

**Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича**

Географічний факультет  
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями

**ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛІ ЦММ  
(НА ПРИКЛАДІ СЕЛА КОРОВІЯ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

**Дипломна робота  
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

Виконав: студент VI курсу, групи 628  
спеціальності: 193 “Геодезія та  
землеустрій”  
освітньої програми “Геодезія ”  
*Підлуський Василь Любомирович*  
Керівник:  
*Дарчук Костянтин Вікторович*

**До захисту допущено:**  
Протокол засідання кафедри № \_\_\_\_  
від “\_\_” \_\_\_\_\_ 2021 року  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_ проф. Сухий П. О.

м. Чернівці  
2021 рік

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
<b>Розділ 1. Теоретико-методичні засади складання карт та планів.....</b>	<b>5</b>
1.1. Картографічні твори, як моделі сприйняття дійсності. Основні способи складання карт та планів.....	5
1.2. Основні принципи генералізації зображень.....	8
1.3. Тематичне картографування в середовищі ГІС.....	13
1.4. Загальні відомості про 3-D картографування.....	18
Висновки до розділу 1.....	22
<b>Розділ 2. Сучасні технології при геоінформаційному картографуванні.....</b>	<b>23</b>
2.1. Огляд основних геоінформаційних програмних продуктів, основне їх призначення та особливості використання.....	23
2.2. Функціональні можливості ArcGIS в контексті картографування....	26
2.2.1. Огляд можливостей та інтерфейсу продукту ArcMap.....	28
2.2.2. Функціональні можливості продукту ArcScene.....	33
Висновки до розділу 2.....	34
<b>Розділ 3. Методико-технічні аспекти формування базових шарів та створення 3D-моделі території села Коровія .....</b>	<b>35</b>
3.1. Загальна характеристика території дослідження.....	35
3.2. Збір та систематизація первинної інформації.....	38
3.3. Дешифрування та векторизація аерокосмічних зображень.....	43
3.4. Створення 3D-моделі території с. Коровія.....	55
Висновки до розділу 3.....	66
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68

## **Вступ**

**Актуальність теми дослідження.** Створення тривимірних моделей забудови останнім часом стає все більш популярним заняттям для багатьох ГІС-фахівців. Тривимірні моделі міст створюються більше десяти років. Крім привабливої візуалізації графічних предметів 3D-моделювання дозволяє розташовувати та фіксувати елементи в будь-якій системі координат з масштабною адаптацією.

Важливим фактором створення 3D-моделей забудови є аналіз тривимірного розташування об'єктів місцевості з подальшим прогнозуванням і проектуванням нових будівель і споруд. При будівництві будівель і прокладці комунікацій ви можете зіткнутися з видами робіт, які потребують цифрової (тривимірної) моделі території, яка включає не тільки рельєф місцевості, а й будівлі, споруди, насадження, дорожню мережу тощо.

**Об'єкт проектування** – виступає територія населених пунктів в контексті 3D-моделювання.

**Метою проектування** є формування векторних шарів на територію с. Коровія та створення на їх основі цифрової моделі місцевості та рельєфу

**Завдання.** Ознайомлення з теоретико-методичними засадами дистанційного зондування Землі та створення 3D-моделі. Визначення переваг і недоліків програмних комплексів фотограмметричного призначення. Ознайомлення з можливостями програмного продукту ArcMAP.

**Предмет дослідження** є особливість застосування аерокосмічних методів дослідження в цілях моніторингу землекористування та створення 3D-моделі.

**Методи й технології проектування.** Вирішення поставлених завдань забезпечувалося використанням цілого комплексу методів дослідження: систематизаційного, розрахунково-аналітичного, порівняльного аналізу, предметного моделювання, абстрагування та конкретизації, дедукції та індукції.

У дослідженні використовувалися: ArcGIS 10.1 (для розробки графіки, обробки даних, оцифрування та аналізу інформації), програмне забезпечення Google Earth (яке використовувалося для експорту супутникових зображень досліджуваної території), пакет програм Microsoft Office 2018 та джерела літератури.

**Наукова новизна** дослідження отриманих результатів полягає:

- створенні тривимірної моделі для регіону дослідження;
- розробці схеми застосування методико-технологічних засад ГІС-моделювання щодо дешифрування елементів та побудови 3D-моделі території проектування.

**Обсяги та структура роботи.** Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг курсового проекту складає 69 сторінок машинописного тексту. Робота містить значну частину рисунків (42 одиниць). Список використаних джерел включає 13 найменувань.

**Результат та його практичне значення.** Результатом дослідження є розроблений проект актуалізації картографічного та геоінформаційного забезпечення території с. Коровія. Матеріали дослідження можуть бути використані для подальшого проектування та планування території зазначеного населеного пункту, а методи і технології – при генеральному плануванні і проектуванні типових населених пунктів регіону.

## **Розділ 1. Теоретико-методичні засади складання карт та планів**

### **1.1. Картографічні твори, як моделі сприйняття дійсності. Основні способи складання карт та планів**

Створення карт поділяється на декілька основних етапів. Для початку потрібно зайнятися розробкою та погодженням завдань карти з її замовником - перший та важливий етап, під час якого потрібно визначити тематику і призначення нової карти. З тематики та призначення карти витікають загальні вимоги до змісту, масштабу, проекції, системи координат, складу об'єктів, оформлення та формату вихідного документу. Часто вказується і те, яких нормативних документів слід дотримуватися. Все з вище згаданого оформлюється у вигляді технічного завдання, яке в свою чергу, підписується замовником робіт і підприємства та виконавцем карти.

Другим етапом буде проектування карти, цей етап проводиться після узгодження технічного завдання. Кінцевим результатом проектування є програма карти, яка містить інформацію з таких питань: характеристика картографування. Призначення карти, математична основа, зміст карти, способи картографічного зображення, що використовувалися при складанні карти, джерела даних та порядок їх використання, вимоги, щодо застосування методів картографічної генералізації, опис процесу технології виготовлення карти та вимоги до оформлення карти.

Третій етап складається з підбору (збору) даних, на основі яких складається карта та опрацювання. Джерелами можуть виступати різні матеріали в залежності від типів карт.

Для топографічних карт вихідними даними є:

1. Дані геодезичної основи на територію картографування;
2. Дані спектрального і радарного знімання, космічно оптичного, повітряного лазерного сканування та аерофотознімання;
3. Дані різних типів наземних знімачів;
4. Великомасштабні топографічні карти та плани;
5. Матеріали кадастрових знімачів, інвентаризацій дороги тощо;

6. Матеріали польового дешифрування;

7. Дані різноманітних спостережень;

Вихідними даними для тематичних карт:

- Топографічні карти на відповідну територію;
- Матеріали тематичної обробки даних дистанційного зондування землі;
- Матеріали метеорологічних, гідрометеорологічних спостережень;
- Дані натурних спостережень та вимірювань;
- Матеріали довготривалих спостережень на стаціонарних пунктах спостережень;
- Комбінації даних лабораторних досліджень;
- Статистичні дані;
- Різноманітні фото та відеоматеріали, текстові документи, які фіксують інформацію про розвиток певних подій та явищ.

Всі джерела, які використовуються для складання карт поділяються на первинні (документи, що ми отримуємо в ході вимірювань та спостережень) та вторинні (містять дані отримані методом аналізу та узагальнення первинних документів).

Після цих етапів приступають до складання карти. Спочатку прийнято наносити елементи математичної основи, тому що вони потрібні для правильного розташування всіх інших даних на самій карті, потім базові топографічні дані. Далі розробляється легенда карти, відповідно до якої наносяться всі тематичні дані.

Під час виконання цього етапу потрібно слідкувати за тим, щоб елементи змісту були узгоджені між собою.

Якщо планується друк карти, а не її онлайн формат, який на даний час є більш актуальним, то перед виданням виконуються операції з приведення картографічного зображення, оформлення карти у вигляд придатний для друку. Цей етап передбачає виконання операцій, що дозволять вивести карту на друк на аркушах певного формату, після вирішують питання, щодо поза

рамкового оформлення карти, окрім цього є потреба в розподіленні карт на копії задля тиражування.

Щодо оновлення карт, то карти, що містять різний зміст та мають різне призначення з часом застарівають, через зміни, що відбуваються на тій місцевості, яку описує карта.

Старіння карти (map deterioration) - закономірний процес, який призводить до того, що з часом зміст карт не відповідає реальній дійсності території, зображеної на карті. Воно може бути фізичним або моральним. Фізичне старіння, це основне і відбувається в наслідок дії різних природних факторів та під дією діяльності на цій місцевості. Моральне зумовлене змінами в нормативних документах, згідно яких складалася сама карта та зміною знань про ті процеси та явища, що зображені на карті.

Для того, що карти залишалися актуальними та достовірними - їх оновлюють. Оновлення безпосередньо стосується топографічних карт, адже вони відображають земну поверхню.

Оновлення карт (map updating) - процес відтворення на існуючих картах змін, що сталися на місцевості за певний період часу. Такі зміни передусім пов'язані з діяльністю людини: житлове та промислове будівництво, поява нових транспортних шляхів, гідротехнічне будівництво, лісові насадження.

Оновлення виконується за періодичною або безперервною системою.

Згідно періодичної оновлення відбувається через певні проміжки часу, а за безперервною – всі зміни фіксуються на карті, і коли їхній вміст перевищує 25-30%, карту оновлюють знову та перевидають.

Щодо топографічних карт, то вони оновлюються за певною системою.

Способи оновлення топографічних карт зводяться до:

- камерального внесення змін у зміст оновлюваної карти за аерофотознімками, даними космічного знімання тощо;

- камерального внесення змін у зміст оновлюваної карти за даними картографічних матеріалів більшого і цього ж масштабу, отриманих у результаті нового знімання або оновлення;
- польового внесення змін у зміст оновлюваної карти за допомогою мензульного (чи іншого) знімання.

За безперервною системою оновлюються політико-адміністративні карти, різноманітні кадастрові карти, а також карти, призначені для вирішення навігаційних завдань.

## 1.2. Основні принципи генералізації зображень

Будь-яка карта завжди сильно зменшене зображення ділянки земної поверхні (рис. 1). Просто неможливо докладно передати на карті всі елементи місцевості, навіть якщо йдеться про карту великого масштабу. Тому при складанні карт одним із найбільш складних і важливих питань є вибір, які об'єкти показати на карті, а які опустити, наскільки детально показати кожен об'єкт, які особливості об'єктів будуть важливі для майбутнього карти користувачів, а які - ні. Відповідь на ці та інші питання дається в процесі узагальнення.





*Рис. 1. Ємона та околиці (Болгарія) на топографічних картах різних масштабів*

Картографічна генералізація - це процес відбору та узагальнення об'єктів реальної дійсності при складанні карт відповідно до їх призначення, масштабу та особливостей території картографування.

Факторами, що визначають прийняття рішень в процесі генералізації, є:

- призначення карти;
- зміст карти;
- тип карти;
- масштаб карти;
- особливості території картографування;
- вивченність території;
- особливості оформлення карти.

Найважливішу роль процесу картографічної генералізації грають чинники призначення, змісту і типу карти. За цими факторами визначається в першу чергу які саме об'єкти території необхідні для правильного сприйняття інформації.

Масштаб карти є ще одним важливим фактором для прийняття рішення про склад і рівень деталізації геометричних карт, кількість якісних і кількісних характеристик місцевості. Чим менший розмір картинки, тим менше об'єктів може поміститися в області, відведеній для карти. Крім того, просторове охоплення території та окремих елементів місцевості втрачають свою актуальність для прийому та аналізу наданої інформації або враховують загальні карти потужності та закономірності.

