

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
Та природокористування  
Кафедра геодезії та картографії

**05-04-146М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт  
з дисципліни «КАРТОГРАФІЯ»

(блок лабораторних робіт «Створення фрагменту цифрової  
топографічної карти зі сканованого графічного оригіналу»)  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за  
освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій»  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІАЗ  
Протокол № 19 від 11.06.2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Картографія» (блок лабораторних робіт «Створення фрагменту цифрової топографічної карти зі сканованого графічного оригіналу) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Бачишин Б. Д. – Рівне : НУВГП, 2024. – 17 с.

Укладач: Бачишин Б. Д., к.т.н., доцент кафедри геодезії та картографії.

Відповідальний за випуск: Янчук Р., к.т.н., доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

Керівник групи забезпечення спеціальності «Геодезія та землеустрій»: Мошинський В., доктор сільськогосподарських наук, професор, ректор Національного університету водного господарства та природокористування




## Лабораторна робота № 1

### Тема: Калібрування (орієнтування) сканованого листа карти

**Мета роботи:** навчитися правильно калібрувати (орієнтувати) сканований лист карти

#### Основні теоретичні положення.

Під час роботи в комп'ютерному класі за одним робочим місцем, як правило, працює багато студентів протягом семестру. Для уникнення непорозумінь із файлом **Models.ini** та іншими файлами слід створити свою папку (можна за прізвиськом латиницею) в меню **Delta/Users** та перед початком роботи на парі активувати модуль **DAT.exe**, вибрати свого користувача, а потім запустити програму **Digital**s. Такими діями студент вказує папку, в яку будуть зберігатися **ini**-файли, шаблони та різноманітні налаштування (результати прив'язки растрів, значення коефіцієнтів для визначення висот за тінню чи фасадом та ін.). В цю ж папку можна зберігати ті утиліти, якими оператор користується одноосібно.

Підпрограма роботи з растровими файлами **DIPedit**. Шлях до її активації **Растр/Орієнтування/DIPedit**. Вона розпізнає растрові файли такого типу **TIF**, **BMP**, **JPEG**, **DIP** чи **RAW**. Для роботи необхідно відкрити з **DIPedit** скановане зображення з будь-яким із перерахованих розширень і зберегти його з розширенням **TIF: Файл/Зберегти як**. Перед збереженням можлива поява діалогового вікна із запропонованими параметрами перетворення. Як правило, приймають ті параметри, які пропонує функція. Для швидшого переходу між зображеннями растру в різних масштабах необхідно створити піраміду растрів .

Калібрування растру найефективніше здійснювати за координатами геодезичних пунктів. Але таких пунктів на одному номенклатурному листі карти, як правило, дуже мало. Тому для орієнтування використовують інші точки, які легко розпізнати на растрі і геодезичні координати яких можна визначити. Дуже часто в якості таких точок вибирають усі точки перетину ліній координатної сітки, які попадають на ваш сканований фрагмент карти. Мінімальна кількість цих точок залежить від виду перетворення, яке застосовується у функції калібрування, і складає 3-4 точки, найкраще, коли ці точки розташовані на краях листа. Оптимальною кількістю можна вважати 12-14 точок на стандартний

номенклатурний лист, а оптимальним розташуванням – шаховий порядок.

Безпосередньо перед калібруванням потрібно викреслити в зошиті схему розташування точок прив'язки, пронумерувати ці точки та виписати біля кожної геодезичні координати X, Y. Для уникнення повторів та помилок номери точок краще формувати з 4-х цифр, а саму нумерацію здійснити за годинниковою стрілкою. Для призначення геодезичних координат слід скористатися підписами координатних ліній, що розміщені між внутрішньою та зовнішньою рамками карти. Слід пам'ятати, що лінії координатної сітки на крупномасштабних картах проведені через 10 см, а на дрібномасштабних – через відстань кратну цілому числу кілометрів. Знаючи масштаб карти, можна вирахувати координати сусідніх вузлів. Така схема буде корисною під час наступних етапів калібрування растру.

