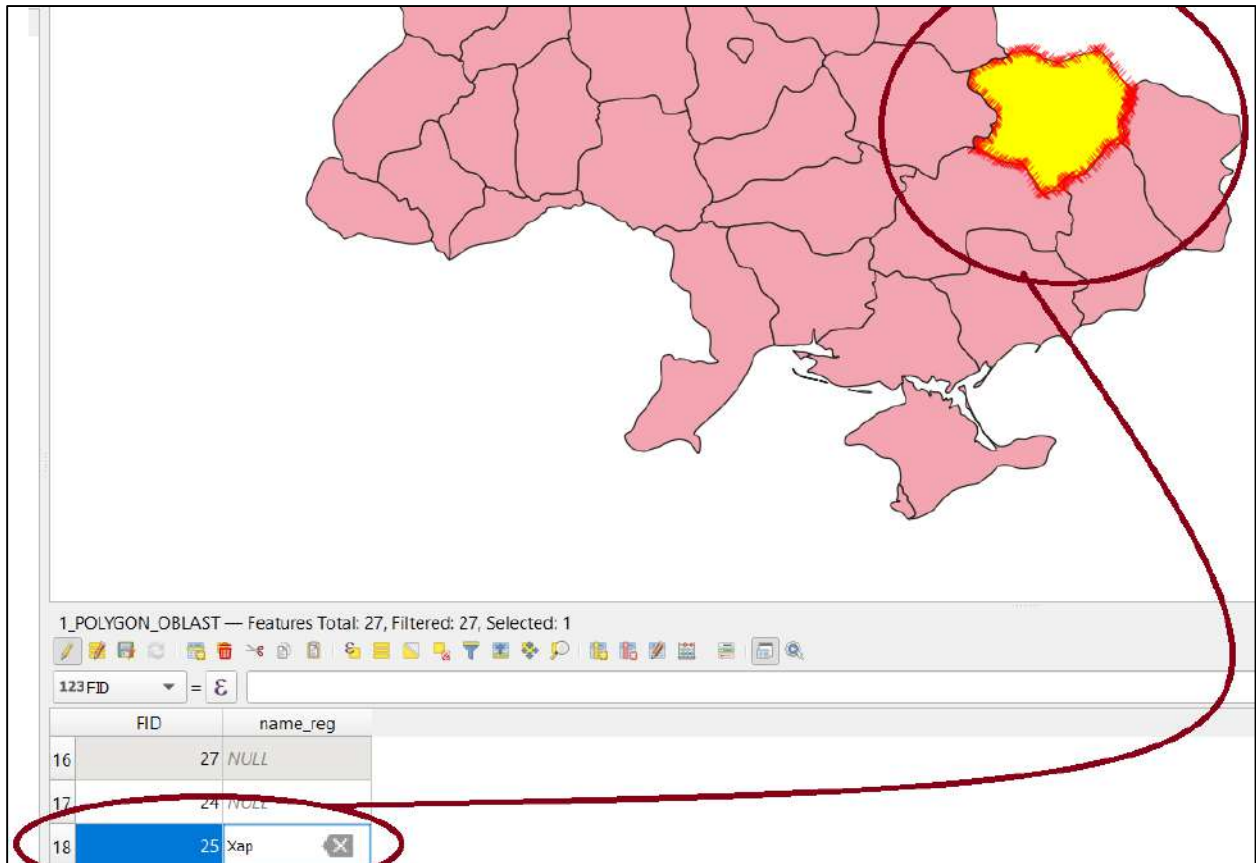



Рис. 3.4. Процедура доповнення атрибутивної інформації в створене нове поле таблицьки

Заповнити всі 27 записи таблиці атрибутів до полігонального шару областей України: атрибут «name» - назва адміністративної одиниці.

➤ Зберегти зміни в шарі – **ПКМ на шарі – зберегти зміни.**

Зауважте. Практична робота пов'язана із підготовкою атрибутивної складової геоданих, які організовані в звичайні двомірні таблиці. Проте, для того щоб використати таблиці, які створені в різних програмних продуктах – MS Word, MS Excel, MS Access чи будь-якому іншому програмному продукті, необхідно дотримуватися чітких правил організації та структурування даних.

Зверніть увагу на наступні позиції в оформленні статистичних даних в таблицях:

- таблиці можна зберігати у різних форматах – .txt, .dbf, .xls, файл таблиць .mdb;
- це має бути проста двомірна таблиця, що складається з рядків (записи) та стовпчиків (поля);
- назви атрибутів (шапка стовпчиків) має бути підписана латинськими літерами і не може бути складеною і багаторівневою, а також починатися із чисел або інших символів;
- розділювач десяткових дробів має відповідати прийнятому у налаштуваннях програми ArcGIS формату (здебільшого, за замовчуванням, встановлюється крапка), тому при підготовці атрибутів ви маєте прослідкувати дотриманням цієї відповідності;
- в комірках таблиць не повинно бути зайвих пробілів між словами, крапок чи інших видимих чи не видимих символів (тому перевіряйте із ввімкненою функцією  «не друковані символи», реєстру в розкладці мов тощо).
- формати даних, в комірках таблиці, мають відповідати типу даних, що там містяться (числовий, текстовий, десятковий дріб та ін.)

Приклад оформлення статистичних даних для їх використання у маніпуляціях програмного продукту ГІС (таблиця 4.1.).

Таблиця 4.1. Приклад структурування даних в атрибутивних таблицях

<i>NAME</i>	<i>Data_2011</i>	<i>Data_2013</i>
<i>Крим</i>	<i>75.30</i>	<i>75.30</i>
<i>Вінницька</i>	<i>61.90</i>	<i>61.40</i>
<i>Волинська</i>	<i>51.50</i>	<i>51.60</i>
<i>Дніпропетровська</i>	<i>104.50</i>	<i>103.60</i>
<i>Донецька</i>	<i>167.20</i>	<i>165.00</i>

тип даних↑: текст

тип даних↑: десятковий дріб

тип даних↑: десятковий дріб

Таблицю створену в MS Excel конвертувати у формат збереження даних «книга Excel 1993-2003», оскільки, деякі версії ГІС не зчитують новітні версії офісних програм. Файл створений у MS Word має бути збережений у форматі .txt.

3) Створити файл із статистикою по областях за тематикою, що є професійно орієнтованою (наприклад, кількість населення, народжуваність, смертність, приріст населення, в'їзд туристів, кількість музеїв, кількість закладів вищої освіти тощо) в додатку MS EXCEL (або іншому редакторі таблиць або СУБД).

4) Відкрити (рис.3.5.) в проекті таблицю сформовану в додатку MS EXCEL: **Шар – Додати векторний шар – вказати джерело даних та файл з форматом .xlsx**

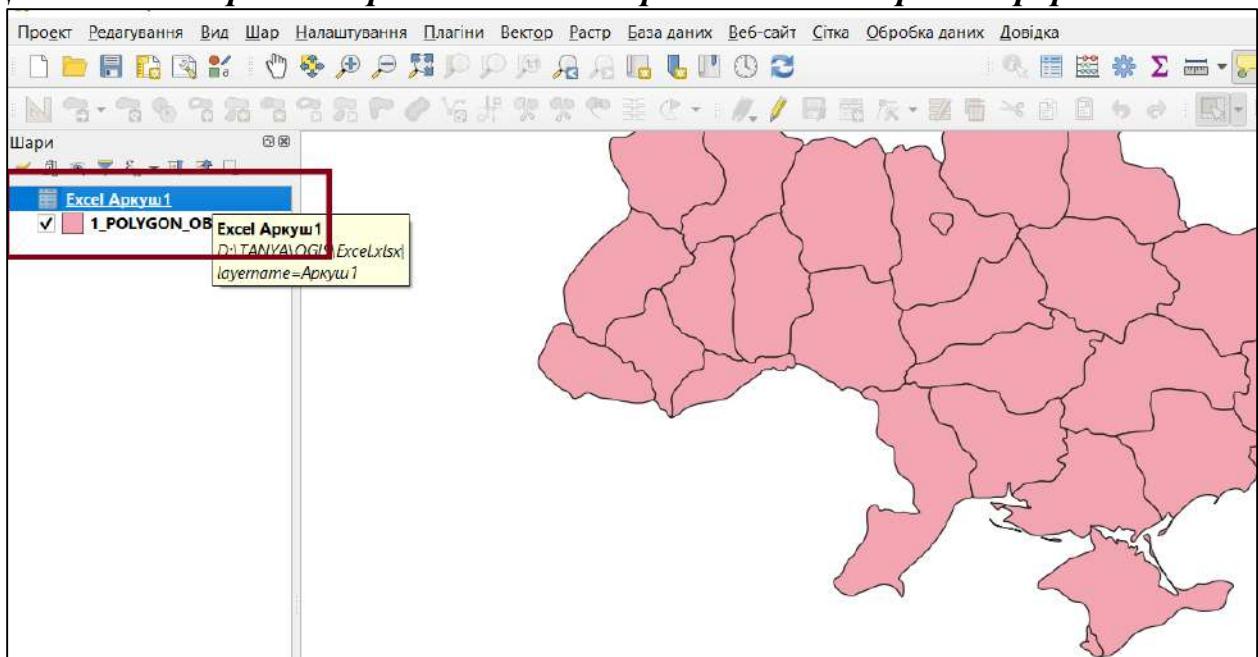


Рис. 3.5. Скріншот додавання зовнішньої таблиці у проект

Перед відкриттям зовнішньої таблиці у програмі потрібно впевнитися у правильності введених даних: відсутність зайвих пробілів, ідентичне написання назв та інше. Від цього буде залежати вдала процедура приєднання таблиць.

5) Процедура приєднання таблиці зовнішньої до таблиці із графічними об'єктами відбувається наступним чином (рис. 3.6.):

➤ **ПКМ на шарі із геоданими (шар із графічними об'єктами – полігонами області) – властивості** – закладка «Об'єднує» - кнопка «+» - в діалозі встановити: **1. таблицю яку доєднуємо; 2. Поле по якому доєднуємо; 3. Поле до якого доєднуємо – «ОК»**

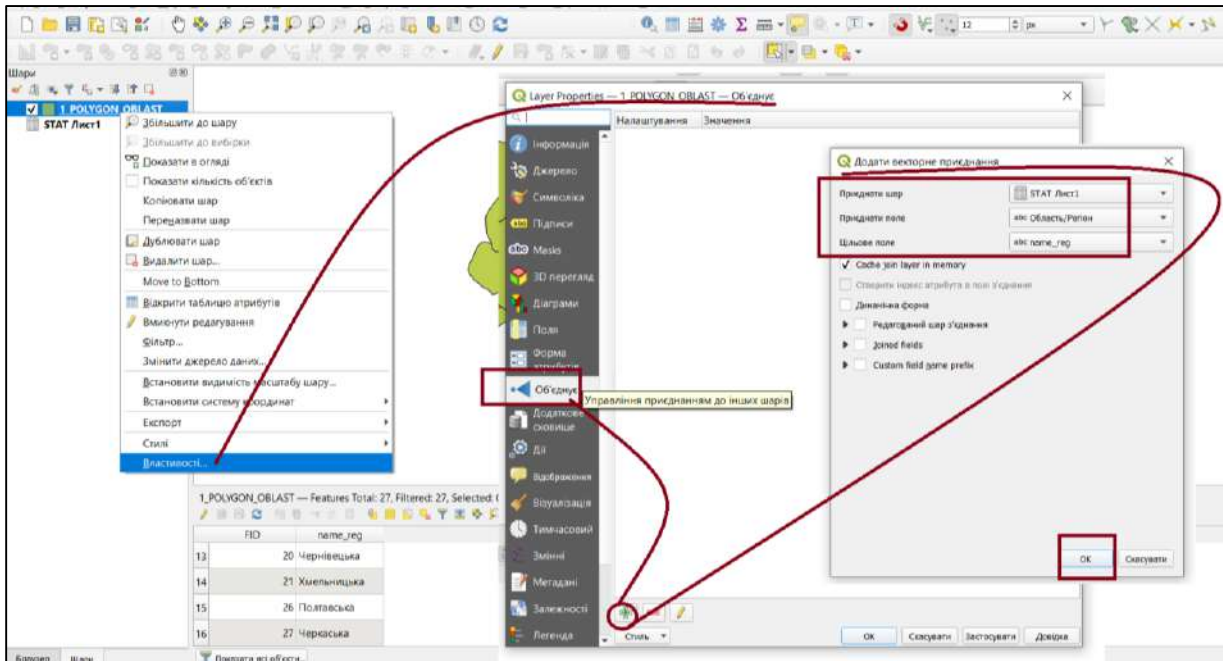


Рис. 3.6. З'єднання таблиць в проекті: головної таблиці із геоданими та зовнішньої таблиці

6) В результаті отримуємо таблицю із доданими полями (рис. 3.7.) у вигляді тимчасового файлу, який потрібно експортувати в постійний.

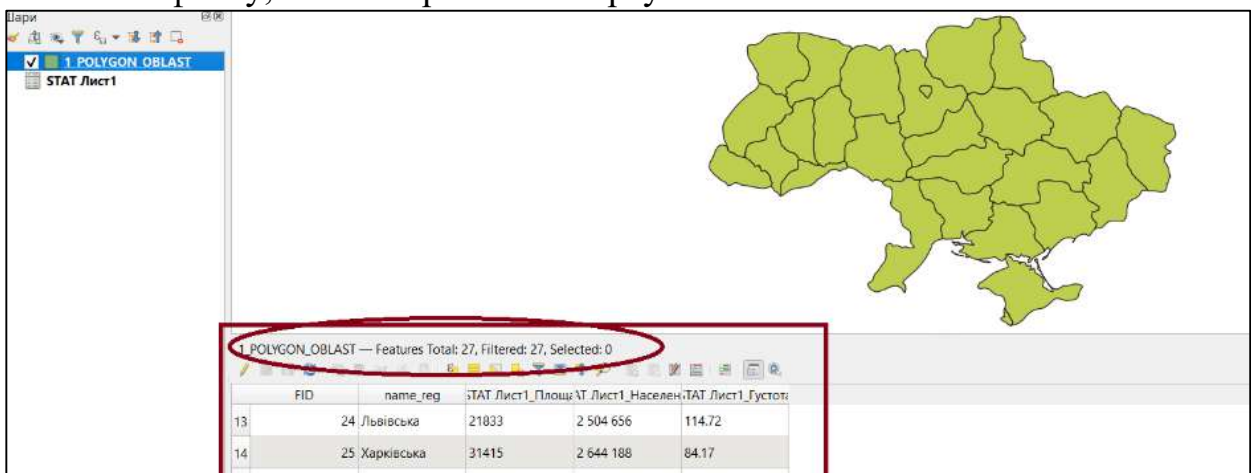


Рис. 3.7. З'єднана таблиця у вигляді тимчасового файлу

7) Експортуємо (рис.3.8.) в оновлений шейп-файл полігонів із назвою STAT_OBLAST.shp

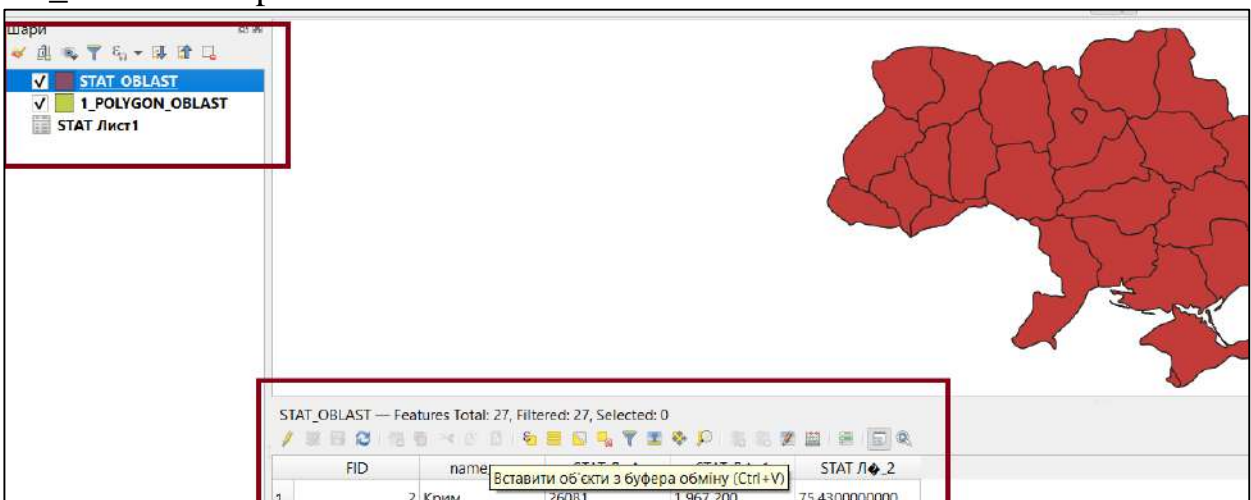


Рис. 3.8. Експорт тимчасових змін в таблиці шару в постійний шейп-файл (оновлення таблиць)