Роль такого чинника, як особливості території картографування, при генералізації картографічного зображення проявляється у необхідності передати характерні особливості даної території, її на відміну інших ділянок земного поверху, за будь-яких відбити окремі об'єкти, які відіграють важливу роль реалізації певних видів діяльності чи прояви деяких закономірностей. Як приклад можна навести вимоги до відображення джерел води на картах

посушливих та звичайних районів. У першому випадку на картах відображаються всі озера, дрібні річки, джерела, колодязі з позначенням їх характеристик, якщо озеро, наприклад, має занадто малі розміри для даного масштабу, карти його показують з перебільшенням розмірів. У той же час на територіях з нормальним режимом зволоження, об'єкти гідрографії показують лише за умови, що їх розміри більші за певну встановлену величину. Також суттєво змінюються вимоги до відображення рельєфу на картах одного і того ж масштабу залежно від того, чи є рельєф даної території рівнинним, горбистим чи гірським, чи є територія переважно відкритою чи вкритою лісом.

Чинник вивченості території чи об'єкта картографування визначає докладно відображувані об'єкти чи певні ознаки матимуть лише схематичний загальний вигляд.

Формат карти, кількість кольорів, які на ній будуть застосовуватися, визначає скільки елементів місцевості або об'єктів, що представляють природні чи суспільні явища, може бути поміщено на одиницю площі картки, щоб вона залишалася наочною. Зрозуміло, що при використанні одного або кількох кольорів неможливо показати один поряд з іншим кілька об'єктів та забезпечити читання карти. У той же час, при використанні різних кольорів для представлення різних об'єктів можна легко розміщувати різнокольорові об'єкти поруч, допустити певне перекриття об'єктів і вони будуть добре сприйматися. До методів картографічної генералізації належать:

- відбір об'єктів;
- узагальнення якісних характеристик;
- узагальнення кількісних характеристик;
- перехід від простих об'єктів до складних;
- поєднання контурів;
- узагальнення контурів;
- показ об'єктів з перебільшенням;
- зміщення зображення.

Відбір об'єктів – один із ключових методів картографічної генералізації, полягає у визначенні яких із об'єктів місцевості доцільно відобразити на карті, з її змісту та призначення, і навіть планованого навантаження.

Насамперед відбір проводиться з чинника призначення карти: робиться аналіз, які саме об'єкти та характеристики місцевості мають значення для карти даної тематики. Наприклад, якщо йдеться про політико-адміністративну карту, то для користувача дуже важливо показати, які населені пункти входять до тієї чи іншої адміністративної одиниці, але не дуже важливо показати всі водойми та водотоки. Але наприклад, якщо створюється карта ґрунтів того ж масштабу, то річкова мережа має дуже важливе значення, у той час як населені пункти, крім великих, що займають значні площі, мають значення тільки з точки зору орієнтування по карті.

По-друге, відбір об'єктів і відкидання частини їх доводиться виконувати й у карт однакового змісту, але різних масштабів. У цьому випадку прагнуть забезпечити прийнятний рівень завантаження картки.

При відборі об'єктів оперується двома кількісними показниками: ценз та норма відбору. Ценз - це обмежуючий параметр, що визначає значимість об'єктів для нанесення їх на карту даного типу та масштабу. Як приклади цензів, можна навести наступні вимоги щодо нанесення на топографічні карти різних масштабів певних об'єктів гідрографії, наведені в "Основних положеннях створення та оновлення топографічних карт".

Норма відбору - це параметр, що визначає, яку кількість об'єктів на одиницю площі карти слід нанести, щоб карта мала прийнятний рівень навантаження та правильно відображала певні ознаки місцевості. Так, наприклад, "Основні положення створення та оновлення топографічних карт..." визначають, що на карті масштабу 1:1 000 000 для густонаселених районів слід наносити не більше ніж 120 -140 населених пунктів на 1 кв. дм карти, а для малонаселених - не більше ніж 60-80 населених пунктів на 1 кв. дм карти.

Узагальнення якісних характеристик - метод узагальнення, який полягає в зменшенні кількості об'єктів певного типу шляхом узагальнення їх якісних характеристик і, таким чином, об'єднанні об'єктів, які раніше відрізнялися один від одного певними ознаками, в одне. Зрозуміло, що в цьому випадку мова може йти лише про об'єкти одного типу, що розділялися на окремі види завдяки обраній системі класифікації. Наприклад, якщо на великомасштабній карті можна показати різні частини болота – прохідні та непрохідні, то на карті меншого масштабу розподіл боліт за ступенем прохідності відкидається і показує один цілий об'єкт – болото чи заболочене місце. знак.

Узагальнення кількісних характеристик – метод генералізації, що полягає у зменшенні кількості об'єктів карти, що подають значення певних величин шляхом збільшення довжини інтервалів значень. Характерним прикладом методу узагальнення кількісних характеристик різні вимоги до перерізу рельєфу на картах різних масштабів. Наприклад, для відображення рельєфу плоскорівнинної місцевості на карті масштабу 1:10 000 основні горизонталі проводять через 1 або 2 метри, то на карті 1:25 000 – вже через 2.5 або 5 метрів, а на карті 1:50 000 – через 10 метрів.

Перехід від простих об'єктів до складних як метод узагальнення полягає у використанні на дрібномасштабній карті одного складного (цільного) об'єкта, що замінює певну кількість реальних об'єктів місцевості. Прикладом методу є показ мікрорайонів у населених пунктах замість нанесення на карту кожного окремого будинку, символ аеропорту замість показу злітно-посадкових смуг, рулежних доріжок та різних споруд.

Узагальнення контурів – метод генералізації, що полягає у зменшенні кількості деталей у геометрії об'єктів. Наприклад, замість показу всіх згинів русла річки на дрібномасштабній карті показують лише загальний вигляд русла, при малюванні ізоліній рельєфу виключають дрібні вигини, зумовлені ерозійними процесами.

Поєднання контурів – один із найскладніших прийомів картографічної генералізації, що полягає у відображенні на карті замість кількох контурів окремих однотипних об'єктів одного загального контуру. Наприклад, замість кількох дрібних окремих озер на карті може бути показано одне. Але слід враховувати, що це метод генералізації призводить до істотного виразу змісту карти і може легко призвести до неправильного розуміння користувачем особливостей території.

Зміщення зображення – допоміжний метод генералізації, якого доводиться звертатися під час використання інших методів, зокрема, узагальнення і поєднання контурів. Цей метод полягає у штучному зміщенні окремих об'єктів карти або частин об'єктів на незначні відстані, щоб витримати топологічні відносини між об'єктами. Наприклад, якщо при узагальненні контуру річки були виключені незначні вигини, може виникнути потреба подовжити контур іншої річки-притоку, щоб зобразити її впадання. Також може виникнути потреба трохи змістити населені пункти, розташовані на берегах річки. Цей метод генералізації, як і поєднання контурів, створює певні висловлювання змісту карти. Показ об'єктів з перебільшенням - метод, що застосовується, коли необхідно показати на карті певні об'єкти або елементи контуру, розміри яких надто дрібні для відображення у даному масштабі карти, але наявність таких об'єктів дуже важлива з для правильного відображення території. Наприклад, на картах часто з перебільшенням розмірів показуються острови на водоймах та водотоках, поодинокі невеличкі озера. Також з перебільшенням можуть відображатися, наприклад, деякі фрагменти берегової лінії, щоб підкреслити наявність бухт та т.п.

Наведені методи картографічної генералізації використовуються не по одинці, а комплексі. При цьому відстежують, щоб під час генералізації не порушувалися просторові зв'язки між різними об'єктами. Як було сказано вище, при узагальненні та поєднанні контурів можуть порушуватися

топологічні відносини між об'єктами (наприклад, розрив різних мереж (дороги, річки)).

### 1.3. Тематичне картографування в середовищі ГІС

Тематичний картографічний продукт є результатом тематичного декодування, класифікації та просторового аналізу, виконаного експертом із застосуванням технологій ДЗЗ та геоінформаційних технологій. Це створення можна називати завершальним етапом у процесі використання супутникових знімків. При картографуванні фахівці різних галузей визначають необхідні замовнику об'єкти та їх параметри на основі оптимальних комбінацій супутникових знімків. Підсумком тематичного картографування є будь-яка карта тематичної спрямованості.

Тематична карта – це карта, яка відображає певний сюжет (тему, явище, об'єкт, галузь, процес) або комбінацію сюжетів.

Тематичне картографування — це сукупність заходів і процесів для створення тематичних карт і атласів (рис. 2).

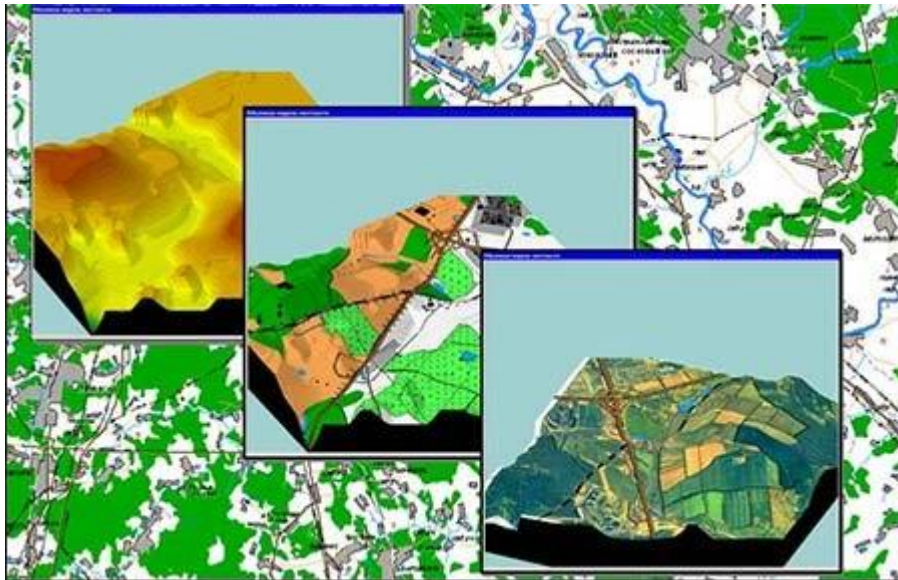


*Рис. 2. Фрагмент складеної тематичної карти на основі космознімка*

Тематичні карти - це унікальний інформаційним ресурс, завдяки здатності в концентрованому вигляді в наочній формі, яка легко сприймається як величезний масив знань як для пересічних громадян, так і для різних установ, організацій та органів державної влади.

Геоінформаційні системи дають поштовх до розвитку тематичних карт, шляхом впровадження нових наочних посібників та нових методик. За допомогою геоінформаційних систем метод складання нової тематичної

карти розробляється набагато швидше. Тематичні карти створюються для візуального аналізу просторово розподіленої інформації, а шаблон тематичних карт дозволяє створювати карти на основі уже створених умов (рис. 3).



*Рис. 3. Серія тематичних карт*

Застосування ГІС у тематичному картографуванні дозволяє:

- комплексно аналізувати та інтерпретувати величезні об'єми розрізнених неоднорідних якісних й кількісних даних;
- створювати й використовувати багатоцільові бази картографічних даних;
- збільшити ступінь вилучень й використань корисної інформації із наявних даних та підвищити деталізацію і достовірність створюваних карт й прогнозних побудов;
- оцінювати та ранжувати характерні риси об'єктів дослідження у разі неоднозначності їхнього зв'язку з цільовою властивістю цих об'єктів;
- контролювати якість прогнозних побудов допочатку натурних спостережень, оптимізувати мережу цих спостережень, моделювати різні стратегії використання природного середовища;
- забезпечити оперативну інформаційну підтримку експертних рішень фактографічними, довідковими й аналітичними даними;

- обмежити залежність кінцевих результатів від суб'єктивних уявлень дослідників та поєднати формалізовані та експертні методи прийняття рішень.

Ще однією особливістю ГІС є те, що дані (атрибути та геометрія) та їх зміст (семантика) поділяють на логічні (тематичні) групи, які називають геоінформаційними шарами і які групуються у тематичні карти.