Наступний етап – формування списку (моделі) точок прив'язки функцією Опора: **Растр/Орієнтування/Опора** (рис.1). Перед вводом точок необхідно видалити попередній список точок моделі – кнопка «**очистити**» (рис.1). Доступними є команди: додати, вставити, видалити, правка.

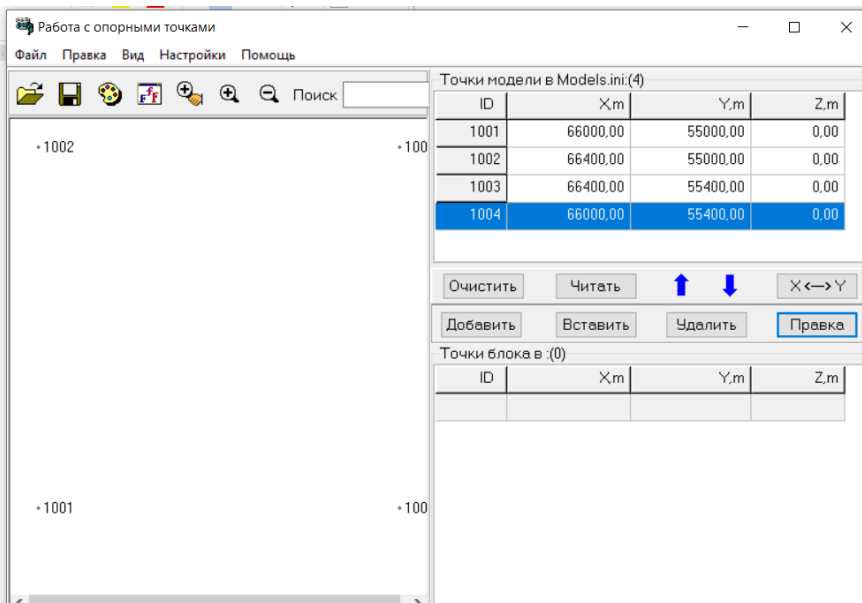


Рис. 1. Формування списку (моделі) точок прив'язки

Після завершення роботи в меню **Опора** – вихід – кнопка «**F10**». При цьому введені опорні точки автоматично записуються в файл **Models.ini**, який буде зберігатися в папці **Delta\Users**, якщо ви перед початком роботи створили «**свого**» одноосібного користувача.

Зберігши tif-файл та створивши опору, можна переходити до безпосереднього калібрування сканованої карти: **Растр/Орієнтування/Модель/Зовнішнє орієнтування** (рис.2). Спочатку потрібно відкрити свій растр, як лівий знімок (рис.2) та вибрати необхідні установки: вид знімання – карта (вибрати систему координат), ввести масштаб растру, стадія – почати орієнтування, всі інші вихідні значення виставити рівними 0.