8) **Візуалізація атрибутів геоданих – візуальний аналіз географічної інформації.** Побудова картограм на основі статистичних даних оновленого шару за здійснюється за наступними процедурами (рис.3.9. та 3.10.):

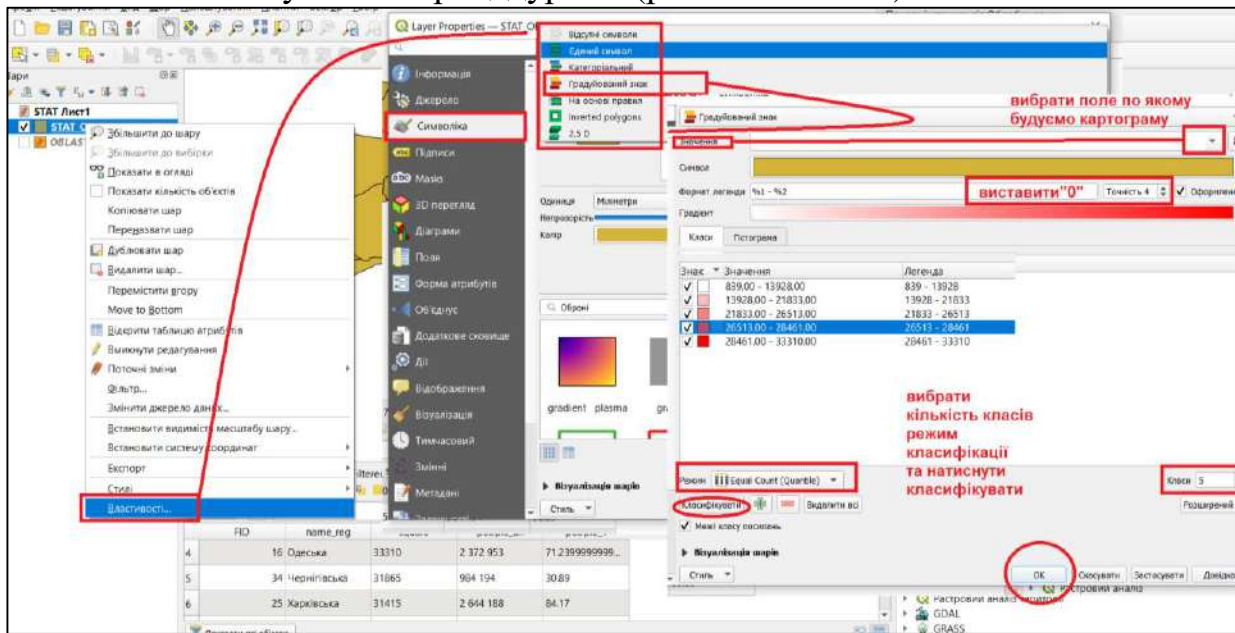


Рис. 3.9. Процедури тематичного картографування за атрибутикою геоданих в проекті

➤ У вікні властивостей шару (ПКМ на шарі - властивості) вибрати **Символіка** та в **діалозі** вибрати спосіб картзображення, встановити поле із даними, що обробляються, та решту показників для роботи та візуалізації даних що зберігаються в таблиці до шару.

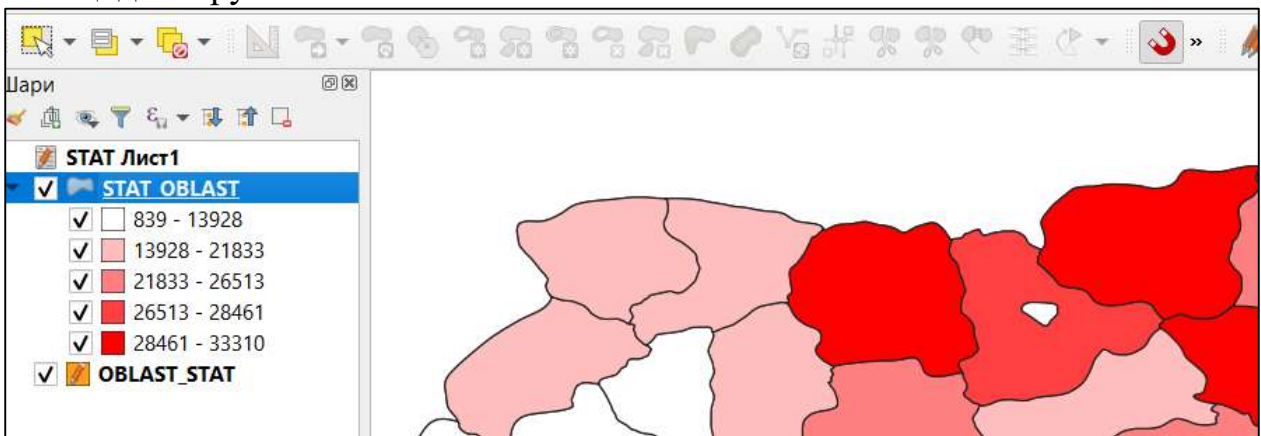


Рис.3.10 Процедури тематичного картографування за атрибутикою геоданих в проекті

9) Далі, аналогічно, побудувати картодіаграми до цього шару (3.11.).

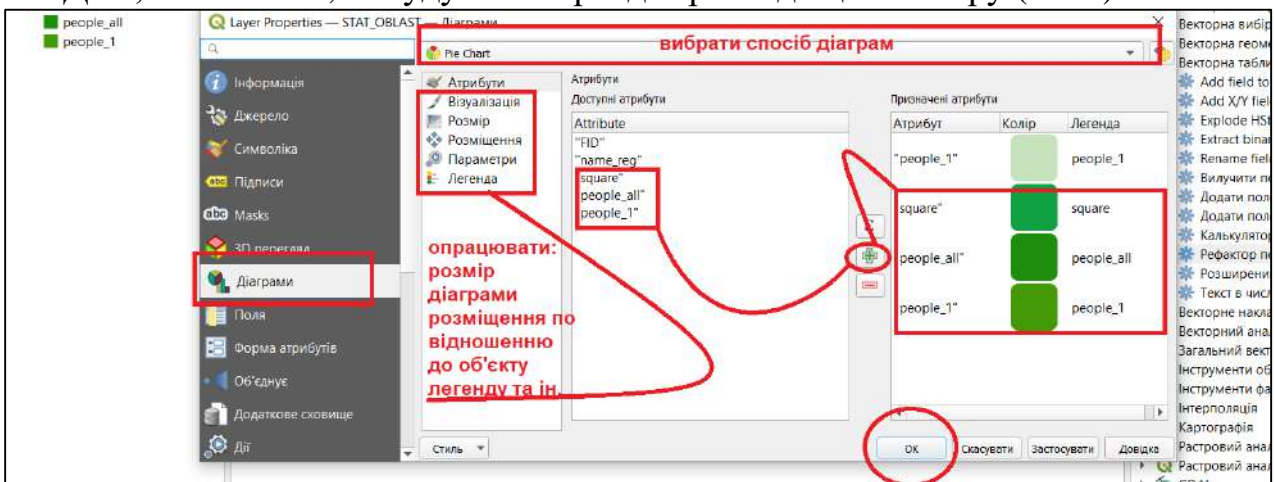


Рис. 3.11. Процедури тематичного картографування за атрибутикою геоданих в проекті

Серед двомірних зображень, які в образно-знаковій формі образно-знакових систем візуалізують особливості територіального розподілу різних географічних явищ (здебільшого суспільно, соціально-економічного характеру) на земній поверхні за якісними/кількісними характеристиками, особливо цікавими картоподібними зображеннями є **карти-анаморфози**. Карта-анаморфоза (від грецького «анаморфозис» – спотворення форм) картоподібне зображення або топологічно перетворена карта в проекцію якої окрім географічних координат вводиться показник який картографується (кількість одиниць на площу, інтенсивність явища, віддаленість від певної точки тощо). Основною властивістю карти-анаморфози є відбиття не метричної сутності явища, а порядку взаємного розташування цих складових з відбиттям змістовних характеристик, тобто відображення топологічної сутності зображення (Шевченко В. О., Філозоф Р. С. Анаморфози: сутність та особливості побудови. Часопис картографії/ Збірник наукових праць. вип.3. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка. – с.44-50).

10) Завантажити додатковий модуль-побудовувач (плагін) карт анаморфоз з бібліотеки плагінів QGIS за наступним алгоритмом (рис.3.12.):

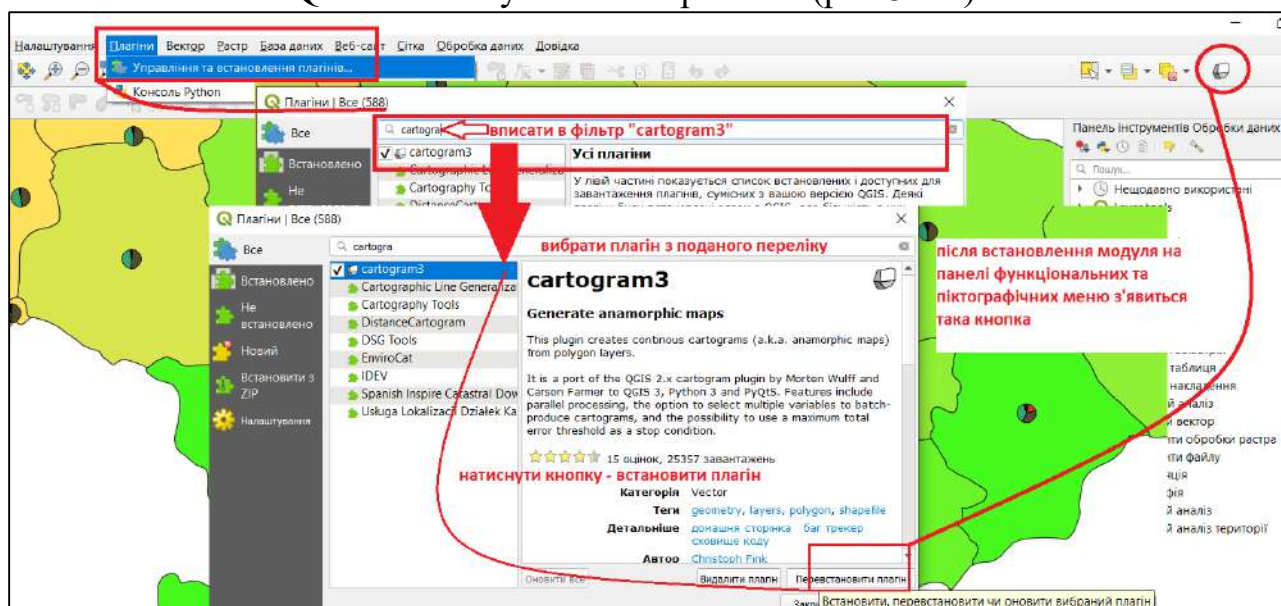




Рис. 3.12 Завантаження додаткового модуля для побудови карти-анаморфози

➤ Закладка меню «Плагіни» - «Управління та встановлення плагінів» - в діалозі знайти потрібний плагін «*cartogram3*» та натиснути кнопку «*встановити плагін*».

У випадку якщо піктограма  не встановиться на панельці меню то знайти її і встановити

➤ Після встановлення плагіну натиснути на піктограму «*побудувати анаморфозу*»  та виконати всі дії в діалозі дивись рисунок 3.13.

➤ Анаморфоза відобразиться у маппері, але буде побудована у вигляді тимчасового файлу який, потрібно експортувати у постійний шейп-файл із унікальним ім'ям (наприклад, ANAMORPH_DENSITY) рис.3.14.

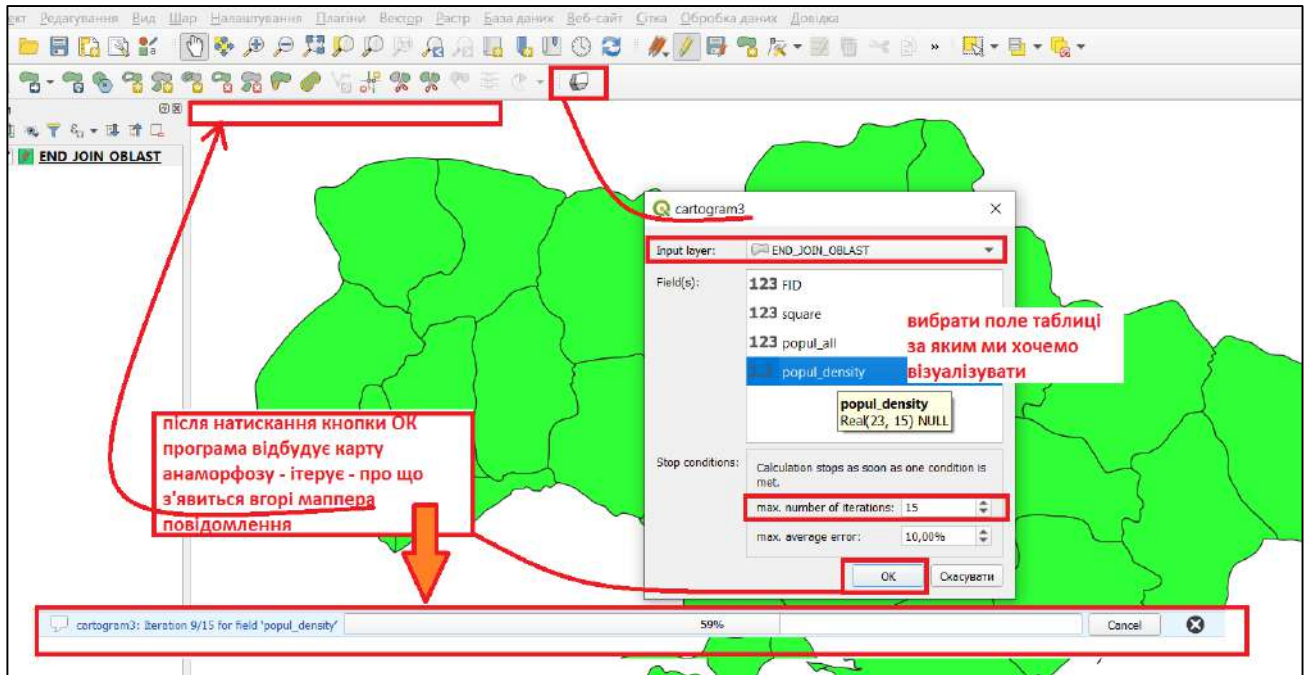


Рис.3.13 Скріншот процедури побудови карти-анаморфози

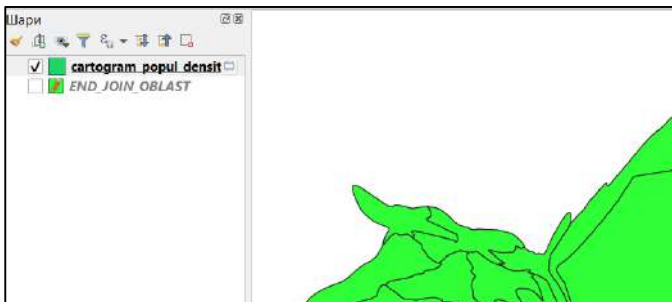


Рис. 3.14 Тимчасовий файл із анаморфозою

11) Після цього карту-анаморфозу потрібно відранжувати за відомим алгоритмом побудови картограм (дивись **пункт 8**) рисунок 3.15