Щоб геопросторові дані відображалися на карті, необхідно визначити набір правил відображення даних на електронній карті. У деяких ГІС візуалізатори просторових даних називають символами відображення геоданих.

Виділяють наступні підрозділи тематичного картографування:

- природи;
- суспільства;
- взаємодії природи й суспільства;
- складання карт, атласів й інших картографічних творів.

Атрибутивна інформація, де побудована карта (одне або кілька полів бази даних), називається тематичною змінною. Він може використовувати вираз, який обчислює нове значення на основі значень одного або кількох полів за допомогою логічних, математичних і просторових операторів або функцій.

При створенні тематичних карт ГІС дозволяє використовувати тисячі кольорів, різноманітні символи та типи ліній, які дозволяють складати карти з плавним переходом кольорів – градієнтом, використовуючи тіні для більш реалістичного відображення місцевості чи інших графічних елементів.

Тематична карта може складатися на основі відсканованих картографічних матеріалів, космічних зображень, фотографій, діаграм тощо.

Цифрова карта має бути створена у певній системі координат та картографічній проекції на основі векторних або растрових моделей, яка відображає територію населеного пункту в існуючих та проектних межах.



При векторизації растрової моделі необхідно сформуванати наступні інформаційні шари:

- 1) межу поселення у вигляді лінійного і полігонного об'єкта;
- 2) квартали житлової забудови;
- 3) осі магістралей і вулиць;
- 4) квартали садових і дачних товариств;
- 5) квартали територій загального використання;
- 6) масиви рекреаційних територій;
- 7) зони промислових територій;
- 8) масиви комунально-складських територій;
- 9) зелені насадження спеціального і загального призначення;
- 10) водні об'єкти;
- 11) залізничні смуги;
- 12) залізничні колії;
- 13) території спецпризначення;
- 14) територію аеродромів і аеропортів.

Наявність вищеназваних шарів є найнеобхіднішою умовою для перетворення вже складених електронних карт. Загальна вимога до відображення картографічної інформації великомасштабних карт визначена в спеціальній нормативно-технічній літературі.

Кожен з інформаційних шарів повинен включати семантику або можливість її запровадження в майбутньому. Наприклад, для вуличних осей цією інформацією буде назва вулиць, їх ширина та матеріал мощення, для промислових і комунальних об'єктів – розмір санітарно-захисної зони.

У разі оновлення топографічної карти на основі земельно-кадастрових, ортофотопланів або містобудівної інформації необхідно узгоджувати координати мікрорайонів, осей вулиць і в окремих випадках будівель і споруд.

#### **1.4. Загальні відомості про 3-D картографування**

Картографічні матеріали та геоінформаційні системи (ГІС) використовуються в повсякденній діяльності людини, наприклад, у орієнтуванні, пошуку організації в містах, підрахунку запасів корисних копалин, проектуванні тощо.

ГІС-картографування - розділ картографії та геоінформатики, в якому висвітлюються теорія та методика використання і складання геоінформаційних моделей, електронних, цифрових карт та інших просторово-часових моделей на основі геоінформаційних систем і технологій.

Зараз паперові версії картографічних матеріалів практично перестали використовуватися, і все більше людей переходять на комп'ютерні ГІС, відмовляючись від площинних ГІС і впроваджуючи тривимірні геоінформаційні системи.

Тривимірну ГІС часто називають віртуальною. Віртуальна ГІС може вирішувати практично всі завдання, які в даний час реалізуються в традиційних ГІС. Таким чином, його можна використовувати для містобудування, оцінки рослинності, ґрунтів, водних шляхів чи доріг, прогнозування повеней та багатьох інших завдань. Крім того, можливість отримати детальне тривимірне зображення окремих об'єктів і ділянок з будь-якого місця відкриває все нові перспективи для користувачів геоінформаційних систем. Спеціалісти, що проектують нові споруди і будівелі можуть отримати комплексне тривимірне уявлення про ландшафт із передбачуваного будівельного майданчика або віртуальний знімок проектованої конструкції з сусіднього будинку.

Архітектори можуть побачити планування будівель, вулиць, парків і визначити межі майданчиків для будівель, можливі утворення заторів та оцінити освітленість вулиці вдень і вночі тощо. За допомогою бази даних ГІС дозволяє раціонально проектувати розташування торгових точок, шкіл,

дитячих садків, будинків культури, водопроводів та багатьох інших соціально значущих об'єктів.

Використання віртуальної ГІС дозволить МНС, швидкої допомоги, аварійної та пожежної служби отримати тривимірне уявлення про територію, з якої було отримано сигнал лиха, а також відповідну інформацію з бази даних ГІС про події, такі як проблеми з транспортом через будівництво доріг або затори.

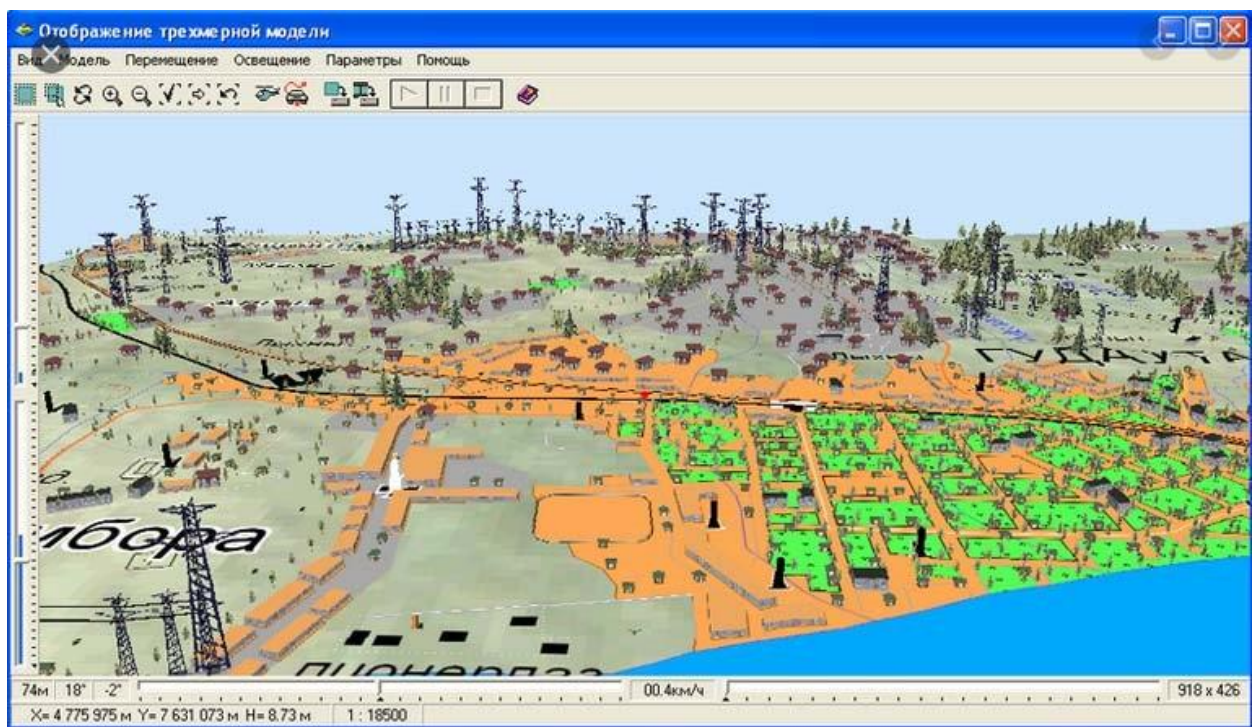
Досвід виконання робіт з тривимірного лазерного сканування та моделювання об'єктів різного призначення та складності дозволив зробити висновок про наступні переваги тривимірних моделей у порівнянні з традиційною картою чи планом.

1) інформативність. Наявність третього виміру сама по собі говорить про те, що інформаційне навантаження тривимірної моделі на порядок вище планів і карт. Однак лише цей факт пояснює високу інформативність 3D моделі. Перше, для заводів, міста, майданчиків складного технічного обладнання характерна наявність багатоповерхових конструкцій. Такі об'єкти неможливо детально відобразити на площині через шарування елементів. При цьому на топографічному плані багатоповерхових конструкцій, як правило, показано або нижній, або верхній ярус. Друге, багато об'єктів на плані відображаються як точкові символи, які за визначенням не мають орієнтації. На тривимірній моделі такі об'єкти виглядатимуть так само, як і на землі (за висотою та орієнтацією). Відсутність такої інформації може бути критичною, наприклад, при проведенні оперативних протипожежних заходів.

2) чіткість. Традиційні плани містять інформацію про третій вимір (висоту) у вигляді горизонталей, позначок точок місцевості та окремих елементів обладнання, тобто третя координата подається тут як атрибут, підпис або окремий шар (наприклад, шар цифрової моделі місцевості). Така форма відображення та зберігання інформації робить значно складнішим її інтерпретацію як для людини, так і для комп'ютерної системи. Встановлено,

що 50% нейронів мозку беруть участь в обробці зорової інформації. Це говорить про те, що тривимірне зображення стимулює більше нейронів, залучаючи більшу частину мозку до процесу вирішення проблем. Наприклад, під час аналізу інформації з двовимірних карт мозку потрібно спочатку побудувати модель місцевості, перш ніж приймати будь-яке рішення. Це завдання може бути досить складним навіть для підготовленої людини, наприклад, при роботі з картографічними матеріалами на складних ділянках. Тривимірне відображення моделює просторову реальність, дозволяючи спостерігачеві швидше оцінити і зрозуміти ситуацію.

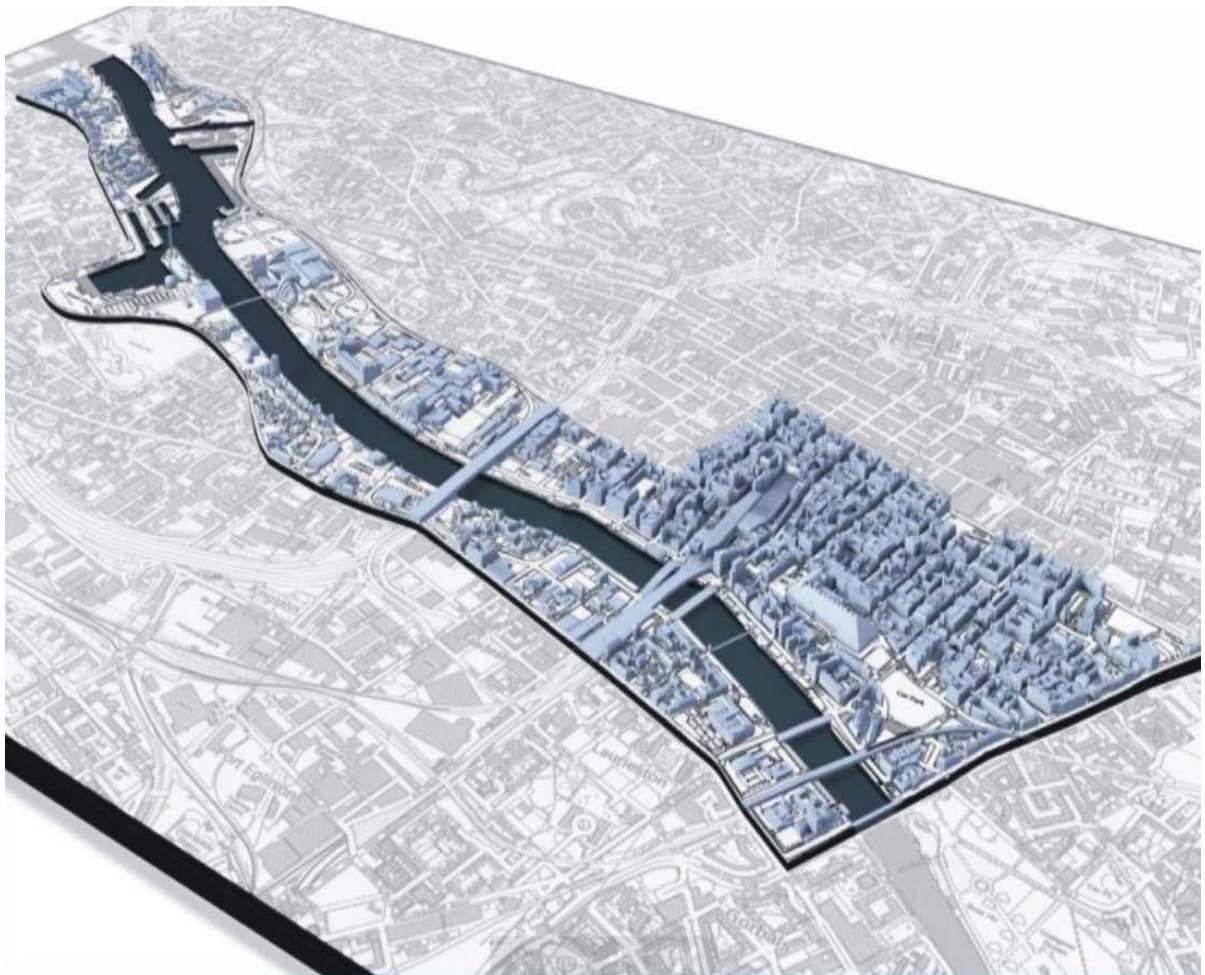
3) безперервність. Оскільки позначки на плані відображаються лише для характерних або контрольних точок, таку форму графічного або електронного зображення місцевості можна назвати дискретною, тоді як тривимірна модель по суті є безперервною (рис. 4).