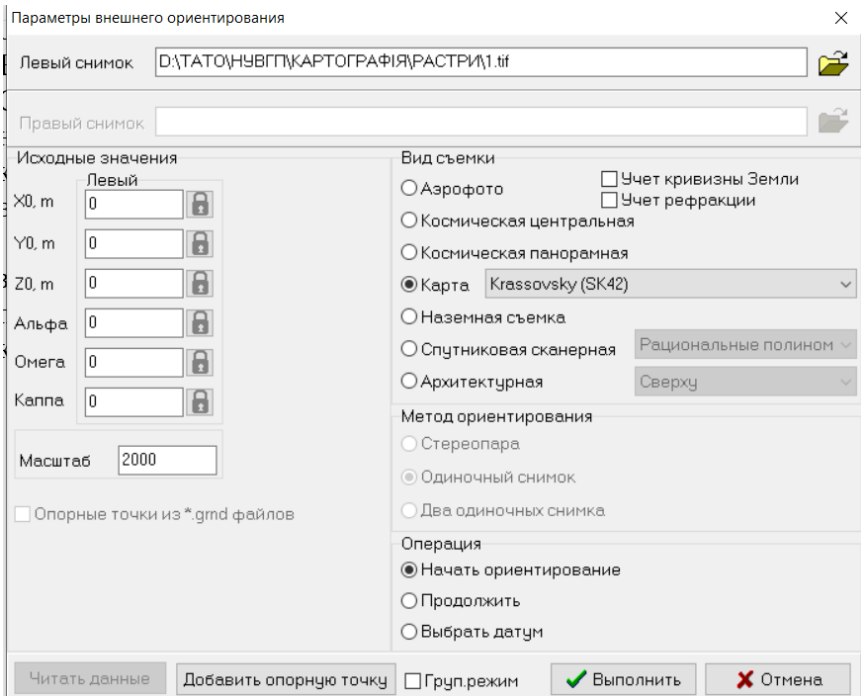


Рис. 2. Параметри зовнішнього орієнтування

Перехід до процесу орієнтування – кнопка «**виконати**». В робочому вікні з'явиться зображення вибраного растрового файлу. Необхідно послідовно навести курсор на опорні точки і зафіксувати їх лівою кнопкою миші (ЛКМ). Вибір точок необхідно здійснювати

в тому порядку, який пропонується програмою в лівому нижньому кутку робочого поля, а той порядок відповідає переліку в списку опорних точок. Корисно буде масштабувати зображення растру кнопками «+», «-» під час калібрування. Після реєстрації останньої опорної точки потрібно перевірити середні квадратичні похибки результатів орієнтування вздовж осей X і Y. Вони не повинні перевищувати 0,5 мм в масштабі даної карти. При незадовільному результаті є можливість повторно зафіксувати точки: для цього треба виділити в таблиці потрібну точку, натиснути кнопку «**повторно**» та ЛКМ зафіксувати нове положення точки на растрі. Є можливість видаляти точки з максимальними похибками, якщо загальна кількість опорних точок більша мінімальної. Якщо результат калібрування задовольняє вимогам точності, то можна завершити калібрування кнопкою «**вихід**». На запит «*Чи зберегти результати орієнтування?*» відповідаємо «*так*». При цьому результати орієнтування записуються в файл Models.ini та зберігаються у файлі, який має назву таку саму як растр, а розширення **tifw**. Цей файл прив'язки потрібно завжди розміщувати у тій самій папці що й растровий файл. Растровий файл зорієнтований і готовий до роботи.

### **Завдання на виконання лабораторної роботи:**

- виконати калібрування растру за своїм номером варіанту.

### **Вихідні дані до виконання лабораторної роботи**

Вихідними даними є сканований фрагмент графічної карти за номером варіанту.

### **Порядок виконання лабораторної роботи**

1. Створити свого користувача в папці Delta\Users (якщо до цього він не був створений) та перед початком роботи на парі активувати його з модуля DAT.exe,
2. Створити tif-файл з пірамідою растрів функцією DIPedit. Якщо потрібно, розвернути скан.
3. Сформувати список опорних точок в меню Опора.
4. Виконати безпосереднє калібрування свого растрового файлу. Зберегти результати орієнтування.

**Результати виконання лабораторної роботи:**

1. Відкалібрований tif-файл за своїм номером варіанту.



## Лабораторна робота № 2

**Тема:** *Збір векторних топографічних об'єктів за відкаліброваним растром*

**Мета роботи:** навчитися коректно векторизувати топографічні об'єкти на основі відкаліброваного растрового зображення.

### Основні теоретичні положення.

Перед початком робіт з новою векторною картою в Digitals необхідно створити чи вибрати шаблон карти піктограмою , яка розташована у верхньому правому кутку екрану. **Шаблон карти** – це карта, яка не містить жодного об'єкту, але має сформовану бібліотеку шарів, умовних знаків і семантичних характеристик (параметрів шару). При натисненні на трикутник з'являється список готових доступних шаблонів, які відповідають масштабу створюваної карти. Виконавець може сформувати свій новий шаблон, який необхідно зберегти в папку **Digitals\Templates**. Шаблон, як і сама карта, має розширення **dmf**. При створенні шаблону виконавець може сформувати обмежений набір шарів, параметрів та умовних знаків, які необхідні йому саме в даному випадку. Такий обмежений перелік значно прискорює роботу під час векторизації топографічних об'єктів.