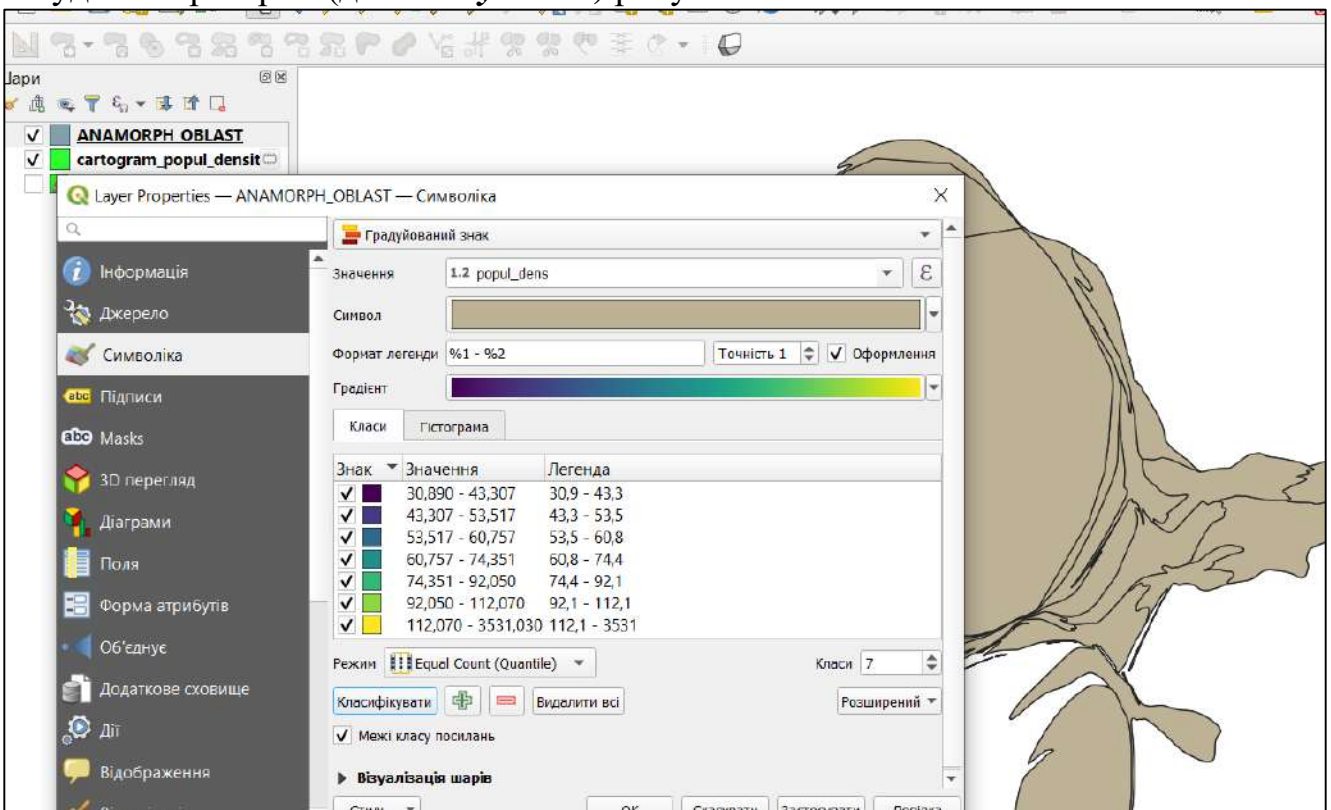


Рис. 3.15 Тематичне картографування на основі карти-анаморфози

і отримати (рис. 3.16) подібну до прикладу картограму-анаморфозу: наприклад, «Порівняння регіонів України за щільністю населення»

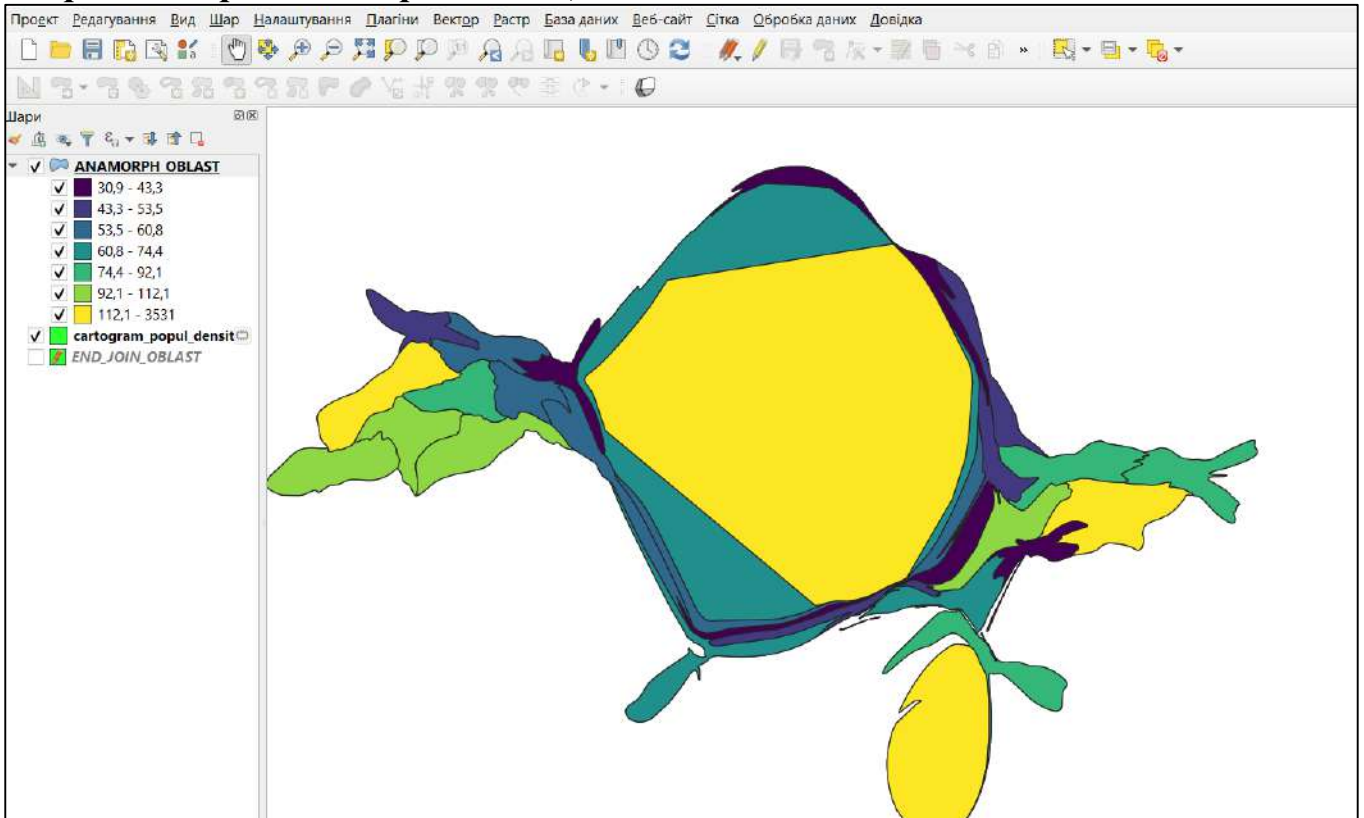


Рис. 3.16 Результат ранжування кількісного показнику, за яким створена карта-анаморфоза

12) Зберегти проект, у випадку якщо ви працювали у незбереженому проекті.

АНАЛІТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ГІС

Відмітною рисою ГІС та її базовою функцією є наявність можливостей *аналізу та моделювання даних із використанням їх просторових та не просторових атрибутів*. Під час здійснення аналізу геоданих з'ясовуються різні просторові особливості процесів, що відбуваються в географічній оболонці. Наприклад,

- відбувається ототожнення різноманітних меж і відстаней: границь об'єктів, шляхи, гідрографія тощо.
- здійснюється аналіз поверхонь: вивчаються властивості фізичної поверхні за різними градієнтами (видимість, висота, температури, тиск, сейсмічність, крутизна, ін.).
- проводиться мережевий аналіз для з'ясування поведінки потоків. Такий аналіз корисний в реалізації завдань прикладних екологічних, ландшафтних, кліматичних та гідрологічних досліджень, логістики та транспортування (вибір маршруту), географії населення та рекреації й туризму, при проведенні оптимізації транспортної інфраструктури та ін.;
- візуалізуються існуючі закономірності у розташуванні та відношеннях об'єктів на певних територіях;
- створюються вибірки об'єктів за певними критеріями та візуалізуються в окремих зображеннях;
- здійснюються математичні обчислення параметрів об'єктів та з'ясовуються залежності на їх основі та інше.

Перелік аналітичних процедур існуючих ГІС можуть відрізнятися, але є близьким за своїм складом. Так, здебільшого, в стандартних аналітичних функціях ГІС наявні наступні:

- можливості для картометричних (геометричних) обчислень: визначення координат, вимірювання відстаней, довжин, периметру, площ, об'ємів та ін.;
- можливості для аналізу просторових закономірностей: місцеположення, розподіл, охоплення та включення, сусідство, зонінг та кластеризація, інтерполяція, екстраполяція, дистанційні обчислення та ін.;
- можливості математико-статистичних обчислень: обчислення статистичних параметрів, елементи регресійного, кореляційного аналізу, аналіз просторового розподілу та побудова трендових поверхонь тощо;
- можливості побудови безперервних поверхонь та аналізу цифрових моделей поверхонь: візуалізація поверхонь у 2 та 3-D зображенні, обчислення морфометричних параметрів (кути та експозиція, кривизна, напрями, об'єми, висоти) та зон огляду, виділення структурних елементів поверхні (басейни, ерозійна мережа, тальвеги), окреслення контурів та ін.;
- можливості мережного аналізу: визначення маршрутів за критеріями (короткий/довгий, оптимальний), обчислення параметрів мереж (початок, кінець, напрям, потужність, тривалість, інтенсивність), доступність та ін. ;
- можливості оверлейного аналізу, а саме процедури графічного або аналітичного накладення двох і більше об'єктів (просторових об'єктів, класів просторових об'єктів тощо). Аналітичні алгоритми оверлейних операцій для різних моделей представлення геоданих будуть відмінними і побудованими за різними принципами. Для растрової моделі геоданих будуть використовуватися алгоритми

обчислення картографічної алгебри, а для векторної моделі представлення геоданих будуть використовуватися алгоритми обчислення аналітичної геометрії. Оверлейний аналіз розрізняється на графічний оверлей та топографічний оверлей. Графічний оверлей дає можливість створення графічної композиції, як результату накладення одного об'єкту на інший з сумарними атрибутами. Топологічний оверлей – це отримання похідного об'єкту із атрибутами логічно і топологічно похідних від вихідних даних. В топологічному оверлейі можуть використовуватися дані різних типів – точки, лінії, полігони.

- можливості селективного/вибіркового аналізу: формування вибірок даних за запитом до БД на основі виставлених критеріїв (вибірки за місцем розташування та вибірки по атрибутам);

- можливості рекласифікації: зміна змісту існуючих картзображень чи таблиць БД на основі вже існуючих даних та чітко сформульованих умов для перекласифікації. Процедури рекласифікації використовуються для створення оновлених геоданих для певної території, спираючись на наявну просторову інформацію, і технологічно пов'язані із перекодуванням атрибутів чи значень комірок растрового зображення для генерування оновлених даних.

Тематичне картографування в ГІС також є значущим інструментом візуального аналізу геоданих, що формують цифрову базу геоданих. Тематичні карти в ГІС створюються на основі аналізу атрибутики, що описує графічні об'єкти пов'язані із нею. Тематичне картографування здійснюється у різні способи (використовуючи існуючі шаблони), що відповідають просторовій основі у вигляді точкових, лінійних, полігональних об'єктів, серед яких найбільш затребувані наступні:

- картограми (ранжовані діапазони, індивідуальні значення);
- точкові карти (ранжовані чи пропорційні точки, індивідуальні знаки);
- картодіаграми (стовбчасті та кругові);
- точкові картограми (щільність точок на одиницю площ);

Можливості ГІС в плані тематичного картографування дозволяють не лише вибрати з переліку способів створення тематичної карти на основі аналізу атрибутики класів графічних об'єктів, а й також вибрати стилі оформлення карти – кольори палітри чи знаків, розміри чи тип символів, кількість рангів значень та метод групування (класифікації) значень та ін.

ТРЕНІНГ 4. Створення точкових тем, проведення процедур просторового аналізу даних, компоновка геозображень.

Мета тренінгу полягає у отриманні навичок:

- ✓ зі створення точкових тем в середовищі QGIS;
- ✓ роботи із функціями приєднання зовнішніх даних;
- ✓ здійснення просторового аналізу даних, зокрема, інтерполювання/екстраполювання даних, побудова статистичних поверхонь розподілу явищ та ізолінійних карт на основі даних розподілу явищ, проведення процедур буферизації.

Завдання тренінгу:

- ✓ створювати точкові теми на основі даних формату .txt, .csv та ін.;
- ✓ процедура приєднання таблиць до точкових тем,

- ✓ побудова буферів в середовищі QGIS
- ✓ просторовий аналіз в середовищі окремого програмного модулю SAGA;
- ✓ редагування отриманих поверхонь та компоновка геозображень;

Перспективний результат тренінгу полягає в роботі із сторонніми форматами збереження даних, зокрема, текстовим форматом збереження, створення на їхній основі графічних об'єктів та проведення просторового аналізу, буферизації отриманих даних із отриманням геозображень по результатам аналізу.

Вхідними даними для тренінгу є створені в попередніх тренінгах набори просторових об'єктів LINE_UKR.shp, POLYGON_OBLAST.shp, HOLE_UKR.shp та файли які надані викладачем: 0_TVO.txt (геометричні дані по територіальним виборчим округам України на момент виборів Президента України 2014 року) та Select_2014.xls (атрибути по волевиявленню виборців за округами); додаткова таблиця із переліком кандидатів в Президенти України 2014 року та їх номер (в таблиці Select_2014.xls в атрибутах вказані номери замість прізвищ) – Cand_2014.DBF


Хід тренінгу

1) Створити новий проект у середовищі Q GIS за відомим алгоритмом: **Проект – Створити**

2) Налаштувати координатну систему проекту та встановити **WGS84** із використанням алгоритму (рис.4.2):

➤ **Налаштування – Параметри** – далі вибираємо закладку в діалоговому вікні «координатна система» і проставляємо чекер (галочка) **«використовуємо за замовчуванням»** вказавши потрібну для роботи СК з бібліотеки програми: **WGS84** (дивись докладніше попередні практичні завдання).

➤ У випадку якщо у поданому переліку потрібної СК немає, то потрібно її знайти та встановити з бібліотеки. Для цього потрібно викликати вікно вибору

системи координат натиснувши кнопку  Зняти чекер біля фільтру і у вікні фільтру вписати код потрібної СК (в нашому випадку це **WGS84**)

➤ Зберегти зміни та і сам новий проект можна через функціональне меню **Проект – Зберегти як..** вказавши локацію розміщення проекту у файлової системі, назву (Project_SPATIAL_ANALIST) та тип (.qgz) файлу в якому зберігається проект

3) Далі для роботи потрібно додати векторний шар із лінійними графічними об'єктами кордонів України. Для цього виконати алгоритм: **Шар – Додати шар – Додати векторний шар** – і вибрати в каталозі локацію та файл із лінійними кордонами областей України, який було створено за попередні тренінги (наприклад, LINE_UKR.shp) полігональні шари із кордонами та межами України

4) **Створити точкову тему використовуючи файл із даними формату .txt**, який був наданий викладачем (рис 4.1.):

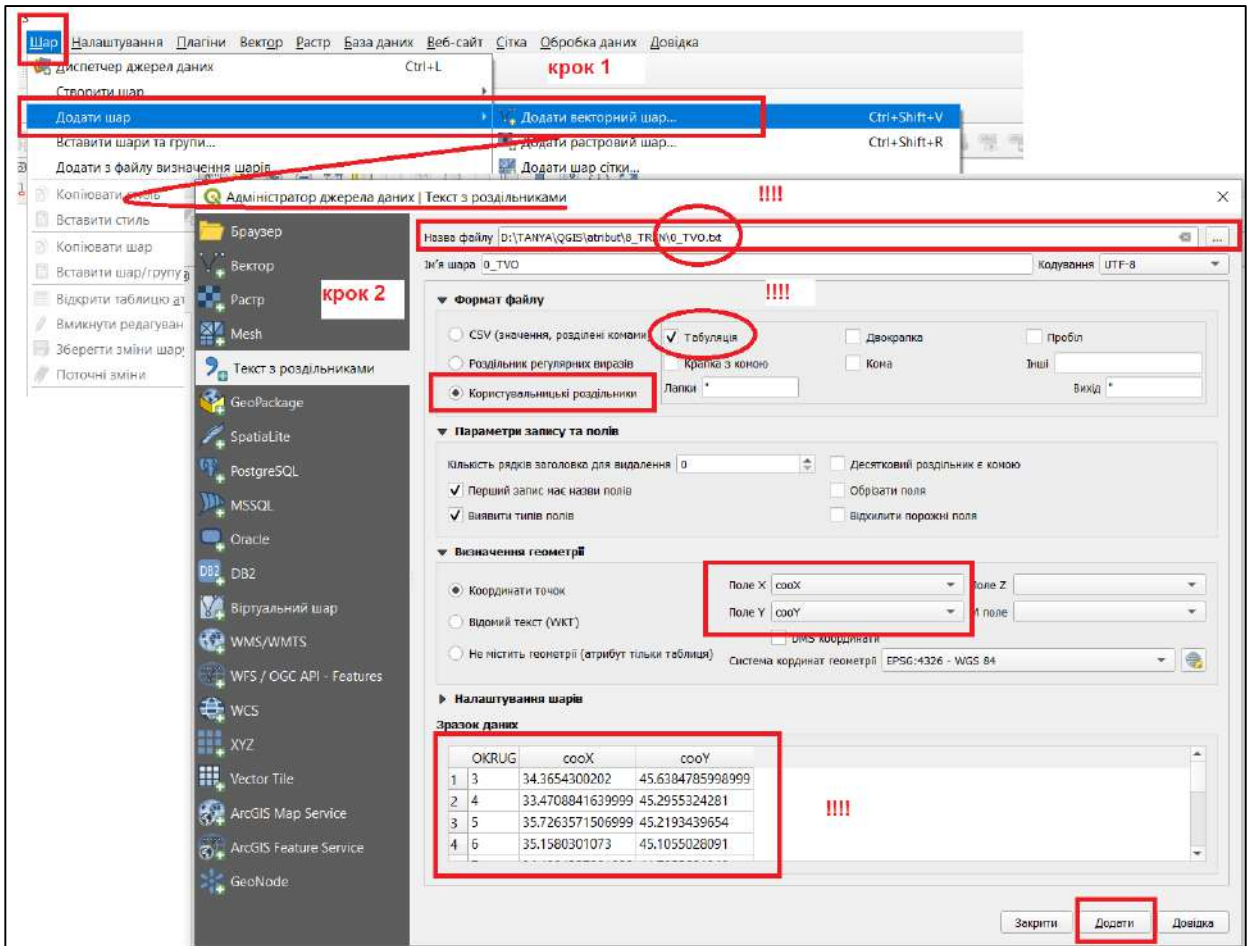


Рис. 4.1. Скріншот процедури додавання зовнішніх даних в проект

- Додати векторний шар – використовувати закладку Адміністратора джерела даних «Текст із роздільниками» - знайти його у файловому каталозі (формат .txt) – перевірити щоб виставлено було формат файлу у *користувальницьких роздільниках – Табуляція* – визначити геометрію вказавши відповідні поля таблиці де містяться координати – перевірити чіткість і правильність стовпчиків таблиці у зразку.
- Після додавання шар із точковою геометрією має автоматично з'явитися у мапері (рис.4.2.)