*Рис. 4. Трьохмірна модель інфраструктури*

4) точність і надійність. Точність тривимірних моделей не поступається, а в деяких випадках і перевершує традиційні карти і плани. Наприклад, метод тривимірного лазерного сканування та алгоритми обробки його даних самі по собі припускають, що модель є більш точною, оскільки

характеристики об'єктів виділяються не координатами двох-трьох пікетів, а набір багатьох вимірювань. Наприклад, якщо за результатами лазерного сканування побудовано 2 площини, що відображають стіни забудови, що геометрично лінія перетину 2-ох площин буде визначена набагато точніше, ніж якби координати кута будівлі були отримані за допомогою однієї вимірювання, тахеометр на рефлекторі. Крім того, невідбиваючий принцип роботи сканера виключає помилку неточної установки відбивача. Запас точної тривимірної моделі впливає на властивості її безперервності, оскільки заплановані координати та позначки проміжних точок місцевості та обладнання можна отримати не шляхом інтерполяції та апроксимації, а шляхом безпосереднього вимірювання. (рис. 5).



*Рис. 5. Трьохмірна модель міста*

Враховуючи вищезазначені плюси тривимірних моделей, тривимірні геоінформаційних систем можна рекомендувати для вирішення наступних інженерних задач:

- оперативне проектування реконструкції об'єктів зв'язку;
- тривимірне представлення об'єктів на візуалізації технологічних вузів і всіх комунікацій;
- комп'ютерне моделювання технологічних процесів роботи заводів на заводах, нафто- і газопереробних об'єктах;
- детальна інвентаризація об'єктів;
- оперативний моніторинг стану обладнання на основі комбінації тривимірної моделі з іншими видами спостережень (наприклад, тепловізійними матеріалами або даними п'єзومتра).

### **Висновки до розділу 1**

У першій частині магістерської роботи ми ознайомилися з теоретико-методичними засадами складання топографічних планів і карт. Вибрано найважливіші методи та підходи узагальнення, за якими виявлено його особливості.

## **Розділ 2. Сучасні технології при геоінформаційному картографуванні**

### **2.1. Огляд основних ГІС продуктів, основне їх призначення та особливості використання**

Програмне забезпечення просторових даних зараз є дуже різноманітним і постійно розширюваним сегментом ринку комп'ютерного програмного забезпечення, який можна виділити:

- векторизатори растрових зображень;
- ГІС-в'юери;
- програмні засоби обробки даних дистанційного зондування;
- картографічно-довідкові системи;
- пакети просторового моделювання та аналізу;
- інструментальні геоінформаційні системи;
- пакети обробки даних інженерно-геодезичних розвідок й інженерного проектування.

Векторизатори растрових зображень — це програмні засоби для растрово-векторного перетворення (векторизації) просторових даних. Цей клас продукції пов'язаний зі створенням цифрових карт, у тому числі для геоінформаційних систем, на основі сканованих растрових зображень. Серед відносно недорогих і досить ефективних векторизаторів – Easy Trace (Easy Trace Group, Росія) і MapEdit (Resident, Росія), а також пакет Digitals, розроблений державним науково-виробничим підприємством «Геосистема» в м. Вінниця, Україна.

Пакети обробки даних інженерно-геодезичних вишукувань та інженерного проектування призначені для автоматизації обробки даних



інструментальної геодезичної зйомки та інженерного проектування в житловому, промисловому та транспортному будівництві і є, як зазначалося вище, специфічним напрямом у геоінформатиці, який називається геоінженерною інформатикою. Серед програмних пакетів цієї групи – продукти компанії Autodesk, світового лідера з розробки автоматизованого проектування (САПР), пакети програм Autodesk Survey, Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil Design, створені на платформі AutoCAD; На базі програмної платформи AutoCAD також створені програмні пакети GEO + CAD і GeoniCS, розроблені в Україні (ГЕОКАД, АТ Аркада та НППЦ Геоніка, Київ), пакети програм CREDO (Credo Dialog, Білорусь) тощо.

Програмне забезпечення для обробки даних дистанційного зондування — це пакет обробки зображень, що надається різним математичним апаратом залежно від ціни, що дозволяє виконувати операції зі сканованими або цифровими зображеннями поверхні Землі. Це досить широкий спектр операцій, починаючи від усіх видів корекції (оптичної, геометричної), через географічну прив'язку зображень до обробки стереопар з виводом у вигляді оновленого топокарт. Найвідоміші представники: ERDAS Imagine (США), ER Mapper (Австралія), Intergraph series (США) і TNT Mips (США).

До групи пакетів просторового аналізу та моделювання входять програмні пакети, призначені для реалізації певного, зазвичай тематичного, набору процедур аналізу просторових даних. Це, перш за все, пакети геостатистичного аналізу та моделювання — такі як Surfer (США), Gstat (Нідерланди), GST (Росія) тощо, та пакети картографічної алгебри — такі як Map Analysis Package, MAP та його модифікації (США). Віднесення до групи пакетів прикладних програм, які просторово реалізують гідрологічні, гідрогеологічні, екологічні та інші специфічні завдання, як це іноді робиться, є неправильним..

Картографічно-довідкові системи є закритими за форматом і адаптацією БД і БД програмно-інформаційних систем, які мають механізми запиту картографічно-атрибутивної інформації та засоби її відображення.



Користувачу зазвичай надаються зміни даних. До цього класу належать, наприклад, так звані електронні або цифрові карти великих міст, Одеси, Києва, Харкова, окремих країн, а також цифрові атласи окремих країн чи світу (Цифровий атлас України, Цифрова карта світу, Нове тисячоліття та інші цифрові атласи).

ГІС-переглядачі - це недорогі пакети з обмеженими можливостями редагування даних, призначені в основному для візуалізації та виконання запитів до бази даних, у тому числі графічних, підготовлених в середовищі інструментальної ГІС. Як правило, всі розробники повнофункціональних інструментів ГІС також пропонують ГІС-переглядачам: WinCAT (Simens Nixdorf, Німеччина), ArcReader, ArcExplorer (ESRI, США), тощо.

Програмне забезпечення ГІС — це набір більш-менш інтегрованих програмних модулів, які забезпечують реалізацію всіх основних функцій ГІС. У загальному випадку існує (Тікунов, 1991) шість основних модулів, що реалізують функції:

- 1) перевірка та введення даних;
- 2) моделювання і аналіз;
- 3) перетворення картографічних проекцій і перетворення систем координат;
- 4) маніпулювання та зберігання даними;
- 5) представлення та виведення даних;
- 6) взаємодія з користувачами.

Також, можна виділити наступний каталог програмного забезпечення:

1. Універсальні геоінформаційні системи
  - AutoCad Map 3D
  - ГІС "Карта 2008"
  - MapInfo
  - MicroStation
  - Продукти лінійки ArcGIS Desktop
2. CAD-системи, що виконують обробку просторових даних
  - CREDO

- GeoniCS
  - Pythagoras
3. Векторизатори, програми створення та редагування карт
- Digitals
  - EasyTrace
  - MapEDIT
  - Панорама-редактор
4. ГІС/WEB-сервери, програми для публікації карт в Internet
- ArcGIS Server
  - GIS WebServer
5. Фотограмметричні системи та засоби аналізу даних ДЗЗ
- ENVI
  - ERDAS IMAGINE
  - INPHO
  - LeicaPhotogrammetry Suite
  - PHOTOMOD
  - Сімейство продуктів ScanEx

## **2.2. Функціональні можливості ArcGIS в контексті картографування**

ArcGIS — це набір програмних продуктів для географічної інформації американської компанії ESRI. Використовується для земельних кадастрів, завдань із землеустрою, обліку нерухомості, комунального господарства, геодезії та користування надрами та інших сфер.

Сімейство продуктів ArcGIS поділяється на настільні та серверні. Основні продукти лінійки настільних комп'ютерів – ArcView, ArcEditor, ArcInfo – кожен із перерахованих нижче включає функціональність попереднього. Крім того, лінійка настільних комп'ютерів включає безкоштовний ArcReader (для перегляду даних, опублікованих ArcGIS) і ArcGIS Explorer (полегшений настільний клієнт для ArcGIS Server).

Основний серверний продукт - ArcGIS for Server, призначений для багатокористувацьких геоінформаційних проектів з централізованим сховищем і необмеженою кількістю робочих місць, публікацією інтерактивних карт в Інтернеті. Image Server доступний для публікації великої кількості растрових даних, а ArcSDE призначений для зберігання просторових даних у базі даних та інтеграції з іншими інформаційними системами.

Крім того, окремими продуктами є інструменти для розробників (ArcGIS Engine та ArcGIS Runtime).

Постачається як окремий програмний продукт, ArcPad — це географічна інформаційна система для портативних ноутбуків.

Крім того, для продуктів ArcGIS доступні численні модулі, які розширюють функціональність продуктів, модулі розширення розроблені як ESRI, так і незалежними розробниками.

ArcGIS — це вбудований набір програмних продуктів ГІС для розробки повнофункціональної ГІС. ArcGIS дозволяє користувачам розгорнути функціональні можливості ГІС там, де це необхідно, у настільній версії, на сервері або як спеціально розроблена програма; для Інтернету або для польової роботи.

- Настільна ГІС є основною платформою для ГІС професіоналів, які об'єднують, створюють та використовують географічну інформацію та знання;
- Серверна ГІС дозволяє програмному забезпеченню ГІС бути централізованим на серверах додатків; надаючи ГІС можливості великої кількості користувачів через мережі;
- Мобільна ГІС дозволяє польовому персоналу компанії збирати, зберігати, оновлювати, обробляти, аналізувати та відображати географічну інформацію.

Подібно до всіх інформаційних систем, ArcGIS забезпечена перевіреною моделлю для роботи з даними – база геоданих. База геоданих є

загальним середовищем, яке розділяється всіма продуктами та додатками сімейства ArcGIS, яке дозволяє:

- Працювати з різними типами даних;
- Витончені правила та зв'язки;
- Отримання доступу до величезних обсягів географічних даних зберігається у файлах та базах даних.

База геоданих як менеджером географічних даних, а й реалізує витончену бізнес-логіку, яка, наприклад, формує зв'язок між такими типами даних як топології і геометричні мережі, перевіряє дані та керує доступом до них.