Порядок створення особистого шаблону:


- відкрити існуючу карту потрібного масштабу чи тематики (більшість карт знаходяться в каталозі **Digitals\Maps**);

- відкрити шаблон «**чистий**»;

- скопіювати з карти об'єкти з тих шарів, які потрібні вам у своєму шаблоні та вставити ці об'єкти в шаблон «чистий». Процес копіювання та вставки можна виконувати до тих пір, поки ви не отримаєте всі шари, які вам необхідні;

- зберегти файл з шаблоном «**чистий**» командою **Файл /Зберегти як** під потрібним вам іменем в папку **Templates**;

- позначити всі об'єкти у новоствореному шаблоні та видалити їх і зберегти зміни у файлі.

Наступний важливий етап – формування основних характеристик (властивостей) вашої карти піктограмою  «**властивості карти**». В діалоговому вікні (рис.3) слід заповнити всі дані, що знаходяться у лівій половині: масштаб карти, тип рамки, розміри внутрішньої рамки (для масштабів 1:500 та 1:1000

стандартний розмір 500\*500 мм), координати лівого нижнього кутка рамки (вони повинні бути цілими, кратними 10 см (для масштабів 1:500 – 1:5000) в масштабі карти і такими, щоб весь растр попадав в середину рамки), датум та кількість знаків після коми в значеннях координат.

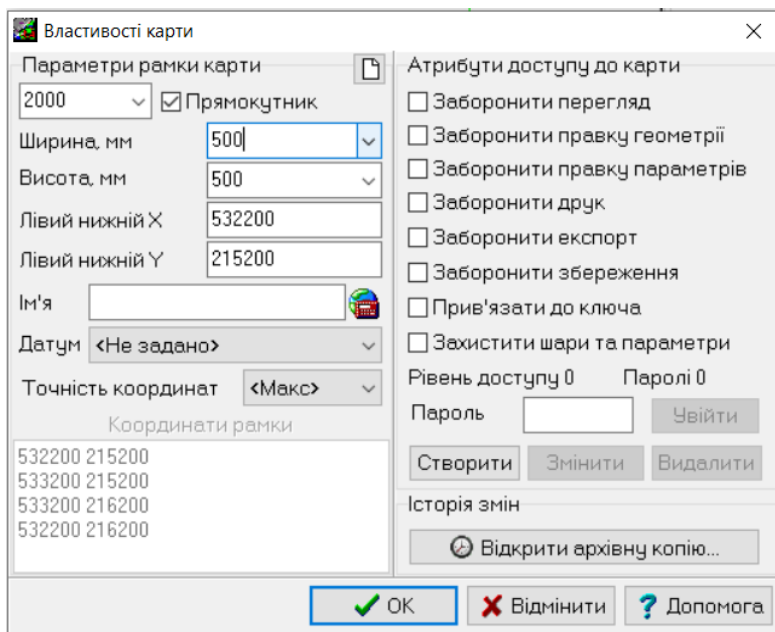


Рис.3. Діалогове вікно властивостей карти.

Для новоствореного шаблону перед остаточним його збереженням слід задати масштаб карти.

Для карт масштабів 1:10000 – 1:1000000 ліва частина діалогового вікна «Властивості карти» формується автоматично під час виконання команди **Вставка/Номенклатурна рамка**. Для виконання цієї команди потрібно ввести масштаб карти та номенклатуру листа. Прямокутні координати кутків рамки тут не будуть відповідати цілому числу метрів, як у випадку крупних масштабів.

Права частина вікна містить атрибути, які дозволяють обмежити доступ до карти чи її окремих функцій аж до повної секретності. Для забезпечення роботи обмежень необхідно задати пароль до карти, паролів може бути кілька з різними рівнями доступу.

Звичайно, щоб отримати доступ до такої карти необхідно пам'ятати пароль. Реальна потреба обмежувати доступ до карти може виникати лише у виробничій діяльності під час розробки секретних карт чи карт «для службового використання».

Під час векторизації (збору) топографічних об'єктів актуальним є питання швидкого пошуку (вибору) необхідного шару. Digitals пропонує кілька варіантів реалізації цієї задачі.