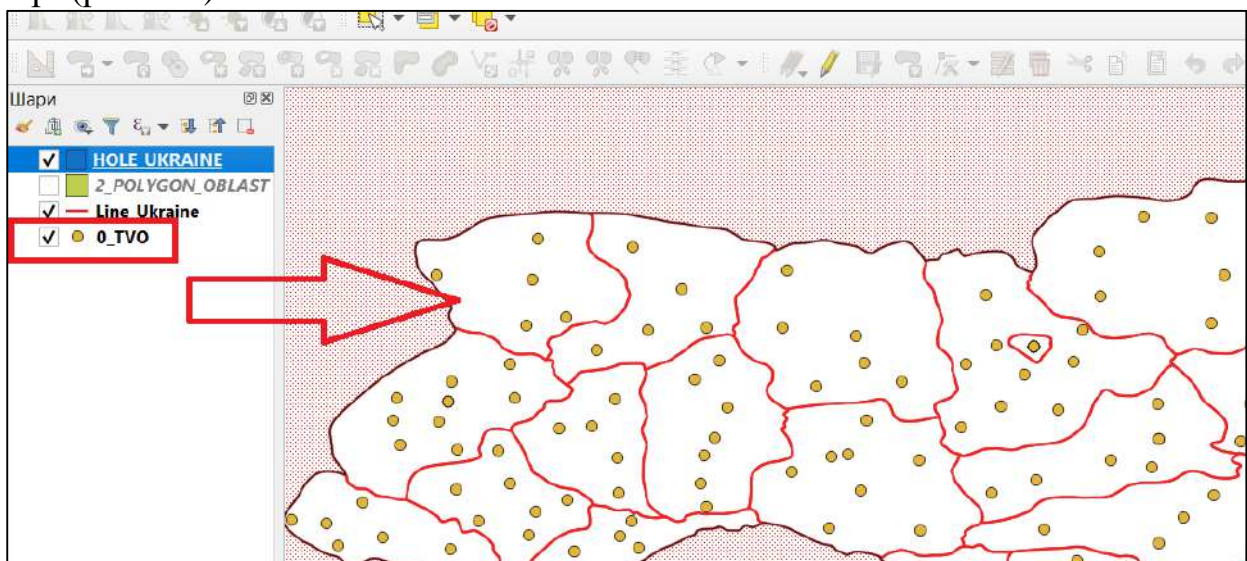


Рис. 4.2. Автоматично доданий в легенду проекту шар із точковою геометрією, що побудований за зовнішніми координатними даними

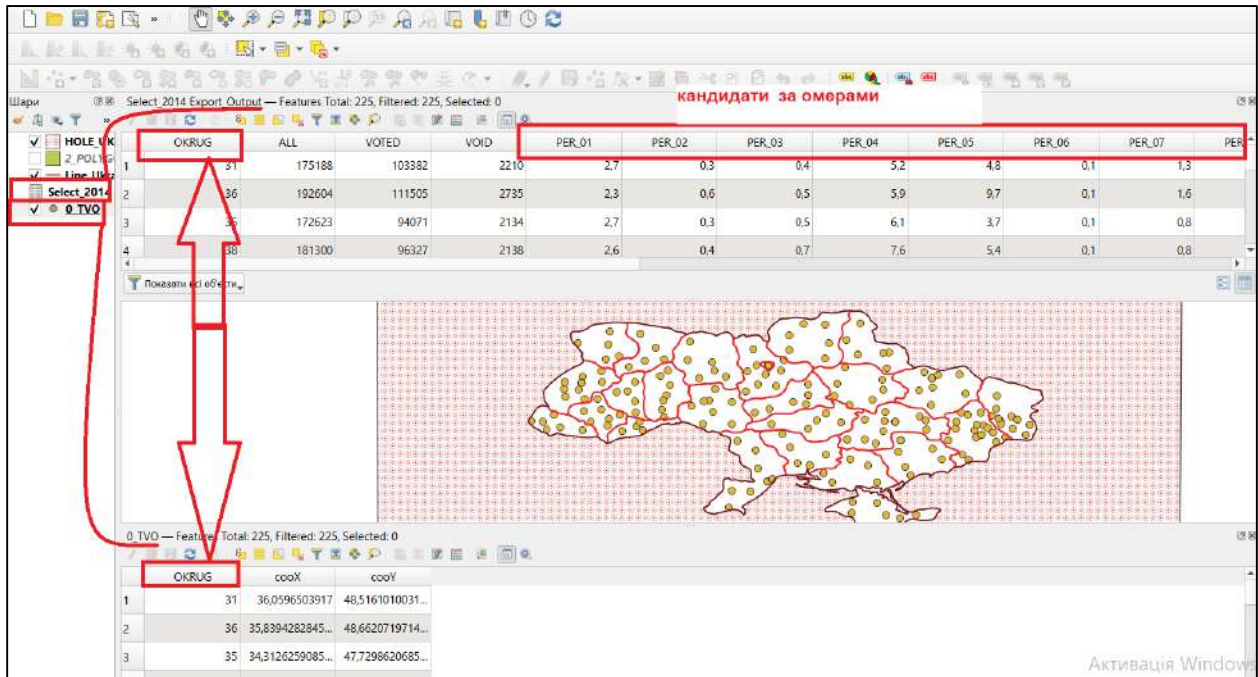


Рис. 4.3. Додавання зовнішньої таблиці із розширеними даними по атрибутам територіальних виборчих округів в проект

5) Додати таблицю ексель із електоральними даними по кандидатам (Select_2014) до таблиці із геоданими (рис.4.3.)

6) Далі об'єднати ці дві таблиці – експортувати в постійний шейп – прослідкувати щоби всі поля були коректними (типи та назви...). Отриманий шейп буде точкової геометрії із даними по виборам і отже саме він буде основою для просторового аналізу (рис. 4.4.)

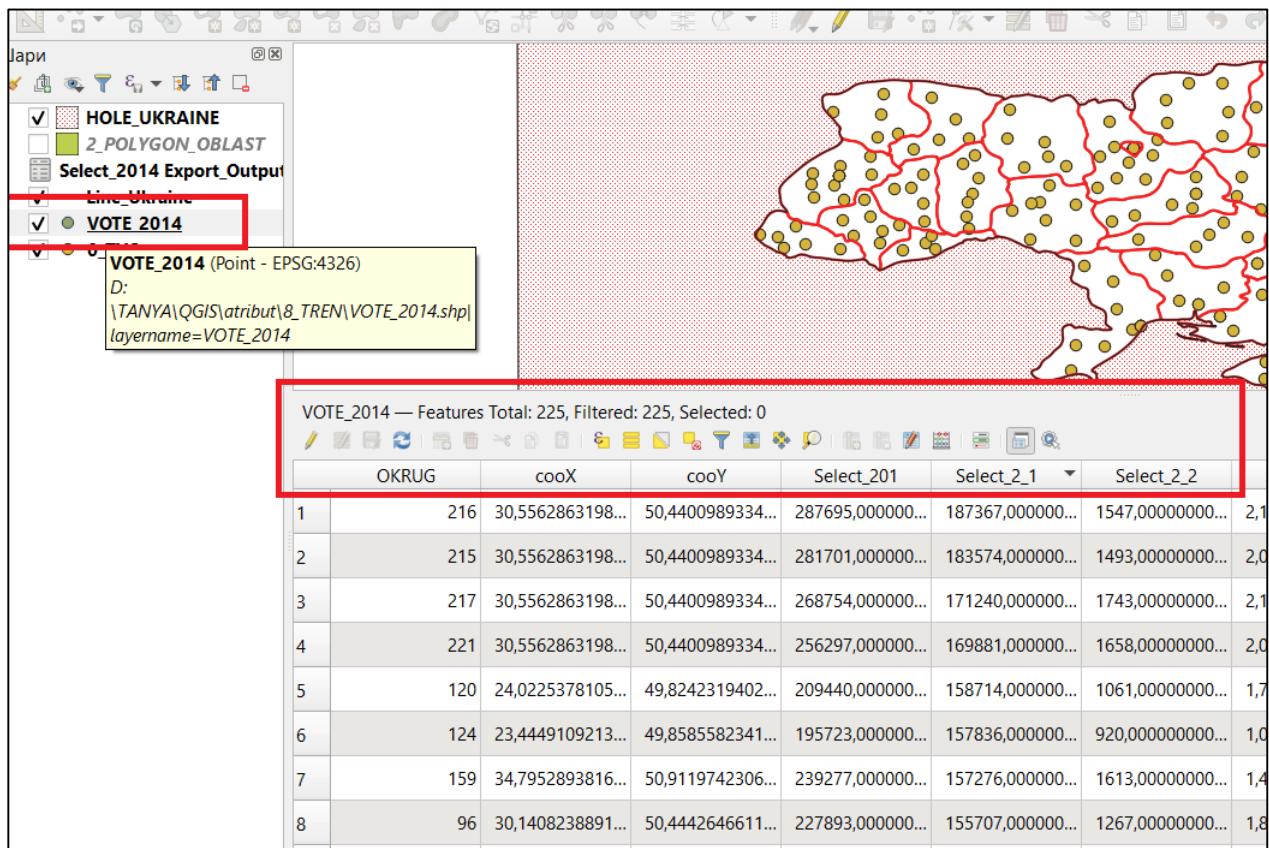


Рис.4.4. Процедура з'єднання таблиць в в поточному проекті

7) Через меню ПУСК комп'ютера запустити програмний модуль SAGA який інстальовався із разом QGIS (рис. 4.5.)

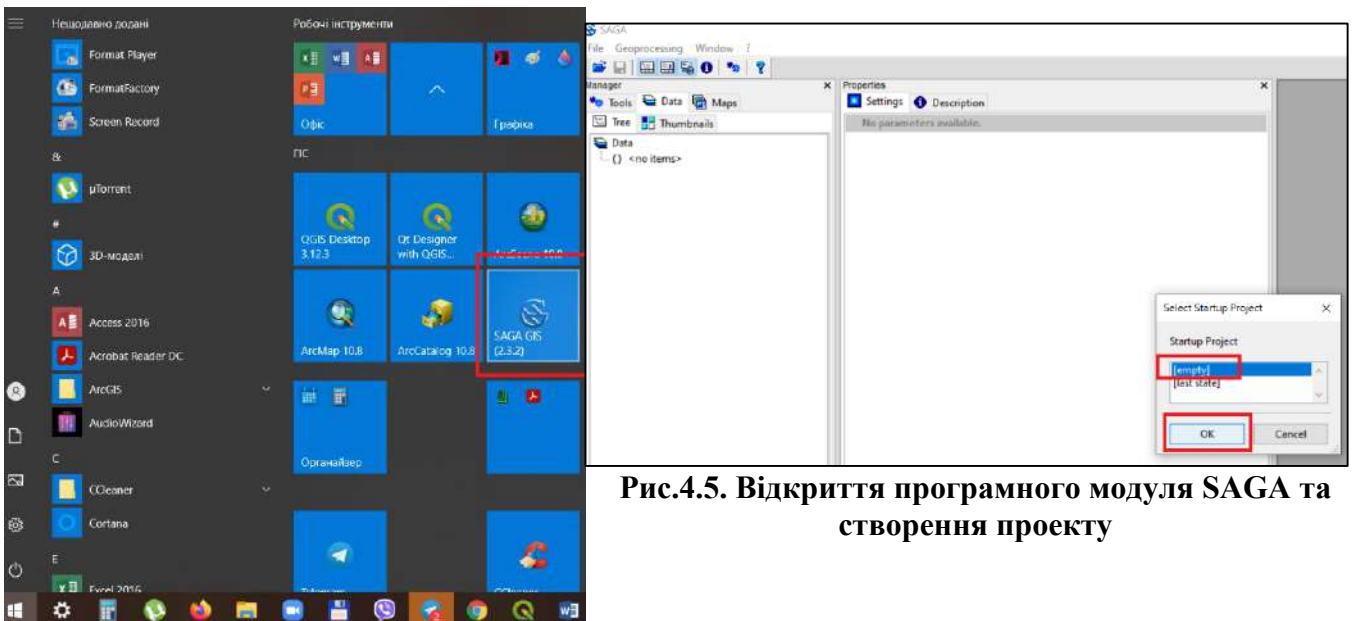


Рис.4.5. Відкриття програмного модуля SAGA та створення проекту

8) Відкрити в модулі шейп-файлу VOTE_2014 та додавання його в канву карти модулю SAGA (рис.4.6.)

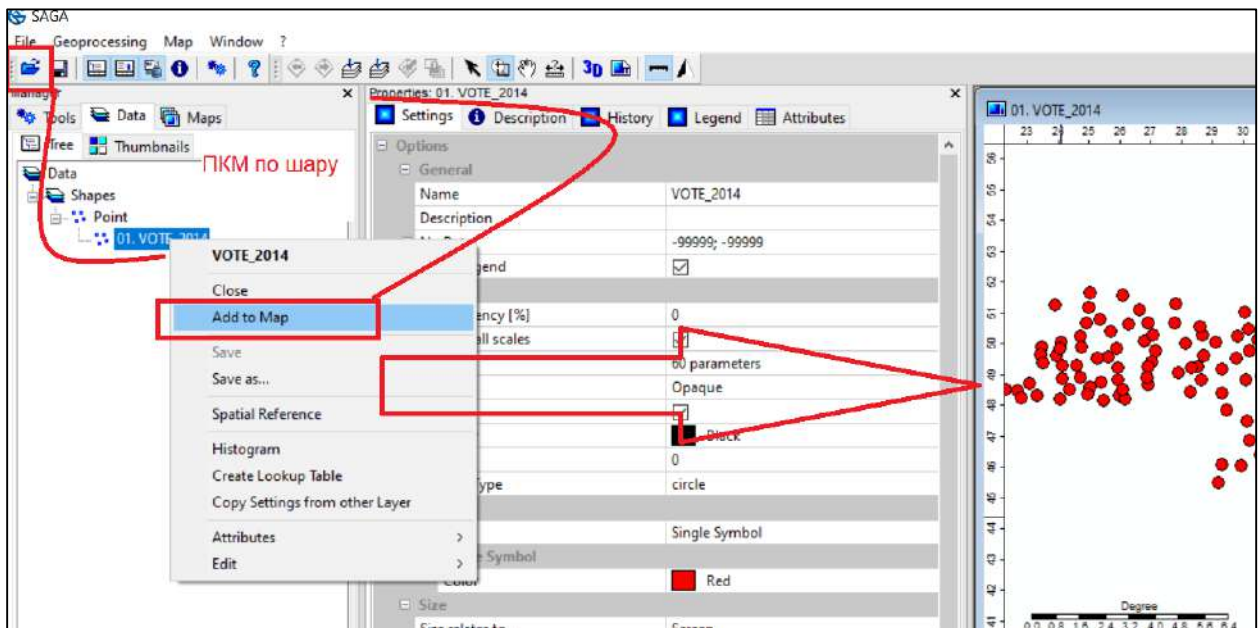
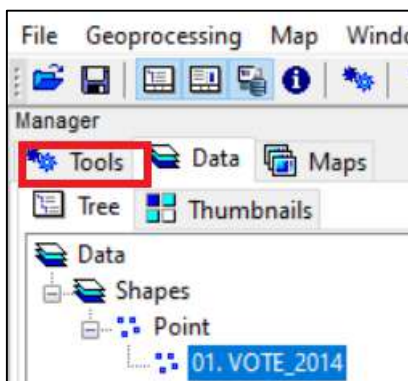


Рис.4.6. Додавання шару точок в мапшер проекту у середовищі програмного модуля SAGA



9) Вибрати закладку із TOOLS (рис. 4.7.)

Рис.4.7. Відкриття інструментів для проведення просторового аналізу у середовищі програмного модуля SAGA

10) Вибрати метод аналізу та виставити параметри (рис. 4.8.)