### **2.2.1. Огляд можливостей та інтерфейсу продукту ArcMap**

ArcMap є основним додатком ArcGIS, який використовується для вирішення різноманітних ГІС-завдань, як загальних, так і спеціалізованих.

ArcGIS - це географічна інформаційна система (GIS) для роботи з картами та географічною інформацією, що підтримується Esri. Він використовується для створення та використання карт, складання географічних даних, аналізу картографічної інформації, обміну та виявлення географічної інформації, використання карт та географічної інформації у ряді програм та керування географічною інформацією в базі даних.

До початку пакету ArcGIS Esri зосередила свою розробку програмного забезпечення на командній лінії робочої станції Arc / INFO та декількох продуктах на основі графічного інтерфейсу, таких як настільна програма ArcView GIS 3.x. Інші продукти Esri включали MapObjects, бібліотеку програмування для розробників та ArcSDE як систему управління реляційними базами даних. Різні продукти розгалужувалися на кілька дерев-джерел і не поєднувались добре між собою. У січні 1997 року Esri вирішила оновити свою програмну платформу GIS, створивши єдину інтегровану архітектуру програмного забезпечення.

ArcGIS дозволяє синтезувати дані з кількох джерел в одне пов'язане географічне представлення. Такі джерела даних включають інформацію з географічних баз даних, табличні дані з систем управління базами даних (СУБД) та інших систем підприємства, файли, електронні таблиці, фотографії та відео з геотегами, дані KML, CAD, дані в реальному часі з датчиків, аерокосмічні та супутникові зображення, тощо. Практично будь-який запис із географічним посиланням, таким як назва вулиці, місто, ідентифікатор землі, координати GPS тощо, можна розмістити на карті та отримати доступ. Також можуть бути включені готові до використання надійні географічні дані, надані Esri, постачальниками даних і тисячами агенцій та організацій геоінформаційних систем по усьому світу.

Географічні бази даних є серцем професійної роботи ГІС. Географічна база даних дозволяє зберігати географічну інформацію в структурований спосіб, забезпечуючи просте керування, оновлення, повторне використання та обмін. ArcGIS дозволяє вам проектувати, створювати, підтримувати та використовувати географічні бази даних, незалежно від того, працюєте ви самостійно чи у великому підприємстві. Географічні бази даних, як правило, є місцем зберігання та керування основними шарами даних, що використовуються в ГІС - такими як ділянки, адміністративні кордони, інженерні мережі, точки обслуговування, гідрографія, місцевість, ґрунти тощо. Такі дані з централізованим керуванням можуть бути оснащені символами, представлені, оброблені та опубліковані необмеженою кількістю способів на картах ArcGIS.

ArcGIS підтримує дуже великі багатокористувацькі бази даних, у яких дані можуть використовуватися та редагуватися кількома користувачами одночасно, забезпечуючи таким чином доступ, керування та оновлення різним користувачам у численних робочих групах і відділах. Наприклад, оновлення можуть виконуватися одночасно персоналом операційного офісу та польовими працівниками, і кожна група одразу бачить зміни, внесені колегами. Ці багатокористувацькі бази даних реалізовані та

використовуються в стандартних системах реляційних баз даних для підприємств, таких як Oracle, SQL Server, PostgreSQL, Informix і DB2.

Залежно від поставлених завдань, ви можете вибрати один з трьох рівнів настільного додатки ArcGIS: ArcGIS for Desktop Advanced (ArcInfo), ArcGIS for Desktop Standard (ArcEditor) або ArcGIS for Desktop Basic (ArcView). Настільні продукти ArcGIS будь-якого рівня ліцензії мають загальним інтерфейсом, працюють з додатками ArcMap і ArcCatalog і використовують єдину середу розробки. Рівень ліцензії - ArcGIS for Desktop Basic (ArcView), ArcGIS for Desktop Standard (ArcEditor) або ArcGIS for Desktop Advanced (ArcInfo), визначає доступну функціональність додатків.

ArcGIS — це повна система, яка дозволяє збирати, організовувати, керувати, аналізувати, обмінюватися та поширювати географічну інформацію. Як світовий лідер у сфері платформ для побудови та використання геоінформаційних систем (ГІС), ArcGIS використовується людьми по всьому світу для застосування географічних знань у практичних галузях державного управління, бізнесу, науки, освіти та ЗМІ. Платформа ArcGIS дозволяє публікувати географічну інформацію для доступу та використання будь-яким користувачем. Система доступна в будь-якій точці, де ви можете використовувати веб-браузери, мобільні пристрої у вигляді смартфонів і настільних комп'ютерів.

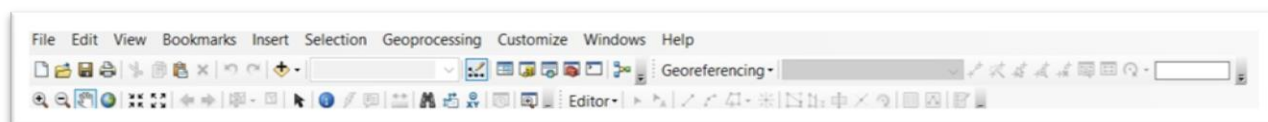
ArcMap представляє географічну інформацію як набір шарів і інших елементів у вигляді карти. У ArcMap є два способу роботи з картою: вид даних і вид компоновання.

Вид даних використовується, коли ви хочете переглянути карту і попрацювати з географічною інформацією, як з серією шарів. Вид компоновання являє собою сторінку, на якій розміщені елементи карти (фрейми даних, масштабна лінійка, заголовок і т.п.), підготовлену для друку і публікації.

Основні можливості ArcMAP 10.5:

- робота з картами - ви можете відкривати документи ArcMap і працювати з ними для вивчення інформації, перегляду карт, вмикання та вимкнення шарів, запиту атрибутів даних, представлених на карті, візуалізації географічної інформації.
- Друк карт - за допомогою ArcMap ви можете друкувати карти різної складності.
- копіювання та редагування наборів геоданих - ArcMap пропонує основні можливості для автоматизації роботи з наборами геоданих. ArcMap підтримує повнофункціональне масштабоване редагування. Ви можете вибрати шари для редагування в документі карти, нові або оновлені об'єкти зберігаються в наборі даних шару.
- використання геопрофесій для автоматизації роботи та виконання аналізу - ГІС використовується не тільки для візуалізації, але й для аналізу. ArcMap дозволяє запускати моделі або скрипти геообробки, а також переглядати результати та працювати з ними у вигляді карти. Геообробку можна використовувати для аналізу, а також для автоматизації багатьох поширених завдань, таких як створення багатосторінкових карт, відновлення пошкоджених посилань даних у наборі документів карти, виконання різноманітних операцій над геоданими.
- Організація та керування базами геоданих і документами ArcGIS – ArcMap має вікно Каталог, яке дозволяє організувати всі набори даних та бази геоданих ГІС, документи карт та інші файли ArcGIS, інструменти геообробки та багато інших елементів ГІС. Ви також можете налаштувати та впорядкувати схему бази геоданих у вікні Каталог.
- Публікація картографічних документів як картографічних сервісів за допомогою ArcGIS for Server – вміст ArcGIS можна розмістити у веб-середовищі шляхом публікації географічної інформації у вигляді серії картографічних сервісів. ArcMap дозволяє звичайному користувачеві публікувати документи карти як картографічний сервіс.

- Співпрацюйте з картами, шарами, моделями геообробки та базами геоданих з іншими користувачами – ArcMap включає інструменти, які спрощують процес пакування та спільної роботи над наборами геоданих з іншими користувачами. Крім того, ви можете ділитися своїми картами та даними з ArcGIS Online.
- Документування географічної інформації – ключовою проблемою для багатьох спільнот ГІС є опис наборів географічної інформації для полегшення проектної документації, а також для більш ефективного пошуку та співпраці з даними. Ви можете використовувати вікно Каталогу для документування будь-яких даних ГІС. Для організацій, які використовують готові стандартизовані метадані, ArcGIS має вбудований редактор метаданих, який також можна використовувати для документування наборів даних.
- Користувацькі налаштування - ArcMap містить багато інструментів для користувацьких налаштувань. Зокрема, є можливості писати програмні доповнення, які розширюють функціональність, змінюють інформацію про користувача відповідно до ваших потреб, автоматизують завдання за допомогою геообробки.



*Рис. 6 Інтерфейс*

Користувачеві ArcMAP надано зрозумілий та зручний інтерфес (рис. 6). У верхньому ряду ми бачимо головне меню, яке включає в себе такі пункти, як:

- файл
- правка
- вид
- закладка
- вставка
- вибірка



- геообробка
- налаштування
- віINDOWC
- допомога

Також на панелі інструментів зображені такі вкладки:

1. Панель інструментів – основні інструменти для роботи зі слоями, масштабування та руху по карті.
2. Вікно таблиці вмісту.
3. Вікно каталогу.
4. Меню картографічно продукту ArcMAP, в якому можна здійснити збереження або відкрити новий файл.
5. Вікно масштабу.
6. Панель редагування – для роботи із шарами, їх створення та редагування
7. Панель геоприв'язки – для підв'язки декількох карт.

Хотів ще виділити те, що на інтерфесі не відображені всі функціональні можливості ArcMAP, їх є набагато більше, але я зазначив основні інструменти, які використовувалися в даній роботі.

### **2.2.2. Функціональні можливості продукту ArcScene**

ArcScene - це програма для 3D-рендерингу, яка дозволяє переглядати ГІС у тривимірному зображенні.

ArcScene дозволяє поєднувати безліч шарів даних у середовищі 3D. Для розміщення просторових об'єктів 3D, додаток використовує дані про висоту об'єкта, отримані з геометрії, атрибути об'єкта, властивості шару або задану 3D поверхню. Кожен шар 3D-зображення може оброблятися окремо від інших. Дані, що мають різну просторову прив'язку, будуть перепроєктовані або відображені з використанням лише відносних координат. ArcScene повністю інтегрований у середовище геообробки, що дозволяє використовувати численні аналітичні інструменти та функції.

Більшість можливостей ArcScene збігаються з функціями середовища 3D відображення ArcGlobe, однак є кілька ключових відмінностей між цими 3D середовищами.

До загальних завдань, які вирішуються за допомогою ArcScene, відносяться:

1. Створення документа ArcScene
2. Збереження документа ArcScene
3. Друк документа ArcScene
4. Експорт документа ArcScene
5. Створення 3D-даних
6. Використання 2D даних в ArcScene
7. Навігація у 3D
8. Створення 3D-анімації
9. Оптимізація ArcScene
10. Оптимізація шарів ArcScene
11. Перегляд зображень у стереорежимі
12. Зменшення екстену 3D зображення

Додатковий модуль ArcGIS 3D Analyst дозволяє драпірувати зображення або векторні дані на поверхню, а також витягувати векторні об'єкти у напрямку від поверхні, створюючи таким чином лінії, стіни та об'ємні фігури. Використання 3D-символів дозволяє зробити відображення ГІС даних більш реалістичним та створити високоякісну анімацію для демонстрації чи розповсюдження.

ArcScene дозволяє переглядати сцену з різних точок огляду за допомогою різних вьюерів та змінювати параметри 3D шарів, щоб використовувати прозорість та відтінок.