Якщо ви плануєте зібрати ще тільки 1-й об'єкт даного шару, то корисними будуть такі варіанти вибору необхідного шару:

- в режимі **Збір** ставимо курсор в поле «Активний шар» (рис.4), натискаємо ПКМ, виконуємо команду **Сортувати за ім'ям** та з клавіатури вводимо першу літеру необхідного шару. Підпрограма зупиниться на першому за алфавітом шарі на цю літеру. Тоді, пролиставши, список шарів вниз легко знайди той, який нам потрібен;

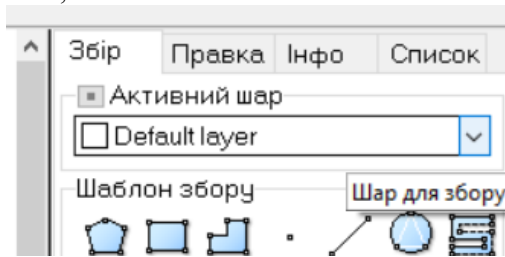



Рис.4. Вибір необхідного шару для векторизації

- другий варіант є модифікацією першого: сортування шарів за алфавітом можна здійснити у менеджері шарів  виконвши клік ЛКМ на заголовку «Маре» та підтвердивши вибір кнопкою «Ок». Після чого ЛКМ заходимо до списку «Активний шар» та з клавіатури вводимо першу літеру необхідного шару;

- шари сортуємо за алфавітом в менеджері шарів, натискаємо клавішу «Shift» та вводимо три перші літери назви шару;

- з контекстного меню в режимі збір активуємо команду **Шар для збору/ Інші...**;

Якщо ви хочете вибрати шар, об'єкти якого вже зібрані у вас на карті, то можна порекомендувати наступні варіанти пошуку:




- зі списку «Обрані шари» (рис.5). Цей список Digitals формує автоматично і розміщає в ньому шари за кількістю зібраних об'єктів. Короткий список налічує 14 шарів, розширений – 49.

Можна включити необхідні вам шари до списку обраних. Для цього потрібно зібрати необхідні об'єкти, позначити їх, навести курсор на поле «Обрані шари» та з контекстного меню виконати команду **Додати позначені**;



Рис. 5. Обрані шари

- в режимі **Правка** позначаємо необхідний об'єкт та переходимо в режим **Збір** – програма автоматично залишить активним той шар, який ви позначили;

- активувати функцію «Статус шарів» (рис.6) з меню **Вікно**. Для вибору активного шару достатньо клікнути ЛКМ на потрібному шарі. Ця функція корисна ще можливостями змінювати статус кожного з шарів:  – видимий,  – такий, що можна позначати,  – можна редагувати. Якщо не активна ні одна з перелічених позначок, то шар стає неактивним і недоступним для роботи.

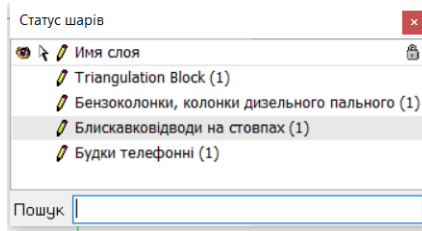


Рис.6. Статус шарів

Під час векторизації топографічних об'єктів природньо виникає питання стосовно порядку їх збору. Спочатку збирають великі площові об'єкти з чіткими твердими контурами: будівлі, проїжджі частини вулиць, тротуари, майдани, об'єкти рослинності з бордюром по контуру, автомобільні дороги. Наступними – площові об'єкти з нечітким контуром (без бордюру, контур яких позначений на графічній карті пунктирною лінією (точками)), ще потім – лінійні об'єкти, а на сам кінець – точкові. Такий порядок не є строгим і обов'язковим, але він дозволяє припускатися меншої кількості топологічних помилок.