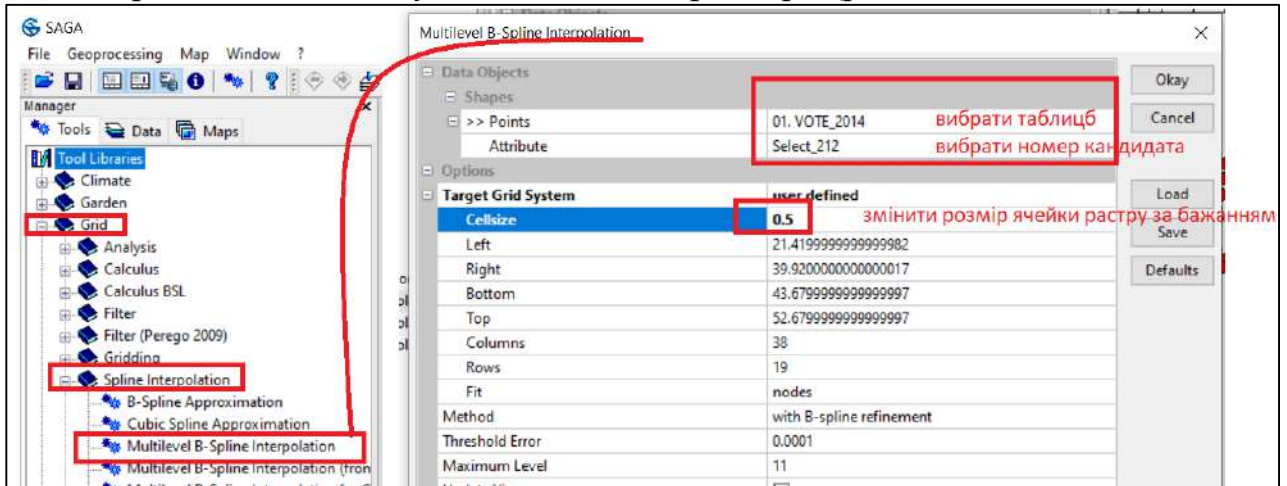


Рис. 4.8. Скріншот процедури інтерполяції в середовищі програмного модуля SAGA

11) Повернутися до закладки меню DATA та додати побудовану растрову поверхню до мапера (рис. 4.9.)

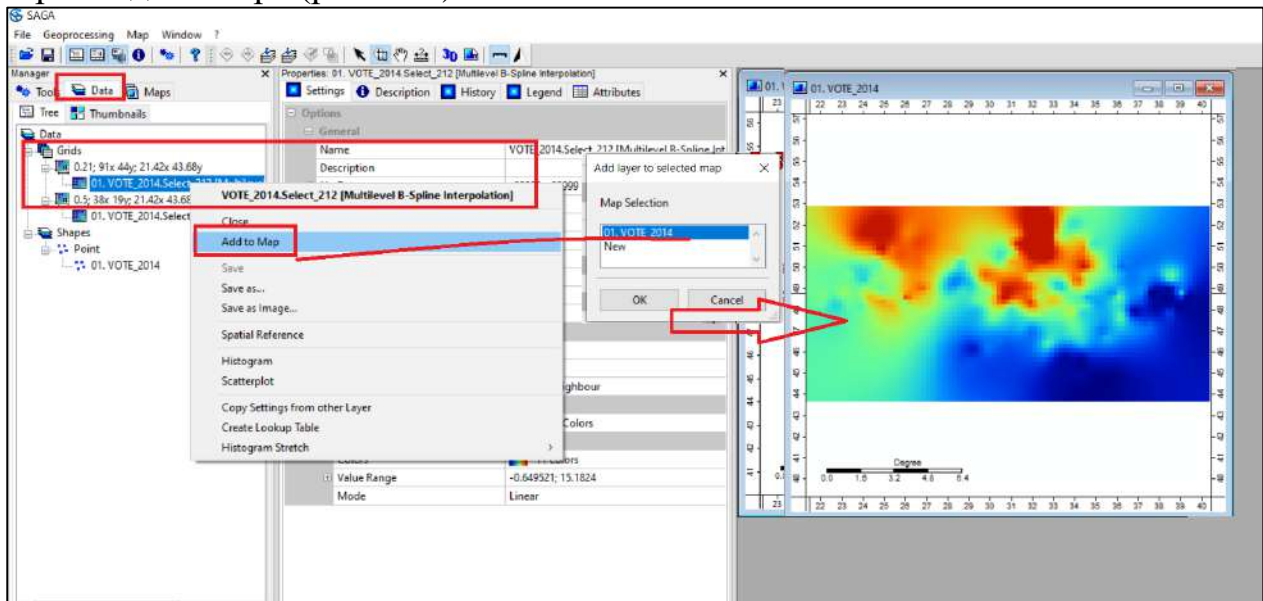


Рис. 4.9. Додавання побудованої поверхні в мапер модуля

12) Побудувати ізолінії по растровій поверхні повернувшись в TOOLS (рис. 4.10.)

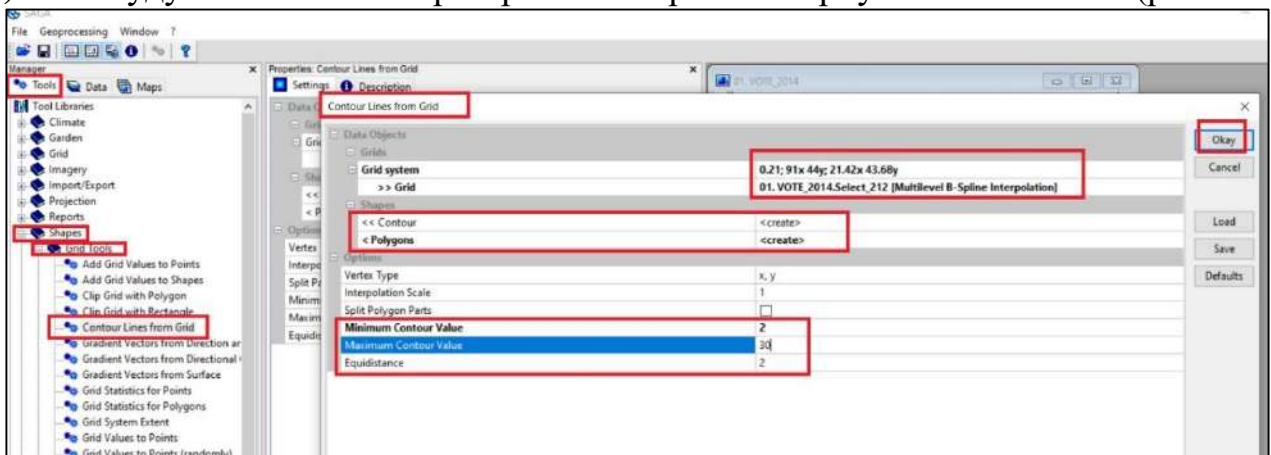


Рис. 4.10. Побудова ізоліній по растровій поверхні на основі даних по територіальних виборчих округах

13) Додати побудовані ізолінії в мапнер проекту (рис. 4.11.)

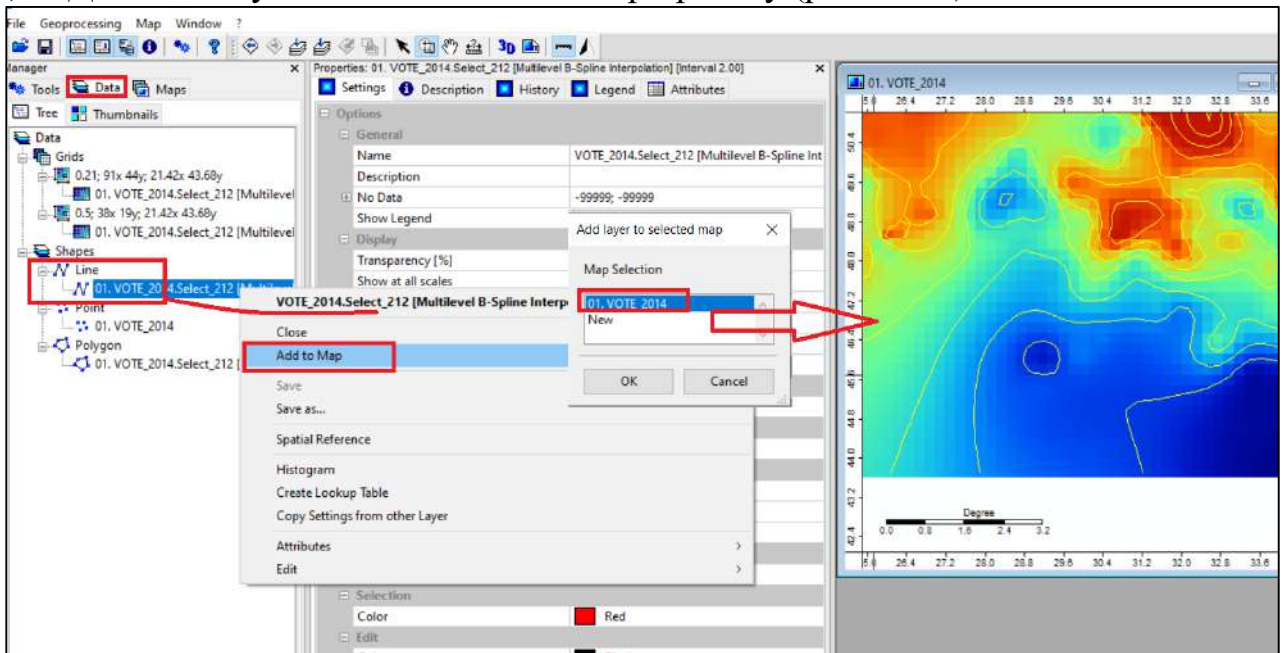


Рис. 4.11. Додавання ізолінійної поверхні в мапнер програми

14) Зберегти, як шейп-файл отримані поверхні (рис. 4.12.)

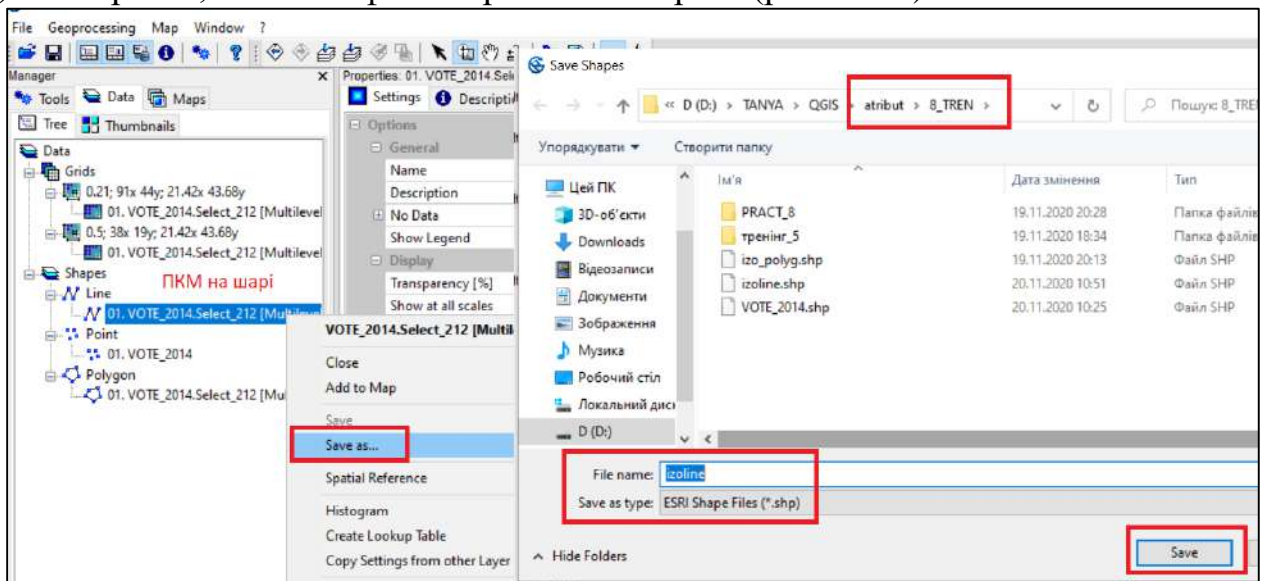


Рис. 4.12. Скріншот процедури збереження поверхонь у шейп-файли в середовищі програмного модуля SAGA

15) Додати отримані шейп-файли у проект створений раніше в середовищі QGIS (рис.4.13.) за відомим алгоритмом.

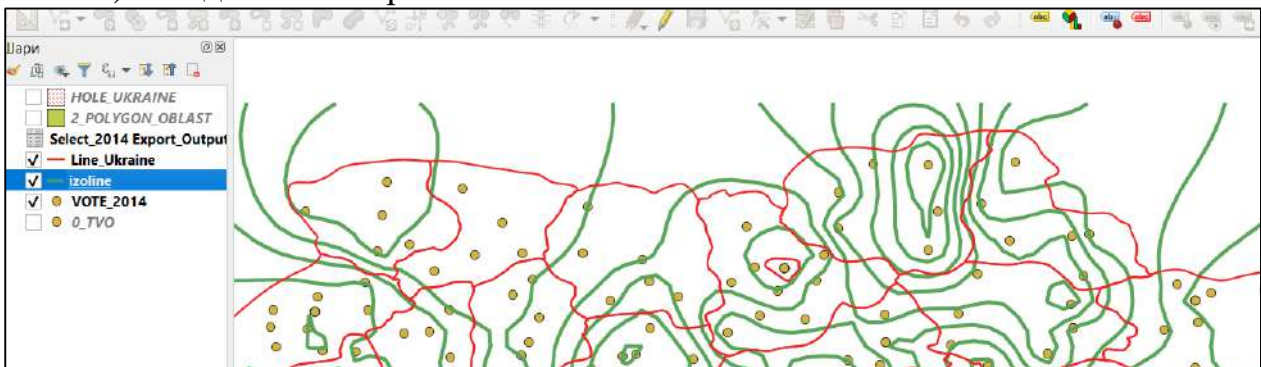


Рис. 4.13. Додавання шейп-файлів створених в середовищі SAGA в проект QGIS

16) Згладити отримані ізолінії (рис. 4.14.) – процедури з інструментами панелі обробки даних – Векторна геометрія.

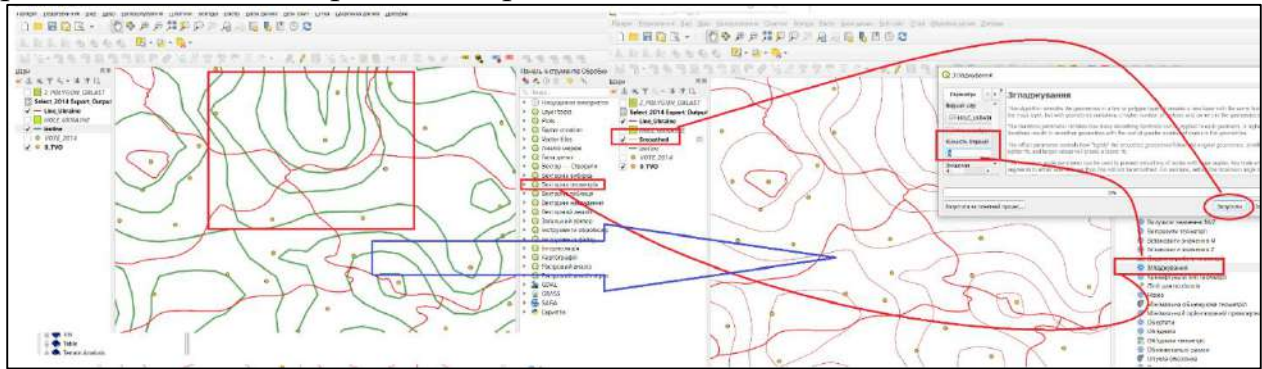


Рис. 4.14. Скріншот процедури згладжування ізоліній

17) Накрити шар ізоліній шаром із перфорованим полігоном (кордонами України) (рис. 4.15.)