Також можна змінити параметри 3D сцени, щоб встановити:

- Систему координат та екстент сцени
- Висвітлення сцени
- Вертикальне витягування рельєфу

## **Висновки до розділу 2**

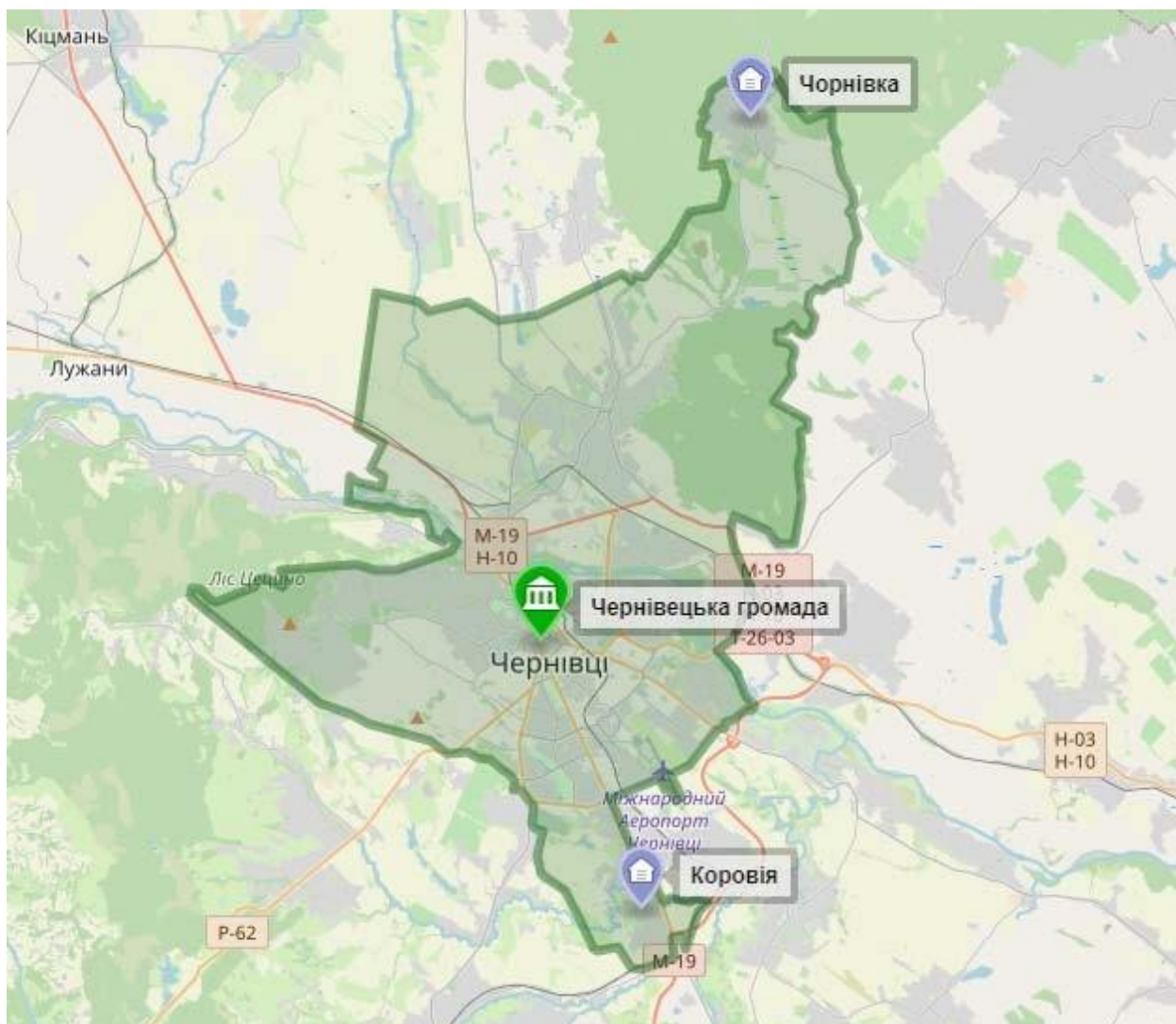
Існує широкий ряд програм фотограметричного напрямку, із різноманітною концепцією. Саме, це забов'язувало нас обрати програмний продукт який найкраще дозволить провести моніторинг землекористування. Тому було обрано один із найуніверсальніших географічних інформаційних систем ArcMap.

У ході курсового проекту ми ознайомились з базовими можливостями ArcMap та скористалися його основними функціями для дешифрування на аерофотознімках.

### **Розділ 3. Методико-технічні аспекти формування базових шарів та створення 3D-моделі території села Коровія**

#### **3.1. Загальна характеристика території дослідження**

Населений пункт с. Коровія Чернівецького району Чернівецької області, разом із с. Чорнівка та власне містом Чернівці формують територію Чернівецької міської територіальної громади (рис. 7). Загальна площа села складає 1039,2 га та проживає 2992 особи.

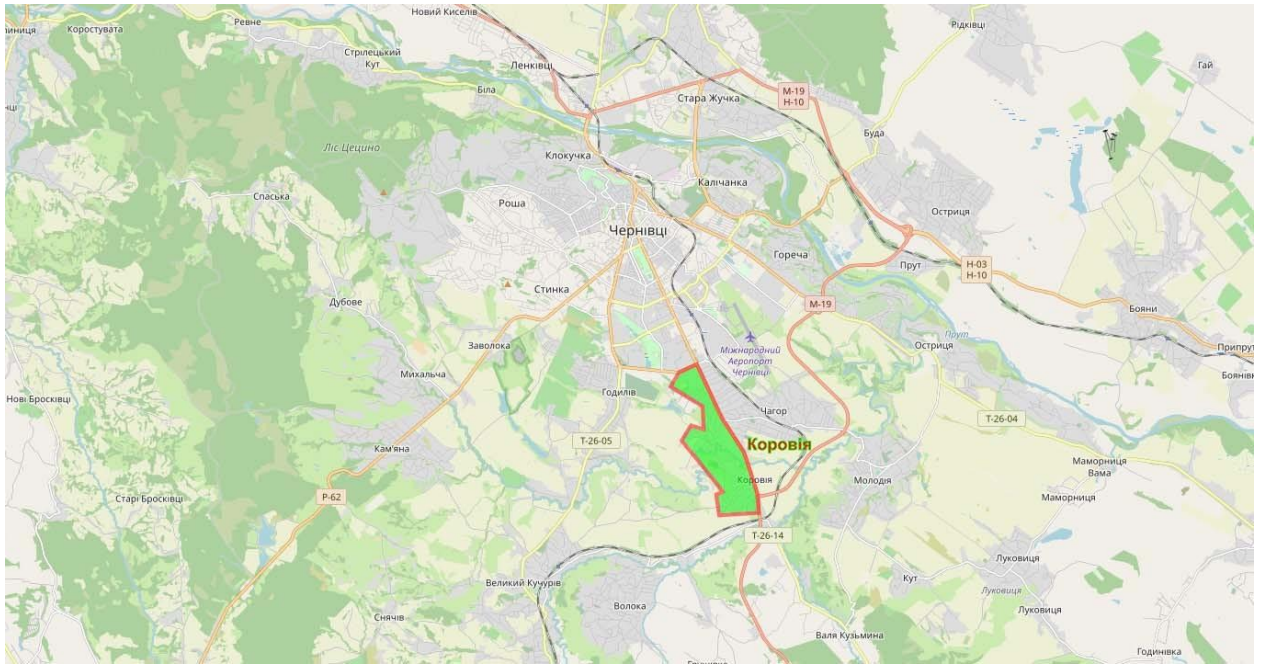


*Рис. 7. Видяд Чернівецької міської територіальної громади на порталі АТУ*

Село Коровія розташоване в центральній частині Чернівецького району у південному передмісті обласного центру, на берегах р. Коровія (притока річки Дерелую, басейн Прута).

Відстань від адміністративного центру села Коровія до основних пунктів зовнішніх зв'язків наступні, до (рис. 8):

- залізничної станції «Космин» – 2 км;
- обласного (та районного) центру м. Чернівці – 4 км (мікрорайон Кварц) та 8 км (центральна частина міста);
- колишнього районного центру м. Глибока – 26 км.



*Рис. 8. Положення с. Коровія*

Зв'язок із обласним центром м. Чернівці здійснюється лише по автомобільному шляху національного (М-19 (Е85)).

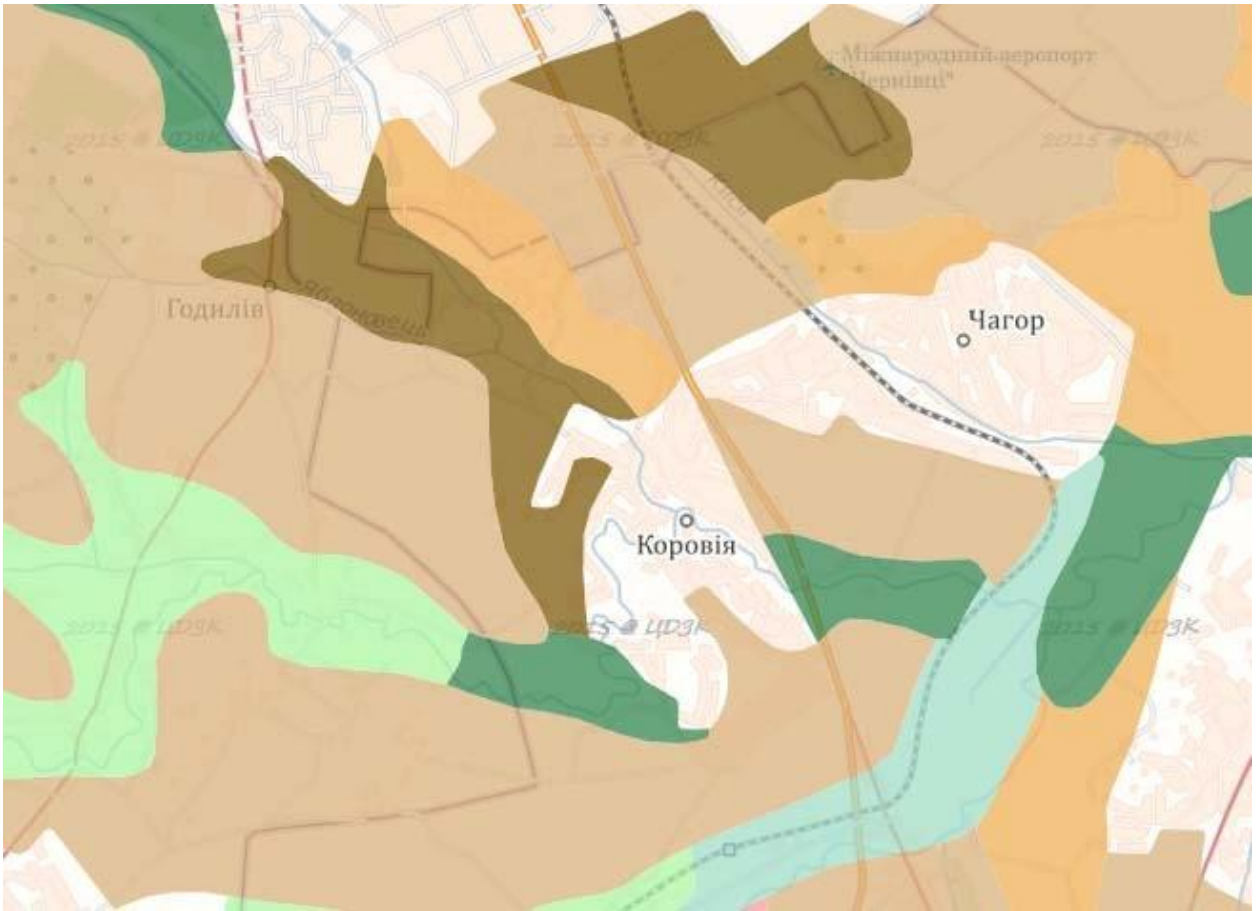
Коровія на півночі межує із містом Чернівці, на сході із селом Чагор, на південному-заході із селом Молодія, на півдні із селом Волока, на заході із селом Великий Кучурів та на північному-заході із селом Годилів. За особливостями рельєфу село Коровія належить до передгірної зони.

Гідрографічна сітка представлена ставками у північній та західній частині землекористування і тимчасовими водостоками. За 10 км від села протікає найбільша річка регіону – Прут.