Серед загальних рекомендацій такі:

- часто при векторизації сканованого зображення карти оператор намагається повторювати (відтворювати) умовний знак, яким показано об'єкт, а не збирати сам об'єкт – наприклад: пункт геодезичної державної мережі показується умовним знаком «трикутник», пункт мережі згущення – «квадрат», але обидва ці пункти відображаються на карті точковим об'єктом і відповідно векторизуються однією точкою у центрі геометричної фігури. Інший приклад – покращена ґрунтова дорога, яка показується умовним знаком «подвійна лінія», а описується як лінійний об'єкт – осьовою лінією дороги (або осьовою лінією умовного знаку). Загальна рекомендація тут може бути така: потрібно аналізувати яким типом (точковим, лінійним чи площовим) описується об'єкт в даному масштабі і відповідним типом векторизувати його. Ні в якому випадку не потрібно векторизувати «умовний знак» точкового чи лінійного об'єкту;

- всі об'єкти, які примикають фізично на місцевості, необхідно зв'язувати спільними вузлами в місці примикання – це стосується як об'єктів з однієї підгрупи, наприклад: (ріки – озера – ставки), (проїжджі частини вулиць – проїжджі частини

автомобільних доріг незалежно від категорії – проїжджі частини мостів), (пішохідні доріжки – тротуари), так і об'єктів з різних шарів, але які зв'язані фізично на місцевості, наприклад: (пасовище – ріка), (проїжджа частини вулиці – тротуар, проїжджа частини вулиці – газон);

- спільні ділянки сусідніх об'єктів векторизується один раз і заносяться до множини точок обох об'єктів. В разі недотримання цього правила спільні ділянки будуть векторизуватися двічі, а це неминуче приведе до неспівпадання певних точок спільних меж, і, як наслідок, до спотворення геометрії об'єктів та до спотворення топологічних взаємозв'язків між цими об'єктами. Інструменти, які можна застосувати для дотримання цього правила – застосування шаблону збору «полігон» та приєднання до першої і останньої спільної точок, або прив'язки до існуючих точок – клавішею «Р»;

- полігональні (площові) об'єкти повинні бути замкнені та мати площу більшу  $0,5 \text{ м}^2$ . Полігональні об'єкти не можуть перетинатись та накладатись, між площовими об'єктами не повинно бути білих плям («пустот»);

- мінімальна відстань між точками повинна бути не менше ніж  $0,5 \text{ м}$  в масштабі плану; мінімальний кут між суміжними сторонами повинен бути більшим  $10^\circ$ .

- лінійні об'єкти не можуть бути замкнені та створювати полігони (виключення – горизонталі) та не можуть бути коротшими  $5 \text{ см}$ ;

- точкові об'єкти містять лише одну точку;

- на прямолінійних ділянках об'єктів не повинно бути проміжних вузлів (за виключенням вузлів, що відповідають технічним чи технологічним приєднанням в цьому місці);

- план не повинен містити дублікатів вершин, ліній, об'єктів, а також об'єктів, що знаходяться поза рамкою листа на великій віддалі від неї;

- горизонталі векторизують без розривів, підпис їх висоти не розриває горизонталі, а накладається на неї зверху. Горизонталі розриваються об'єктами гідрографії, горами, обривами, ямами, насипами;

- річку векторизують під мостом, проїжджу частину автомобільної дороги (залізниці) векторизують під шляхопроводом, а міст (шляхопровід) виносять на передній план;

- напрямом векторизації річки, як лінійного об'єкта, за напрямком течії. Водотоки збирають площовими об'єктами (у дві лінії), коли ширина їх в масштабі плану становить 0,5 мм і більше;

- озера на топографічних планах зображують всі без винятку;

- будівлі збирають по проекції цоколя і показують всі її виступи, величиною 0,5 мм і більше. Детальніше слід зображувати будівлі, що виходять на червону лінію кварталів, багатоповерхові і ті, які є визначною пам'яткою населеного пункту;

- переважна більшість будівель мають прямі кути (за виключенням заокруглених ділянок), тому їх слід збирати відповідними ортогональними шаблонами;

- при зборі вуличних мереж слід уникати складних полігонів, закінчуючи як окремі об'єкти проїжджі частини вулиць та тротуари в межах адміністративних вулиць;

- інженерні мережі не повинні мати вузлових точок з іншими об'єктами, за винятком тих, з якими вони зв'язані;

- трубопроводи, ЛЕП – лінійні об'єкти; напрямом векторизації співпадає з напрямком транспортування продукції.