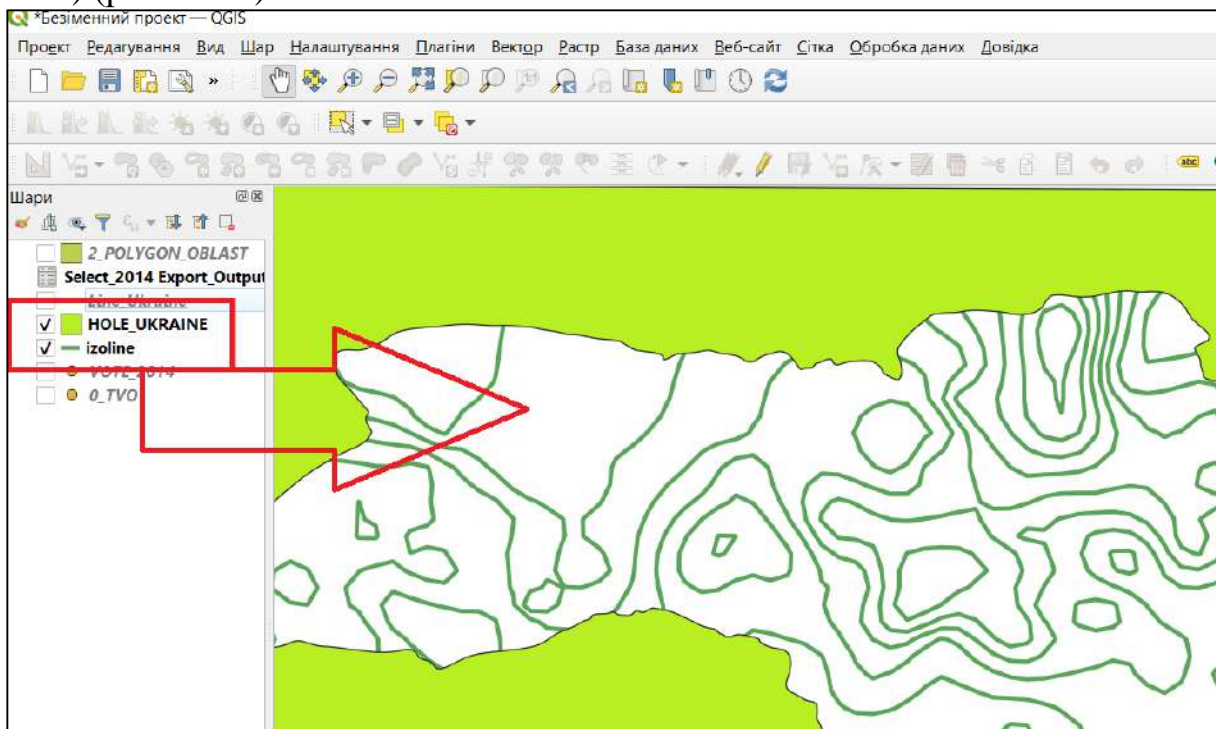


Рис. 4.15. Демонстрація правильного взаємного положення шарів у легенді проекту

18) Зберегти проект за відомим алгоритмом дій.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ В ГІС, МАКЕТУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Оскільки ГІС спрямовані на роботу із просторово-локалізованими даними, вони подають або *візуалізують* оброблену інформацію у вигляді різних картографічних, тримірних та анімованих зображень.

Візуалізація охоплює всі основні принципи подання інформації в зручній та зрозумілій для користувача формі і є базовою функцією в ГІС. Візуалізація геоданих у ГІС – охоплює процес проектування і генерування зображень на основі вихідних цифрових даних, із використанням правил і алгоритмів їхнього перетворення.

Візуалізація геоданих у ГІС може відбуватися в різні способи, оскільки база геоданих може бути сформована даними різних форматів. Вихідні дані для подальшого маніпулювання, аналізу та візуалізації визначатимуть способи представлення геоданих та результатів їхньої обробки.

При візуалізації векторних даних використовуються графічні засоби побудови картографічних знаків та бібліотеки готових графічних знакових символів. Бібліотеки знаків у ГІС організовані за тематичним принципом (образи, топографічні, стрілки, геометричні та ін.). символи та знаки, що передають об'єкти різних типів також піддаються настроюванню та редагуванню відповідно до типу: розміри, колір, кути нахилу, об'ємність, контрастність, заповнення, контури та інше.

При візуалізації растрових даних (безперервних поверхонь) ГІС передбачають поліхромні, біхромні та монохромні палітри, що передають числові значення елементів растрової поверхні. Палітри можуть бути суцільними та переривчастими. При візуалізації перший колір палітри присвоюється найменшим значенням поверхні, а останній – найбільшим. Для зміни порядку проходження кольорів використовують *реверс* палітри. Візуалізацію растрових поверхонь можна змінювати за допомогою методу групування (класифікації) значень, зміни кількості рангів (груп значень) та методів присвоєння кольорів групам значень (лінійного групування, логарифмічного групування тощо). Для візуалізації растрових даних будуються також ізолінійні поверхні, векторні та градієнтні поверхні, тримірні блок-діаграми тощо.

ТРЕНІНГ 6. Макетування картзображень: оформлення карт в середовищі QGIS.

Мета тренінгу полягає у отриманні навичок:

- ✓ із роботою інструментів оформлення картзображень;
- ✓ зі створення макету картзображень з отриманих результатів візуального аналізу;

Завдання тренінгу:

- ✓ створити робочий проект з набору шарів: карта-анаморфоza, картограми полотності певного явища по території; картодіаграми та карти адміністративного поділу України;
- ✓ створити макет отриманих картзображень;

Перспективний результат тренінгу полягає в створенні картографічних зображень на основі результатів візуального аналізу атрибутивних даних.

Вхідними даними для тренінгу є створений в результаті попереднього тренінгу шар полігональної геометрії із приєднаною атрибутикою по областяхм України (JOIN_OBLAST.shp) та побудовані аналітичні карти на основі статистики.

Хід тренінгу

1) В створеному, за попередній тренінг, проекті із набором шарів із векторними полігональними об'єктами, що містять набір атрибутів (певна статистика по адміністративним одиницям) та побудованими на їхній основі картограмами, анаморфозами та картодіаграмами *потрібно перейменувати шари (панель управління шарами) відповідно до результатів картографічного аналізу (рис. 5.1.) і відкрити інструменти макетування картзображень QGIS (рис.5.2. та 5.3).* При відкритті інструментів макетування потрібно буде встановити ім'я макету що буде створюватися

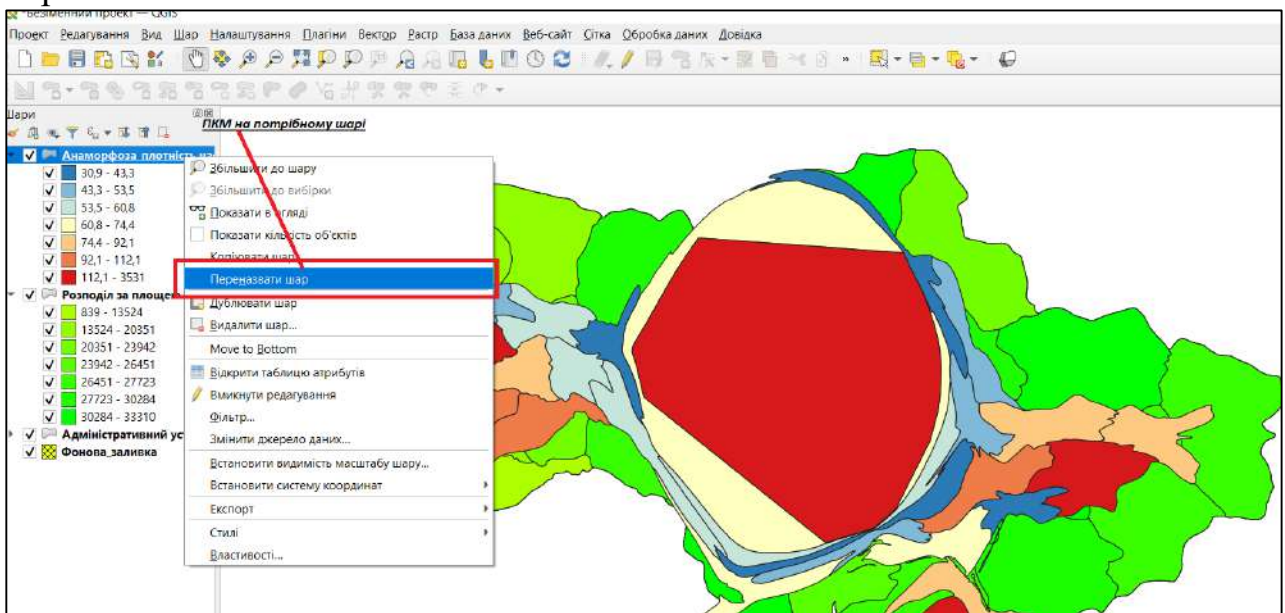


Рис. 5.1. Перейменування шарів в проекті в середовищі QGIS.

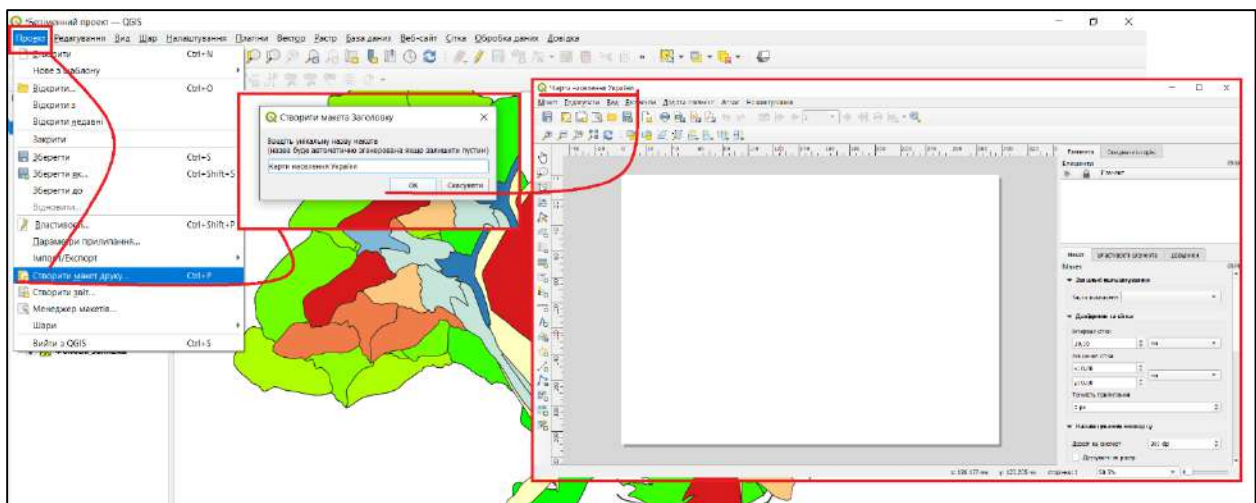


Рис.5.2. Відкриття вікна та інструментів макетування картографічних зображень

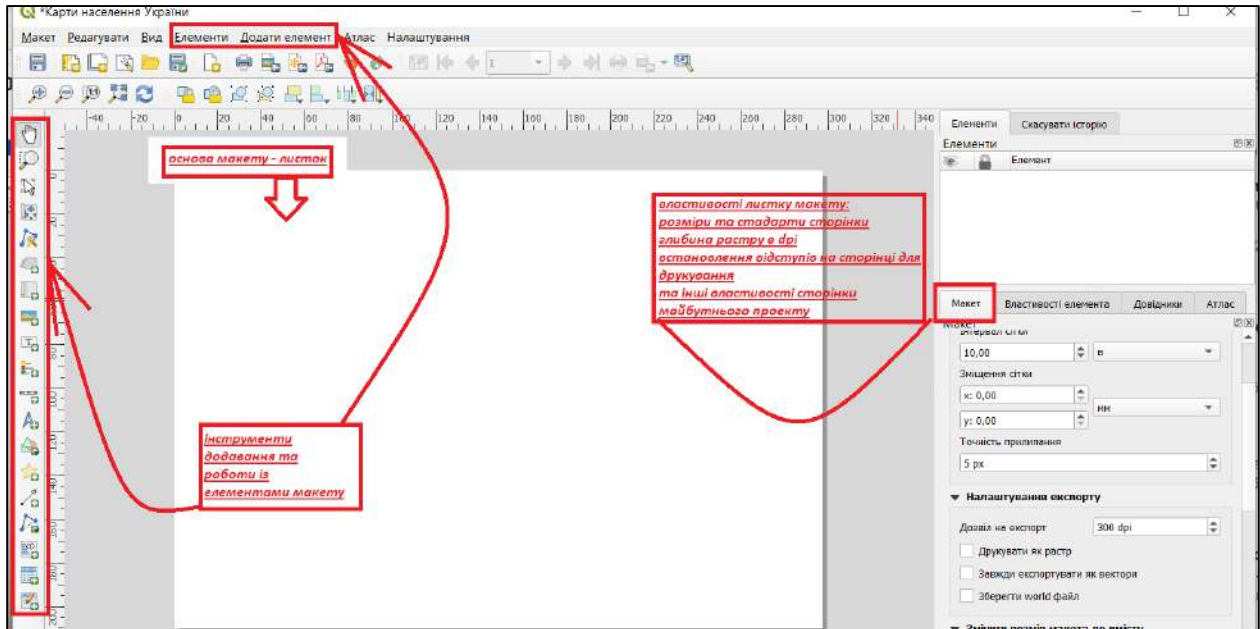


Рис. 3. Інтерфейс макетувальника картзображень

2) Додати певний елемент в макет для подальшого картоформлення можна або через закладку *меню «Додати елемент»* або з *панелі піктограм* ліворуч листку макету.

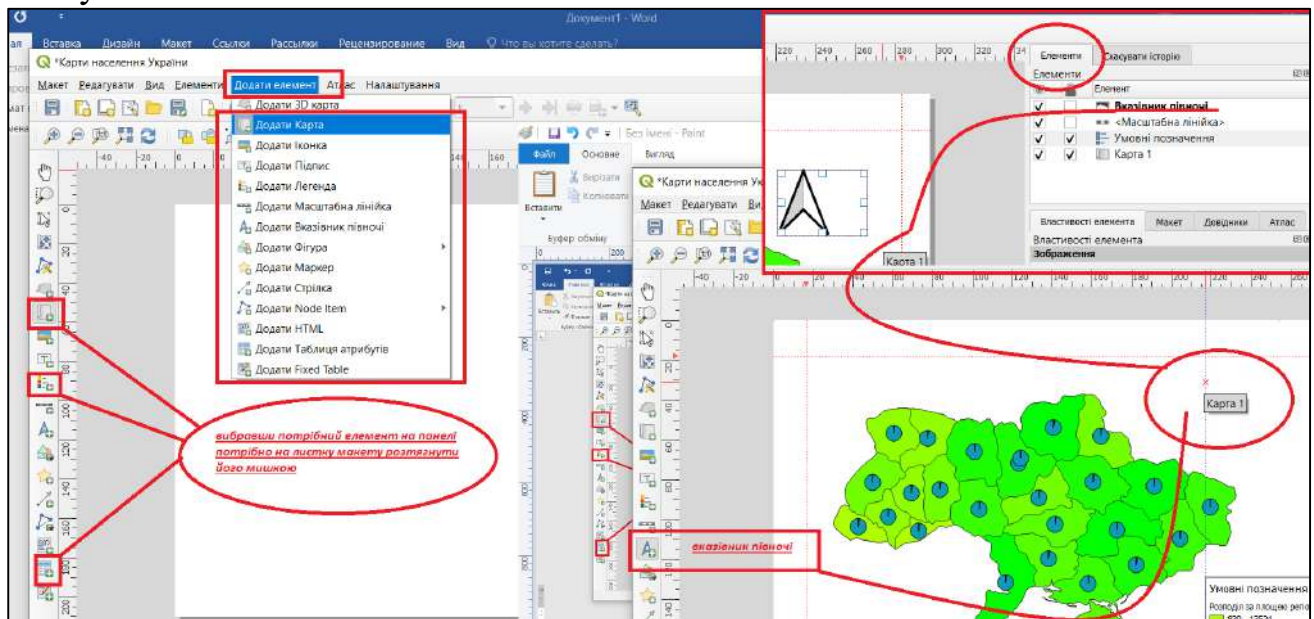


Рис. 5.4 Вставка елементів карти в макет карти.

Вибравши інструмент вставки потрібного елементу карти потрібно його окреслити мишкою (розтягнути курсором) на листку макету і він активується на макеті та на панелі меню роботи із елементами макету карти праворуч листку макету в закладці «елементи карти» (рис.5.4).

3) На панелі праворуч листку макету є вікна *найвних* елементів карти та функціонал для редагування властивостей елементів тощо (рис. 5.5.)