Рельєф території населеного пункту та прилягаючих територій пересічений, з розвиненою яружно-балковою системою. Загалом село знаходиться в долині самої річки Коровія.

Грунтовий покрив поселення, відповідно до даних Публічної кадастрової карти, представлений переважно Темно-сірими опідзоленими, оглеєними та дернові розвиненими глинисто-піщаними ґрунтами (рис. 9)





*Рис. 9. Ґрунтовий покрив довкола с. Коровія*

Територія с. Коровія по призначенню та характеру використання підрозділяється на наступні зони: жилу й санітарно-захисну.

Виходячи із умов рельєфу місцевості, санітарно-гігієнічних вимог під житлову зону відводиться територія існуючого села. У даній частині найбільш щільна забудова, жилі будинки й громадські будівлі у капітальному та задовільному стані. Житлова територія складається із житлової та адміністративної забудови.

Існуюча вулична мережа має системний характер розміщення і має частково тверде покриття переважно на магістральних вулицях. Благоустрій вулиць знаходиться у незадовільному стані.

### **3.2. Збір та систематизація первинної інформації**

На початковому етапі проектування виникає потреба визначити кількість і якість вихідного матеріалу, в тому числі картографічного та

аерокосмічного. Таким чином, растровою основою нашого дизайну стали наступні дані:

1) панхроматичні аерофотознімки, зокрема 2 фотознімки (№6382 та №6417) двох паралельних аерофотомаршрутів, які були отримані у 1990 р. Знімки мають просторову роздільну здатність 4 м і повністю охоплюють територію села Коровія (мал. 10):



*Рис. 10. Аерофотознімок №6382 отриманий 1990 року*

2) аркуш топографічної карти масштабу 1:25 000 (1947 р.в.), номенклатури М-35-136-Б-б на південно-західній частині Чернівецької області (рис. 11);



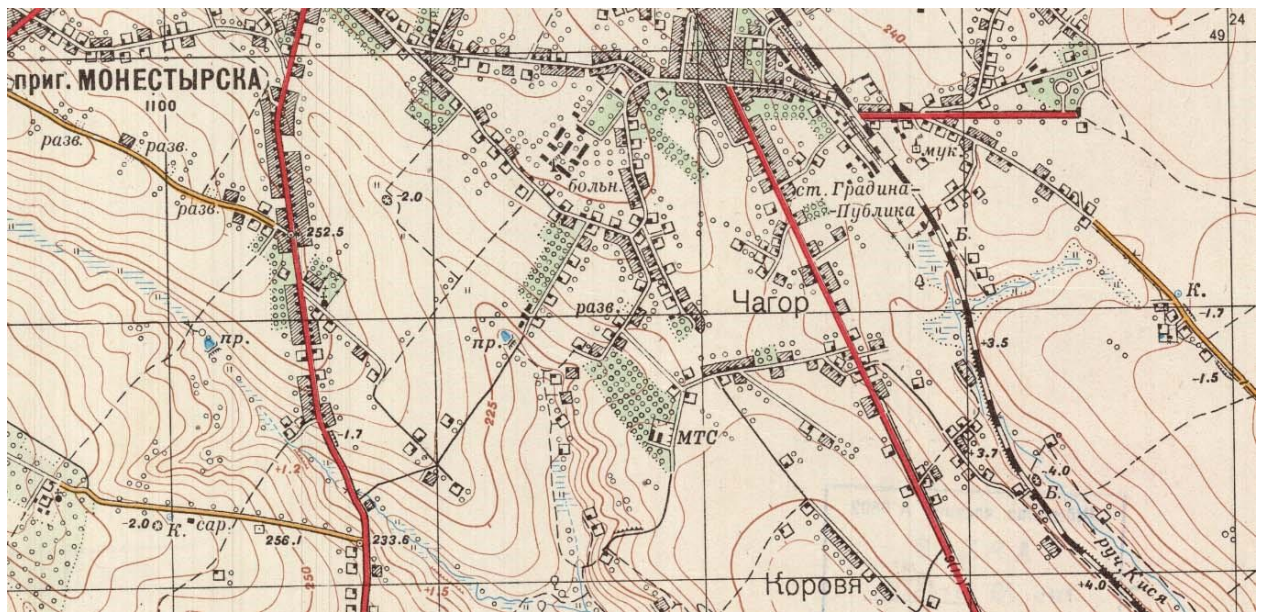
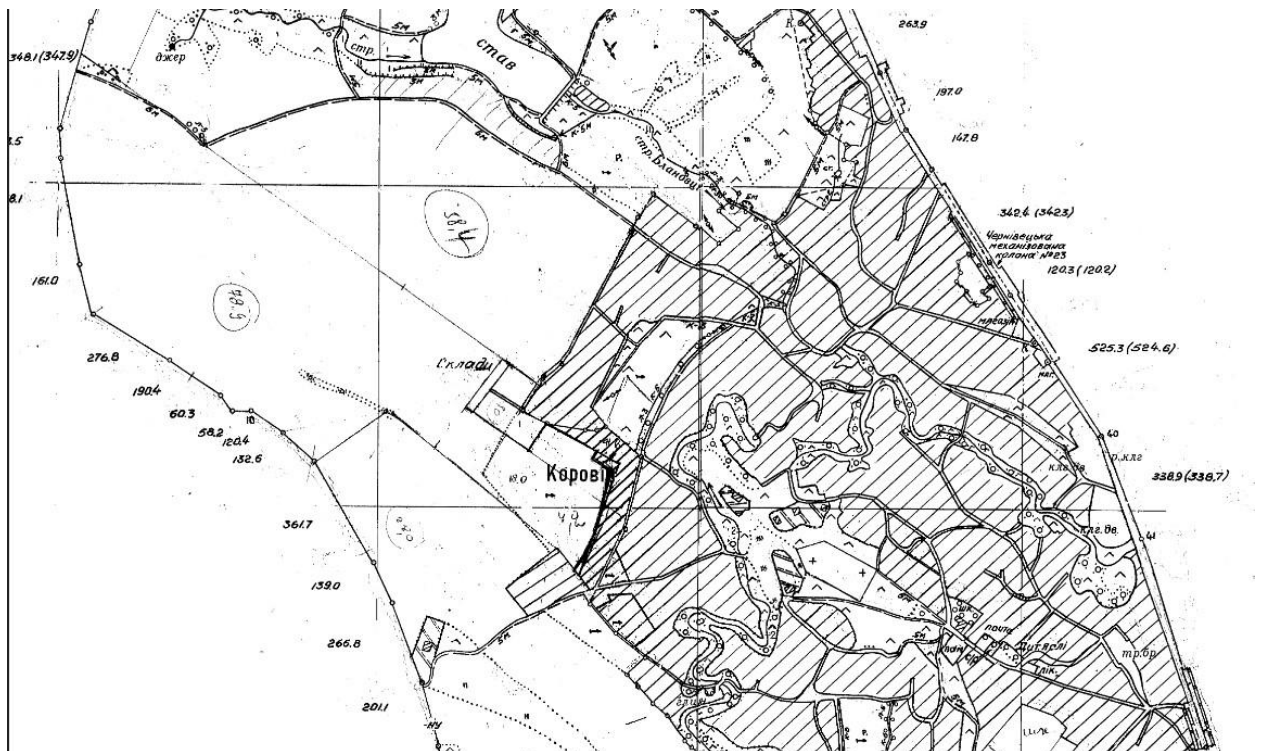


Рис. 11. Фрагмент топокарти М-35-136-Б-б

3) індексна кадастрова карта масштабу 1:10 000 на території Корівської сільської ради, на якій показані межі землекористування станом на 1989 рік (рис. 12)





*Рис. 12. Індексна кадастрова карта М 1:10 000*

4) зображення із космосу QuickBird, просторової роздільної здатності 1,5 м, отримані у жовтні 2021 року. Файли цих зображень ми отримали шляхом завантаження через ПЗ SASPlanet (рис. 13):



*Рис. 13. Космічний знімок станом на вересень 2021 року*

5) аркуш топографічного плану масштабу 1:2 000 (№223), на м. Чернівці та його околиці, яка була складена у 1990 роках. На відміну від попередніх растрів, ця покриває лише північну частину села (рис. 14):





*Рис. 14. Фрагмент топографічного плану на територію*

б) додаткові картографічні сервіси: OpenStreetMaps, Публічна кадастрова карта, геопортал «ДГМ», тощо (рис. 15):