- в лініях електропередач (ЛЕП) вузли повинні співпадати з опорами; також як вузли виділяють такі точки: вхід в трансформаторну будку, вихід із неї, вхід до будинку;

- ЛЕП, трубопроводи в місцях входу в будівлю повинні мати вузол: в об'єкті будівля в цьому місці вузол не формуємо, лише приєднуємо ЛЕП до лінії будівлі;

- люки є окремими точковими об'єктами; трубопроводи не зв'язують вузлами з люками;

- підземні оглядові камери, оглядові колодці, оглядові будки, бункери не ділять вузлами трубопроводи на окремі нитки; всі нитки трубопроводів показують суцільно (без розривів та вузлів) в місцях проходження крізь захисні футляри та місця підключення до них технічних пристроїв;

- наземний трубопровід може служити межею контурів рослинності, ґрунтів, сільськогосподарських угідь;

- для залізниць, трамвайних колій показують реальне положення кожної рейки, як лінійного об'єкта;

- для церков, костьолів, кірх перехрещення хреста повинно відповідати положенню найвищого із куполів (бань); як окремі об'єкти тут виділяють купол церкви та хрест купола;

- переважна більшість об'єктів групи «рослинний покрив і ґрунти» є площовими;

- смугу дерев чи кущів шириною до 3 мм в масштабі плану векторизують як лінійний об'єкт, ширшу – як площовий;

- всі огорожі з'єднують вузлами; для масштабів 1:500, 1:1000 стовпи огорож виділяють в окремі точкові об'єкти;

- всі межі і кордони, незалежно від адміністративного підпорядкування з'єднують вузлами; межові знаки векторизують окремими точковими об'єктами;

- площові та лінійні об'єкти (дамби, дороги, будівлі) в місцях дотику з точковою моделлю «позначка висоти» повинні утворювати вузли. Кількість висотних позначок на плані: від 5 до 10 на 1 дм<sup>2</sup>;

- перша та остання точки тунелю є вузловими, в яких забезпечується топологічно коректне з'єднання тунелю з дорогою чи залізницею. Міст необхідно зв'язати вузлами з дорогами.

З детальними правилами векторизації топографічних об'єктів можна ознайомитися на Google-диску в папці «Цифрові карти» у файлі «Рекомендації...» або в посібнику [1].

Коди топографічних об'єктів, коди семантичних характеристик (ознак) об'єктів, коди значень семантичних характеристик та тип змінної (тип даних), якою описується семантична характеристика повинні відповідати Класифікатору (специфікації) топографічної інформації, яка відображається на топографічних планах масштабів 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 та Класифікатору (специфікації) топографічної інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 [3].

#### **Завдання на виконання лабораторної роботи:**

- зібрати усі топографічні об'єкти в межах заданої території;
- ввести значення семантичних характеристик об'єктів;
- підписати потрібні параметри об'єктів;
- вставити рамку і легенду та відредагувати легенду.

#### **Вихідні дані до виконання лабораторної роботи**

Вихідними даними є відкалібрований растровий файл з попередньої лабораторної роботи.



### **Порядок виконання лабораторної роботи**

1. Активувати шаблон векторної карти необхідного масштабу.
2. Вставити номенклатурну рамку (для дрібних масштабів).  
Заповнити значення параметрів у вікні «властивості карти»
3. Відкрити растр та зберегти новостворену карту.
4. Активувати функцію «Статус шарів» з меню Вікно.
5. Зібрати усі векторні об'єкти, заповнити їх семантичні характеристики.
6. Підписати необхідні значення параметрів.
7. Відкоригувати позарамкове оформлення.

### **Результати виконання лабораторної роботи**

1. Векторний файл фрагменту цифрової топографічної карти.

### **Література**

1. Бачишин Б. Д. Цифрові карти місцевості : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2013. 182 с.
2. Програмне забезпечення створення цифрових карт «Digitals».- [www.vingeo.com](http://www.vingeo.com) .
3. Порядок надходження, ведення обліку, зберігання та використання матеріалів Державного картографо-геодезичного фонду України, їх валідації. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 19 січня 2024 р. № 67. 120 с.