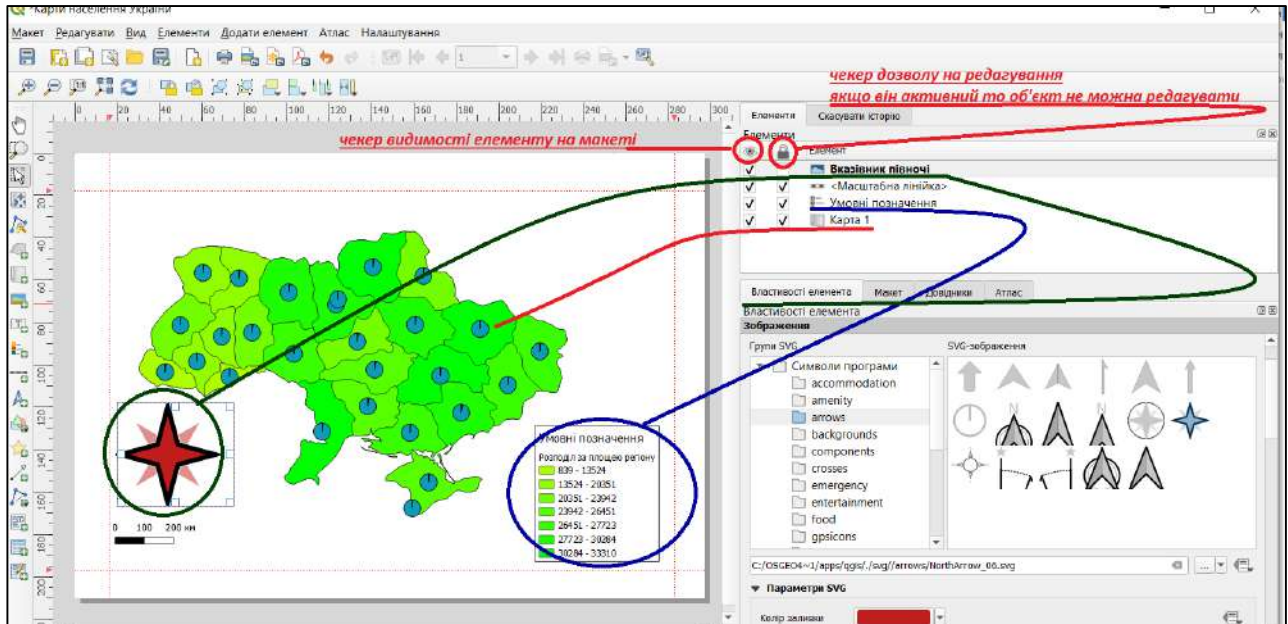


Рис. 5.5. Вставка елементів карти та редагування елементів з панелі властивостей.

Зауважимо, що редагування кожного елементу карти супроводжується спеціальними вбудованими інструментами редагування властивостей цього елементу і вони будуть відрізнятися у різних елементів: карти, таблиці, легенди, тексту, напрямку на північ, масштабу та ін.

У закладці «Властивості елемента» є всі необхідні інструменти для змін: кольору, рамки, розміру, типу шрифту, фонові заливки елементу, символ для візуалізації та інші речі необхідні для досягнення результату в дизайні кожного з елементів карти.

4) Приклад редагування карти – встановлення рамки карти у вигляді координатної сітки. Виділити його на макеті (рис.5.6.)

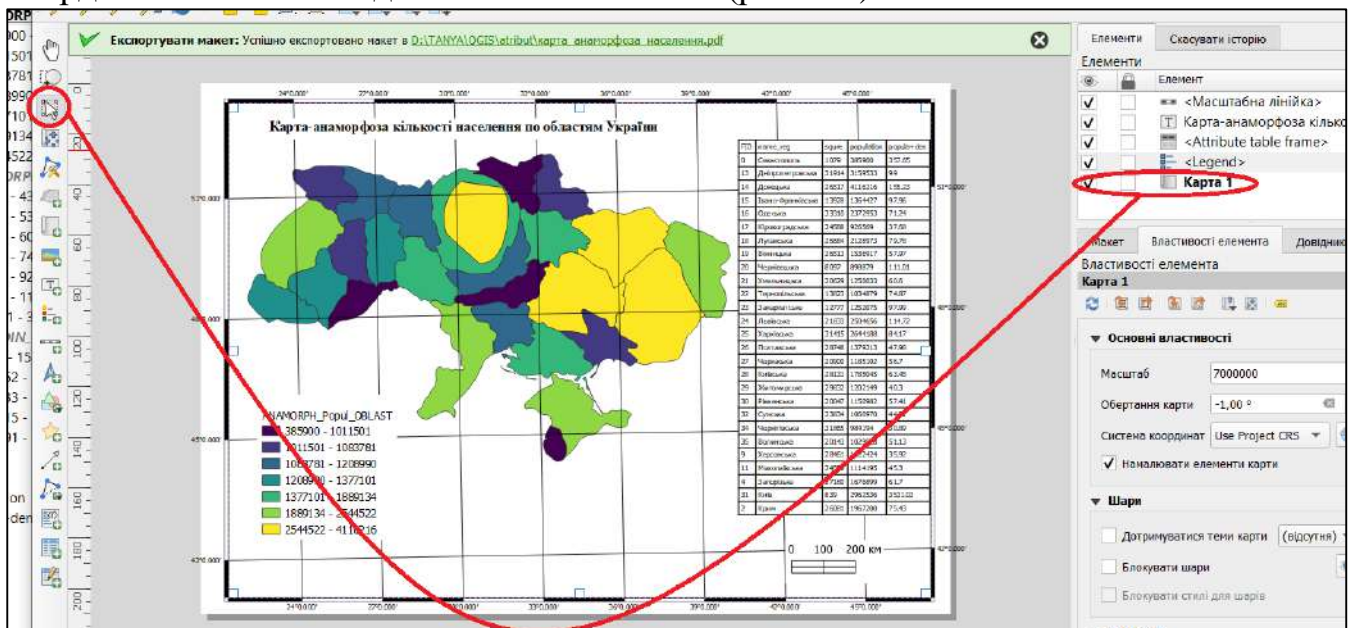


Рис.5.6. Приклад редагування карти – встановлення рамки у вигляді координатної сітки

➤ Далі вибрати у вікні властивості карти закладку «сітки» та додати сітку «+» або вибрати сітку із переліку та натиснути «змінити сітку». (рис.5.7.)

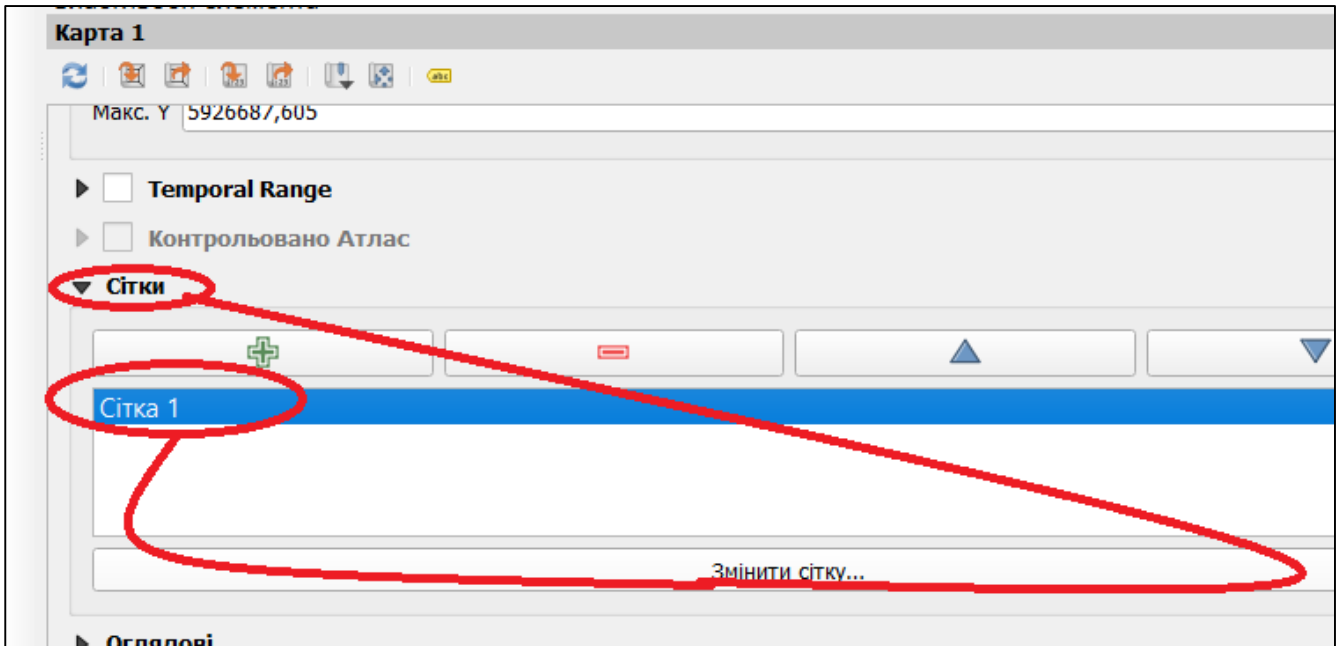


Рис.5.7. Приклад редагування карти – вибираємо координатну сітку

- Далі поступово змінюємо властивості елемента карти із меню властивостей сітки та рамки сітки (рис. 5.8.)

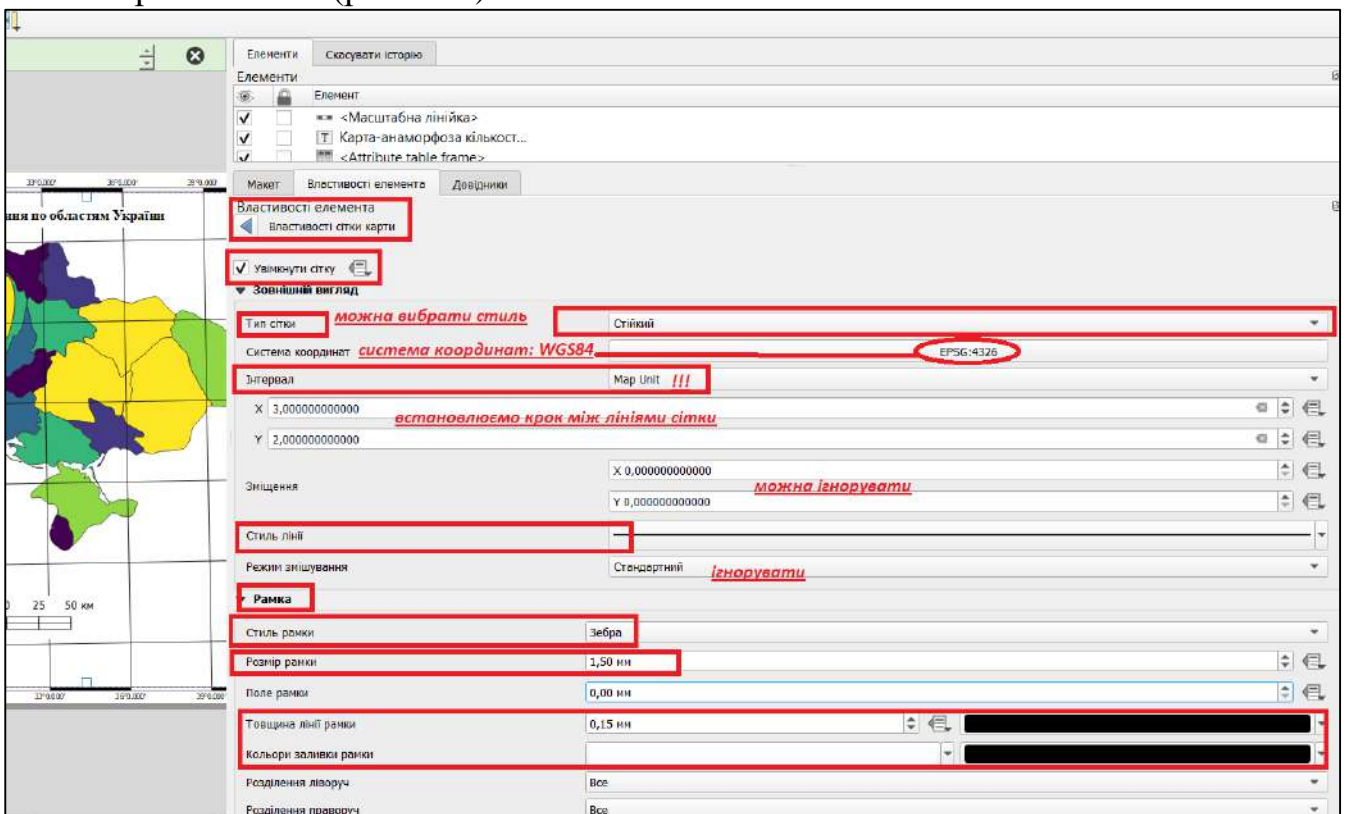


Рис.5.8. Приклад редагування карти – властивості координатної сітки

- 5) Після того як макет зроблено: додана карта, відредаговано рамку карти у вигляді градусної сітки, легенду, таблицю атрибутів, назву карти, масштаб та інше її потрібно експортувати у ПДФ та/або растрове зображення (рис. 5.9.)

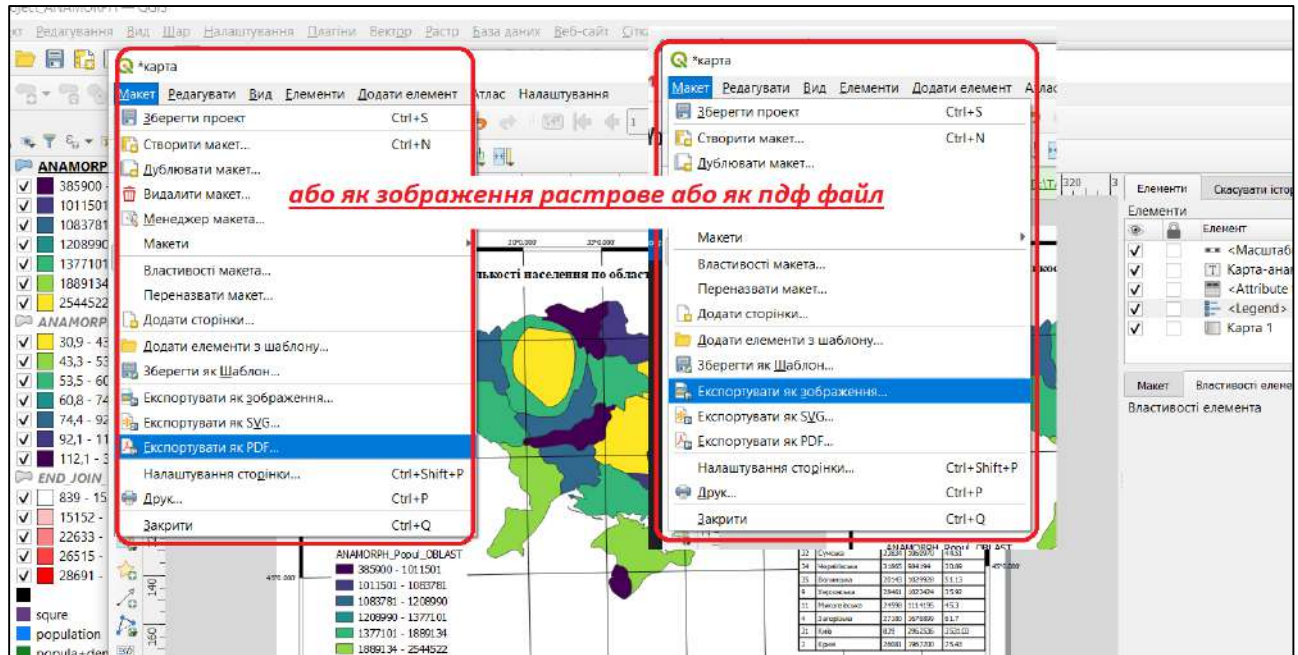


Рис. 5.9. Експорт макету карти у різні формати файлів.

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

1. Геоінформатика: учебник для студ. высш. учебн. заведений / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др.; под ред. В. С. Тикунова. В 2 кн. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр "Академия", 2008.
2. Географічні карти та картографічний метод дослідження: 1 том – Географічні карти/2 том – Картографічний метод дослідження / Т. В. Дудун, С. В. Тітова.// упоряд. С. В. Тітова. – К., 2017. – 150 с.
3. Гурьянова Л.В. Введение в ГИС: учебное пособие. - Мн.: БГУ, 2008.- 135 с.
4. Дубинин М.Ю., Костикова А.А. Введение в геоинформационные системы: Интернет-курс. – Access mode: <https://gis-lab.info/docs/giscourse/index.html>
5. ДеМерс М. Н. Географические информационные системы. Основы / М. Н ДеМерс; пер. с англ. – М.: Дата+, 1999. – 491 с.
6. Іщук О. О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навч. посібник / О. О. Іщук, М. М. Коржнев, О. Е. Кошляков; за ред. акад. Д. М. Гродзинського. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2003. – 200 с.
7. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи: навчальний посібник / Л. А. Павленко. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – 260 с.
8. Руководства пользователя ArcGIS. [Electronic resource]. – Access mode: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.4/get-started/introduction/arcgis-tutorials.htm>
9. Самойленко В. М. Основы геоинформационных систем. Методология / В. М. Самойленко. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 276 с.
10. Свідзінська Д.В. Методи геоєкологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA: навчальний посібник / Д.В. Свідзінська. – К.: Логос, 2014. – 402 с.
11. Свидзинская Д. В. Основы QGIS. Учебный курс [Електронний ресурс] / Д.В. Свидзинская, А.С. Бруй. – Режим доступу: https://lab.osgeo.org.ua/files/QGIS_intro.pdf
12. Світличний О. О. Основы геоинформатики: навч. посібн. / О.О. Світличний, С. В. Плотницький; за заг. ред. О. О. Світличного. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2006. – 295 с.
13. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: Навч. посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 326 с.
14. ArcMap (Включая ArcCatalog, ArcScene & ArcGlobe) [Electronic resource]. – Access mode: <https://desktop.arcgis.com/ru/documentation/>
15. Introducing ArcGIS for Desktop. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/main/get-started/whats-new-in-arcgis-1031.htm>
16. GIS Dictionary. [Electronic resource]. – Access mode: <https://support.esri.com/en/other-resources/gis-dictionary>
17. GIS for sustainable development / edited by Campagna M. / Published by CRC Press Taylor & Francis Group. 2006. – p. 535
18. Quantum GIS Руководство пользователя Версия 1.6.0 'Соріаро' – Режим доступу: https://gis-lab.info/docs/qgis/user_guide/qgis-1.6.0_user_guide_ru.pdf
19. Malczewski J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. [Electronic resource]. – Access mode: http://staff.unila.ac.id/ekoefendi/files/2011/10/Malczewski_2004.pdf
20. Ma J. Integrating GIS and Spatial Statistical Tools for the Spatial Analysis of Health-related Data / Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy November 2000 Department of Geography University of Sheffield. Sheffield, United Kingdom [Electronic resource]. - Access mode: <http://etheses.whiterose.ac.uk/14818/1/341793.pdf>
21. Principles of Geographic Information Systems. Rolf A. de By (ed.). Second edition.– Enschede, The Netherlands, 2001. – 490 p. [Electronic resource]. – Access mode: https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2009/general/principlesgis.pdf
22. Tomlin C.D. Geographic Information Systems and Cartographic Modelling. - Prentice-Hall, Inc.: New Jersey, 1990. - 230 с.
23. Orford S., Dorling D., Harris R. Review of Visualization in the Social Sciences: A State of the Art Survey and Report / School of Geographical Science

University of Bristol. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.geog.ox.ac.uk/research/transformations/gis/papers/dannydorling_publication_id0288.pdf

24. ArcReview: электронные версии журнала. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.dataplus.ru/news/arcreview/all.php>

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ¹

Мета навчальної дисципліни – полягає у формуванні здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі, практичні компетентні проблеми в у сфері територіального планування та містобудування, урбаністики, геополітики, туризмі та рекреації, управління регіональною економікою та ресурсами територій, медицини та охорони здоров'я та ін. сферах професійної діяльності географів із використанням програмних інструментів ГІС, вміння шукати релевантні та застосовувати адекватні геоінформаційні технології та технології ДЗЗ при вирішенні професійних задач, формування у них на базі одержаних в Університеті знань професійних навичок та вмінь володіння геоінформаційними технологіями при прийнятті самостійних рішень під час роботи в конкретних суспільно-економічних умовах, виховання потреби систематично поповнювати свої знання ІТ і застосовувати їх в практичній діяльності та/або у процесі навчання.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. Успішне опанування курсами: Картографія, Математико-статистичні методи в географії, Географічне моделювання
2. Знання теоретичних основ базових географічних теорій та концепцій.
3. Знання і розуміння основних просторово-часових закономірностей взаємозв'язків та відношень системі «людина - середовище».

3. Анотація навчальної дисципліни: дана навчальна дисципліна віднесена до групи освітньо-професійних дисциплін підготовки Бакалавра географії (Економічна географія).

Навчальна дисципліна є невід'ємною частиною фахових знань в області інформаційних технологій із збору, накопичення, обробки, аналізу, моделювання та прийняття рішень необхідних фахівцям з оптимізації діяльності в галузі управління ресурсами територій, проектування та планування територій, аудиту та кадастрування ресурсів, охорони навколишнього середовища, розробки туристичного продукту у вигляді маршрутів та ін. Вивчення навчальної дисципліни дозволяє студентам оволодіти знаннями та навичками з аналізу, моделювання, оптимізації, узагальнення та розповсюдження інформації засобами сучасних інформаційних технологій. Частковими навчально-освітніми цілями дисципліни є надання поглиблених знань з концепції формалізованого представлення геооб'єктів та явищ засобами ГІС та ДЗЗ-технологій, теоретичних, методичних та технологічних основ геоінформатики, як наукової дисципліни та сфери практичної діяльності, з методології та методів цифрового картографування в середовищі ГІС, засобів інтеграції ДЗЗ, ГІС та Інтернет-технологій, розробки інтерактивних карт, з аналізу просторової інформації, моделювання забезпечення ресурсами та станів навколишнього середовища з метою прийняття раціональних управлінських рішень.

¹ повний опис РНП навчального курсу – Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1eVd-st-Smnbh5V7fRzeWtpuI_BC337rn/view

4. Завдання (навчальні цілі): дана навчальна дисципліна направлена на досягнення студентами наступних знань, умінь та загальних та спеціальних компетентностей:

- здатності застосовувати базові знання природничих і суспільних наук та геоінформаційних технологій при вивченні географічної оболонки і її складових, для розуміння загальних закономірностей просторості явищ, процесів в географічній оболонці (ФК-2)

- здатності самостійно досліджувати, аналізувати просторовочасові параметри організації природи, населення та господарство і взаємозв'язків між ними (відповідно до спеціалізації) на основі розуміння сучасних концепцій та методологічних інструментів географічних інформаційних систем, технологій ДЗЗ (ФК-8)

- розвитку здатності отримання навичок використання геоінформаційних технологій до проведення досліджень, в професійній сфері, на відповідному рівні разом із вміннями інформаційного пошуку, оброблення та аналізу геоінформації з різних джерел (ЗК-8)

- здатності здійснювати збір, реєстрацію і аналіз геоданих за допомогою відповідних методів, програмних засобів і визначати, формулювати і вирішувати проблемні питання професійного спрямування та застосовувати прості кількісні та якісні методи при дослідженні геосистем і процесів в них з використанням аналітичного апарату ГІС для математичного, картографічного, просторового аналізу географічного середовища та окремих компонентів, зокрема, проявів наслідків життя та діяльності людини в географічному середовищі (ФК-4)

- здатності планувати, організовувати, проводити та управляти дослідницькими проектами на основі ГІС та інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією проявляючи цікавість до синтезу отриманих даних та ГІС-візуалізації та ГІС-моделювання, працюючи як самостійно, так і в команді (ФК-6)

- здатності визначати, формулювати і вирішувати проблемні питання в сфері прикладних соціо-економічних досліджень із застосуванням технологій та процедур ГІС та ДЗЗ (ЗК-9)

- здатності планувати та управляти часом при здійсненні науково-дослідницьких робіт та робочих проектів із використанням географічних інформаційних систем, під час підготовки та виконання проектних завдань з навчальної дисципліни за для досягнення оптимального та адекватного результату (ЗК-13)

Отже, уміння, яких набувають студенти впродовж засвоєння навчально курсу, полягають у: застосуванні базових знань та підготовленості до виконання розробки баз даних для цілей просторового аналізу, територіального управління, для проектування та генерування картографічних зображень, аналізу просторової інформації, для організації та управління ГІС-проектів (за даними фахового спрямування). Професійні компетентності, яких набувають студенти, полягають у ґрунтовній підготовці та знаннях головних принципів і правил формалізації географічної інформації при використанні ГІС-технологій, головних понять подання просторової інформації в базах геоданих, математичних засад ГІС-технологій,

принципів виконання запитів до БД, принципів виконання аналізу та моделювання просторової інформації.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Розуміти основні принципи та підходи теорії геоінформатики та географічних інформаційних систем, ДЗЗ.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольні роботи, (тести)</i>	5
1.2	Виділяти основні та другорядні функції ГІС і основні напрями застосування ГІС та ДЗЗ			5
1.3	Знати етапність та специфіку розвитку ГІС та ДЗЗ і мати уявлення про ринок ГІС			5
1.4	Володіти знаннями про вхідні ресурси та матеріали для функціонування ГІС			5
1.5	Розуміти специфіку та структуру геоданих, як інформаційної основи ГІС			5
1.6	Розуміти принципи організації та представлення геоданих в ГІС			5
1.7	Розуміти основи ГІС аналізу просторових даних			5
2.1	Вміти працювати із технічними специфікаціями комп'ютерної техніки та програмного забезпечення в сфері ГІС	<i>Практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Практикуми, проектні завдання, контрольні завдання (тести)</i>	2
2.2	Вміти знаходити та підготовлювати матеріали та вхідні дані для геооброки			5
2.3	Організовувати та управляти ГІС-проектами			3
2.4	Вміти проводити роботи по геоереференції вхідних матеріалів (обґрунтування математичної основи, прив'язка растрів та аеро- та космічних знімків)			5
2.5	Володіти інструментами та процедурами векторизації растрів та працювати з векторною моделлю даних (оцифрування, редагування, конвертація геометрії, врахування та підтримка топологічних правил тощо)			10
2.6	Формалізувати геодані (структурувати, підтримувати структуру геоданих, правила опису геоданих атрибутами) та робота по організації баз геоданих засобами ГІС в предметній області) та управління базами геоданих			10
2.7	Здійснювати візуальний аналіз географічних даних та проводити тематичне картографування (картограми, картодіаграми, анаморфози тощо)			5
2.8	Проводити ряд аналітичних процедур просторового аналізу геоданих (побудова статистичних поверхонь, трендових поверхонь, ізолінійних карт, процедури оверлею, 3-D моделі явища)			5
2.9	Компонувати картографічні зображення та експортувати в різні формати представлення географічних даних			5
3	Формувати навички презентації результатів власного дослідження. Комунікація при здійсненні пошуку інформації, даних та матеріалів для дослідження, оформлення запитів та звітної документації	<i>Практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Практикуми та проектні завдання</i>	5
4	Проявити здібності в вивченні додаткового матеріалу щодо обробки геоданих засобами ГІС, математичної основи геоданих, функціональних можливостей ГІС (по окремим видам просторового аналізу геоданих та способів візуалізації геоданих) інноваційних технологій роботи з геоданими (хмарні технології, Web-технології)	<i>Практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Практикуми (проектні завдання)</i>	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	4
Програмні результати навчання																		
Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в галузях предметної області географічних наук (ПРН-4)	+							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад географічної оболонки (ПРН-6)	+	+						+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Аналізувати склад і будову природно- та суспільногеографічних об'єктів і систем (відповідно до спеціалізації) на різних просторово-часових рівнях (ПРН-10)	+	+	+		+	+	+	+										
Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в галузях предметної області географії відповідно до спеціалізації (ПРН-12)	+		+	+	+	+	+				+		+	+	+			+
Знати і пояснювати зміни в географічній оболонці з позицій концепції сталого розвитку, розвитку продуктивних сил та регіональної економіки, управління розвитком регіону, міського планування (ПРН-15)	+	+	+				+		+	+	+	+	+	+	+		+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами виконання практичних завдань, самостійної роботи та її презентації, тестових завдань та залікової контрольної роботи/іспиту.

Семестрове оцінювання:

1. *Контрольні та тестові завдання: РН 1.1-1.7. (знання) 20 балів/20 балів.*

2. *Практична робота та проектні завдання: РН 2.1-2.9 (знання та вміння) 60 балів/30 балів.*

3. *Самостійна робота, проектні та контрольні завдання: РН 3,4. (комунікація, автономність та відповідальність) 20 балів/10 балів.*

Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмового заліку/іспиту. Для студентів, які упродовж курсу не досягли мінімального рубіжного рівня оцінки – 60 балів проводиться заключне контрольне опитування та/або самостійне завдання із представленням його результатів. Максимальна оцінка такого завдання не може перевищувати 25 балів.

Студенти, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 36 балів до складання заліку/іспиту не допускаються.

7.2 Організація оцінювання: оцінювання здійснюється упродовж всього курсу.

Контрольні роботи, практичні завдання здаються у зазначений викладачем термін; за роботи, подані пізніше зазначеного терміну, оцінка може складати 50% від максимальної кількості балів. Підсумкова оцінка за курс виставляється після заліку/іспиту та формується як сума з оцінок за всі виконані завдання курсу.

8. Структура навчальної дисципліни

Тематичний план навчальної дисципліни

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	Тема 1. Геоінформаційні системи і технології-ДЗЗ: введення в предмет навчального курсу.			
	Основні терміни, поняття, що визначають сутність ГІС та ДЗЗ. Функціональні можливості та області застосування.	4	4	20
	Історія розвитку та основні існуючі програмні продукти ГІС.			
	Вхідні дані для функціонування ГІС, дані ДЗЗ, як основа ГІС-аналізу та моделювання			
Загальна характеристика джерел надходження даних ДЗЗ.				
2	Тема 2. Просторові дані: особливості представлення	6	8	20
	Позиційна складова геоданих			
	Геометрична складова геоданих. Векторизація			
	Атрибутивна складова геоданих. БД та СУБД			
3	Тема 3. Візуалізація в ГІС	4	4	20
	Організаційна структура представлення геоданих в ГІС-проектах			
	Візуальний аналіз: Тематичне картографування			
4	Тема 4. Аналітичні можливості ГІС	6	4	20
	Аналіз ДЗЗ: спектральні індекси, тематична класифікація			
	Аналіз векторних моделей подання геоданих			
	Аналіз растрових моделей подання геоданих			
	Математико-статистичний аналіз геоданих, Селективний аналіз на основі формування вибірок даних за запитами до БД.			

Загальний обсяг 120 год:

лекцій = 20;

практичних = 20;

самостійна робота = 80

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗНАТЬ З ПРЕДМЕТУ ГІС

1. Дайте визначення геоінформаційним технологіям та геоінформаційним системам, зазначивши суттєву відмінність у дефініціях.
2. Дайте визначення геоданим. Вкажіть суттєві відмінності між інформацією, даними та просторовими даними. Розкрийте структуру геоданих.
3. Области застосування ГІС. Наведіть приклади ймовірного застосування.
4. Базові завдання та функції ГІС.
5. Вкажіть основні риси першого етапу становлення та розвитку ГІС-технологій та перших ГІС.
6. Вкажіть основні риси другого етапу в розвитку ГІС-технологій та ГІС.
7. Вкажіть основні риси третього етапу в розвитку ГІС-технологій та ГІС.
8. Вкажіть ІТ які є основою сучасного етапу розвитку ГІС, дайте роз'яснення як саме зазначені Вами ІТ інтегруються у ГІС?
9. Розкрийте структуру геоданих та дайте стислий опис кожного складнику.
10. Розкрийте поняття позиційної складової геоданих. Що це і яким чином описується в ГІС.
11. Розкрийте поняття геометричної складової геоданих (графічну). Що це і в які способи описується в ГІС.
12. Розкрийте поняття атрибутивної складової геоданих. Що це, навіщо і яким чином описується в ГІС.
13. Розкрийте поняття векторної моделі геоданих за допомогою якої описується геометрія графічних об'єктів у ГІС, наведіть приклади реально існуючих об'єктів які в ГІС подаються цією моделлю.
14. Розкрийте поняття растрової моделі геоданих за допомогою якої описується геометрія графічних об'єктів у ГІС. Дайте роз'яснення відмінностей між нею та векторною моделлю.
15. Дайте визначення просторового аналізу, що знаходить реалізацію в існуючих ГІС-пакетах. Наведіть приклади аналітичних інструментів якими реалізується даний вид аналізу.
16. Дайте визначення картометричного аналізу і вкажіть за наявності якої властивості геоданих можливе проведення картометричних обрахунків в ГІС.
17. Дайте визначення оверлейного аналізу (аналіз накладення) і вкажіть характерні риси цього аналітичного інструменту.
18. Дайте визначення атрибутивним даним та вкажіть якими вони бувають. За допомогою чого атрибутивні дані складають (організують) інформаційну основу ГІС
19. Що таке БД? Які відомі моделі даних покладені основу БД?
20. Що таке СУБД? Призначення та основні можливості.
21. Реляційна модель даних – основні риси, елементи та функціонування.
22. Об'єктно-орієнтовна модель даних – основні риси, елементи та функціонування.
23. Що таке візуалізація геоданих? Способи візуалізації.
24. Тематичне картографування при візуалізації геоданих в ГІС. Способи тематичного картографування.

25. Що таке візуалізація геоданих? В чому специфіка подання геоданих векторної та растрової моделей?
26. Якими способами представлені поверхні та растрові карти в ГІС?
27. Якими способами представлені векторні об'єкти в ГІС?
28. Що таке базовий масштаб векторизації растру? В чому полягають переваги наявності інструментів масштабування в ГІС (аналізі та маніпулюванні геоданими)?
29. Що таке координатна система і для чого це поняття застосовується в ГІС? Чим відрізняються географічні системи координат та спроектовані (локальні також)?
30. Що є основою для отримання та введення геоданих в ГІС?
31. Що таке векторизація, в чому полягає сутність векторизації?
32. Топологічно коректні дані – сутність та основні правила топології.
33. В чому полягає сутність аналізу масивів геоданих (виборок)? Якими бувають запити на вибірки з масивів?
34. Операції вибору в ГІС (запити-query). Класифікація запитів за характером необхідної інформації.
35. Запити за місцем розташування в ГІС.
36. Запити за атрибутами в ГІС.

Навчальне видання

**КУПАЧ Тетяна Геннадіївна
ГРИНЮК Олег Юрійович**

**ГЕОГРАФІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ:
практичне застосування у географічних дослідженнях**

навчальний посібник
для студентів денної форми навчання
спеціальностей 106 Географія та 014 Середня освіта: географія