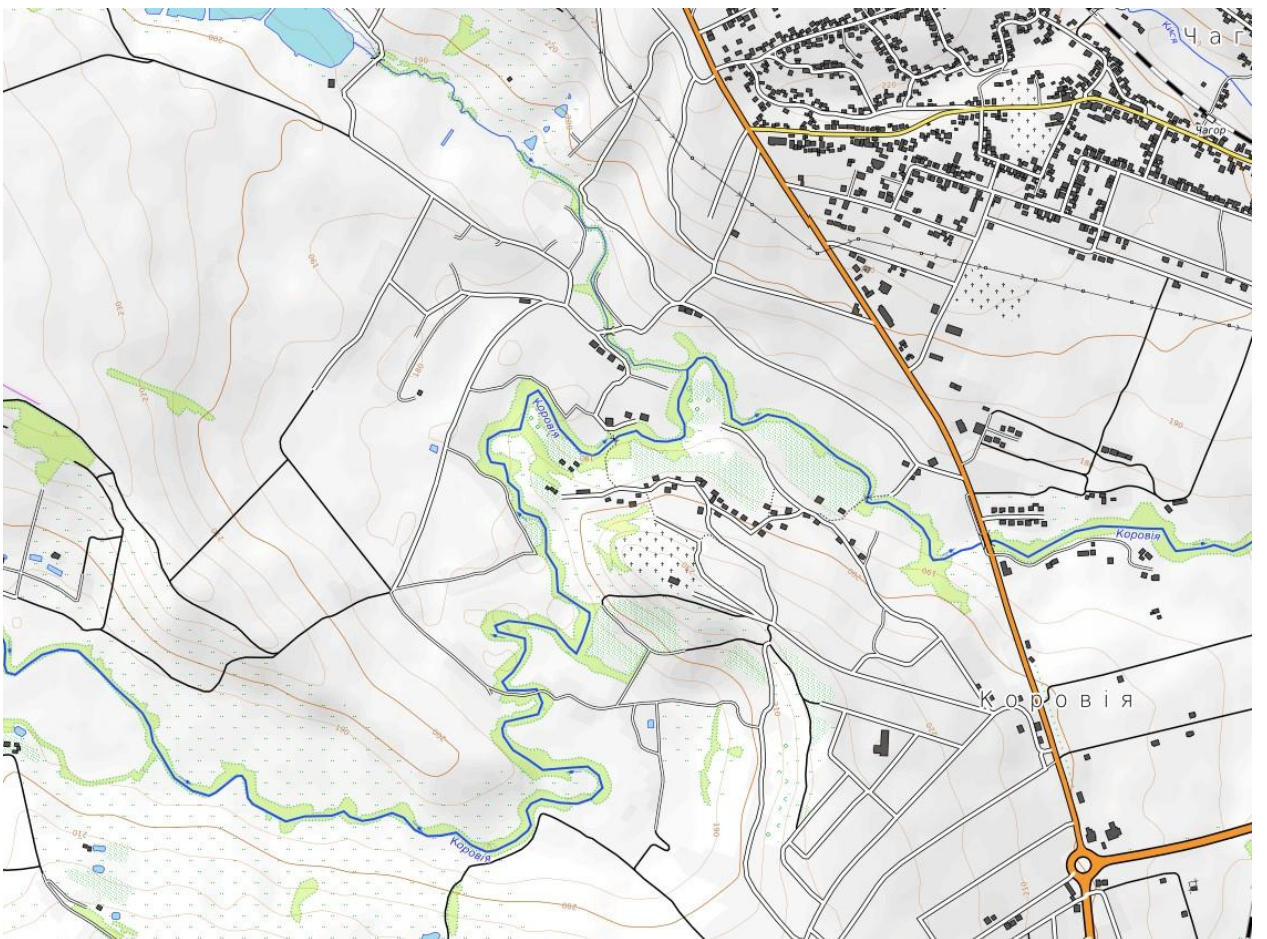




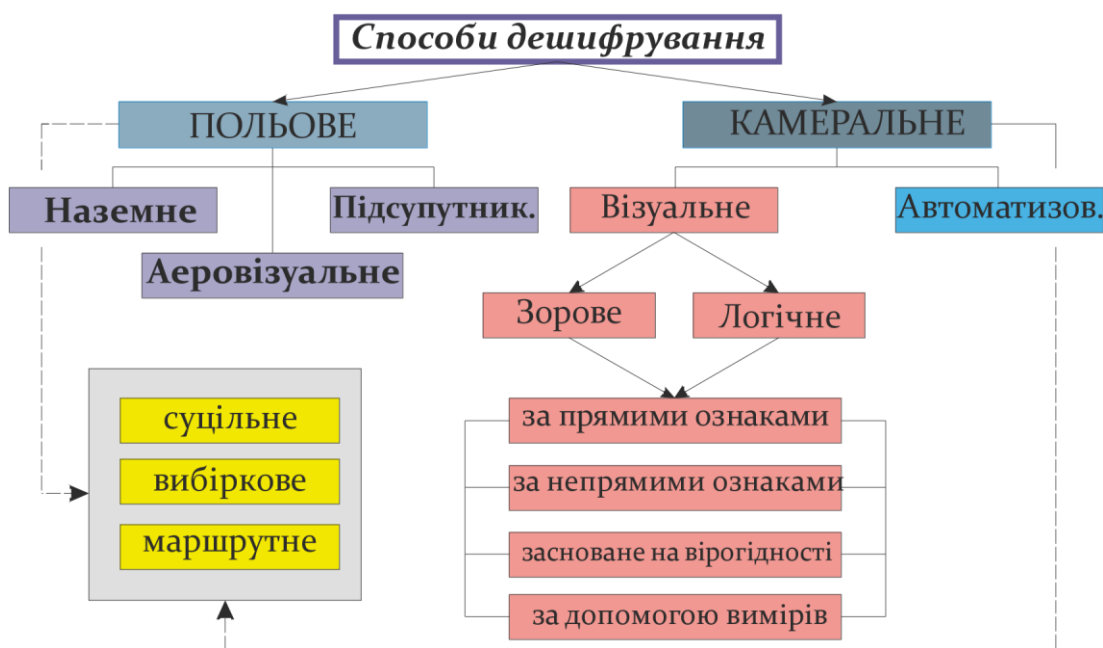
Рис. 15. Open Street Maps (OSM)

7) фото-архіви, зокрема Google Street, web-сервісу 3d-укр, Yandex-Панорама (рис. 16):



Рис. 16. Вигляд вікна web-сервісу 3d-укр

Крім того, важливою складовою був вибір критеріїв розшифровки аерофотознімків і космічних знімків. Як відомо, декодування полягає у виділенні, декодуванні та визначенні характеристик об'єктів за їх відображенням на зображенні. Для вирішення цієї мети ми обрали візуально-логічне декодування (рис. 17)



### *Рис. 17. Способи дешифрування*

Враховуючи, що ключовий аерофотознімок є результатом повторної обробки – сканування, його якість суттєво змінилася, що не дозволяє ідентифікувати всі підкатегорії земель. Також для підвищення об'єктивності розпізнавання об'єктів подальший аналіз геоінформації проводився за такими основними класами:

А) землі сільськогосподарського призначення:

А.1) багаторічні насадження;

А.2) сади (рілля, сіножаті та пасовища).

Б) водойми;

В) двори (прилегла територія та земельна ділянка під ОСГ);

Г) дорожня мережа (3 рівні);

Д) рослинний покрив (луки, чагарники).

### **3.3. Дешифрування та векторизація аерокосмічних зображень**

SAS.Планета — вільне програмне забезпечення для навігації, що поєднує в собі можливість завантаження, перегляду та аналізу карт і супутникових фотографій земної поверхні великої кількості картографічних online-сервісів.

Здійснюємо запуск програмного засобу SASPlanet. На панелі інструментів «Джерела» встановлюємо основною картою – Кадастрову карту України (міститься в розділі Локальні карти – Україна); картою, що зображується поверх основної – карту границь OSM (mapsurfer.net), що міститься в розділі OSM. Використовуючи інструмент «Операції з виділеною областю», «Прямокутна область» виділяємо фрагмент карти північної частини Глибочького району. В діалоговому вікні «Операції з виділеною областю» у вкладці «Загальне» встановлюємо умовний масштаб растрових

зображень на рівні 15 та натискаємо кнопку «Розпочати», і чекаємо завершення завантаження (рис. 18).



*Рис. 18 Завантаження растрових шарів геоприв'язаних зображень із ресурсу SASPlanet*

Для реєстрації растрового зображення в програмному продукті ArcMap потрібно було дізнатися проекцію по якій надалі потрібно буде прив'язувати знімки. Для цього було виконано наступні дії. Додав ло проекту основний шар даної території «Satellite» та натиснув «Yes» у вікні «Create pyramids» та «OK» у вікні «Unknown Spatial Reference».

В ArcCatalog відкрив контекстне меню шару «Satellite» та обрав в ньому пункт «Properties», щоб відкрити вікно властивостей шару. В розділі «Spatial Reference» натиснув кнопку «Edit», щоб розпочати редагування системи координат растру. У вікні властивостей системи координат («Spatial Reference Properties») обрав систему координат у якій було завантажено знімок та за допомогою вікна пошуку обрав «WGS\_1984». Вибравши потрібну систему координат, ознайомтеся з її властивостями в розділі «Поточна система координат:» і натисніть «OK» у вікнах «Властивості просторового посилання» та «Властивості набору растрових даних».

Потім, послідовно відкриваючи знімки з 1990 року було здійснено прив'язку. Виконав команду «Customize—> Toolbars—> Geo referencing», щоб відкрити панель інструментів просторової прив'язки (рис. 19).



Рис. 19. Вигляд панелі інструментів просторової прив'язки

Для зміни системи координат проекту знімків відкрив контекстне меню фрейму «Layers» у вікні шарів та обрав пункт «Properties». У вкладці «Coordinate System» розгорніть папку «Layers» та оберав зі списку доступних систем координат ту систему у якій було завантажено аерознімок «WGS\_1984» та натиснув «ОК». В результаті з'явилося вікно попередження про використання різних систем координат в проекті карти («Warning:»). Натиснув кнопку «Трансформації» та вибрав «WGS\_1984» у полі «Використання» вікна «Перетворення системи географічних координат» та натиснув кнопки «ОК» і «Так».

Далі я активував інструмент «Додати контрольні точки» на панелі інструментів «Географічне посилання» і знайшов ті самі точки на зображеннях 1990 і 2021 років. Для детальної прив'язки було відібрано менше 6 точок на знімку. Ці дії були виконані з 4 аерофотознімками.

Переконавшись, що прив'язка правильна, натиснув на однойменній панелі кнопку «Прив'язка до географічного розташування» та вибрав у спливаючому меню «Оновити прив'язку»..

Помилка в реєстрації не повинна перевищувати 3-4 пікселі. Якщо похибка перевищує допустиме значення, повторно зареєструємо точку, в якій спостерігається найбільша різниця. В результаті всіх цих дій ми отримуємо зареєстроване зображення (рис. 20).



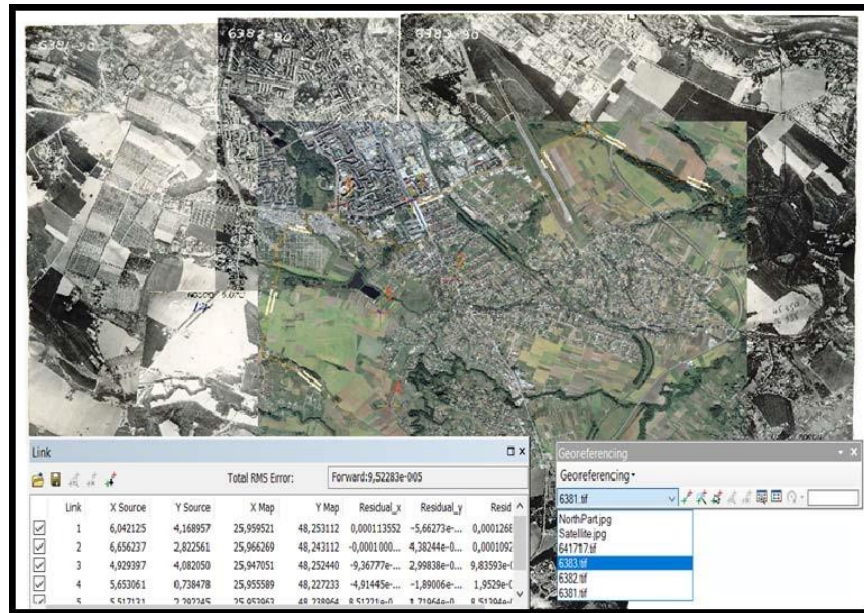


Рис. 20. Реєстрація зображення

У середовищі ArcCatalog викликав правою кнопкою миші, щоб відкрити контекстне меню робочої папки та виконав команду «Новий -> Shapefile». В результаті з'явиться вікно створення нового векторного файлу у форматі \*.shp - «Create New Shapefile». У полі «Name» вказав назву «гідрографія» та переконався що в полі «Feature Type» відображено значення «Polyline». В розділі «Spatial Reference» натиснув кнопку «Edit», щоб розпочати редагування властивостей системи координат файлу. У вікні «Spatial Reference Properties» обрав систему координат «WGS\_1984». Після вибору системи координат послідовно натиснув «ОК» у вікнах «Spatial Reference Properties» та «Create New Shapefile». У результаті виконання наведених дій у списку шарів з'явився векторний точковий файл під назвою «гідрографія».

Для початку роботи було відкрито панель редагування редагування використовуючи команду «Customize—> Toolbars —> Editor» або натиснувши кнопку «Editor Toolbar» на стандартній панелі інструментів (рис. 21).



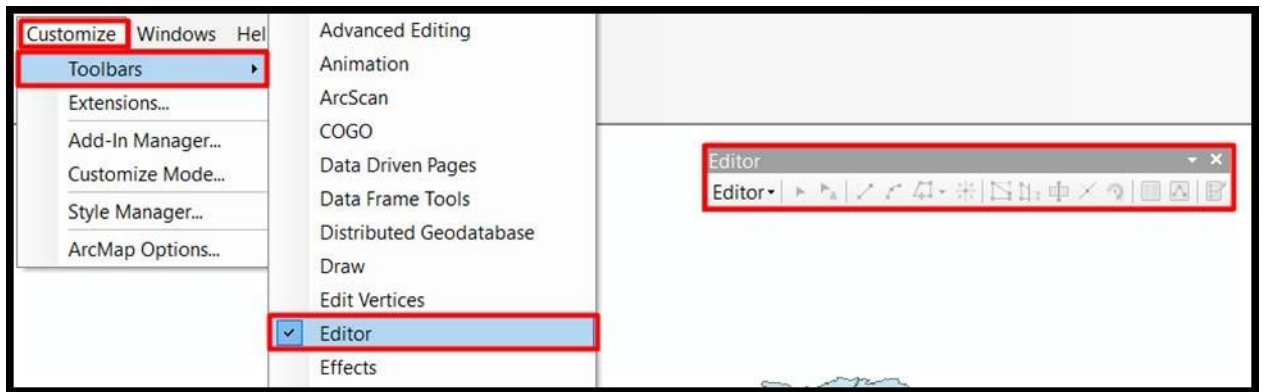


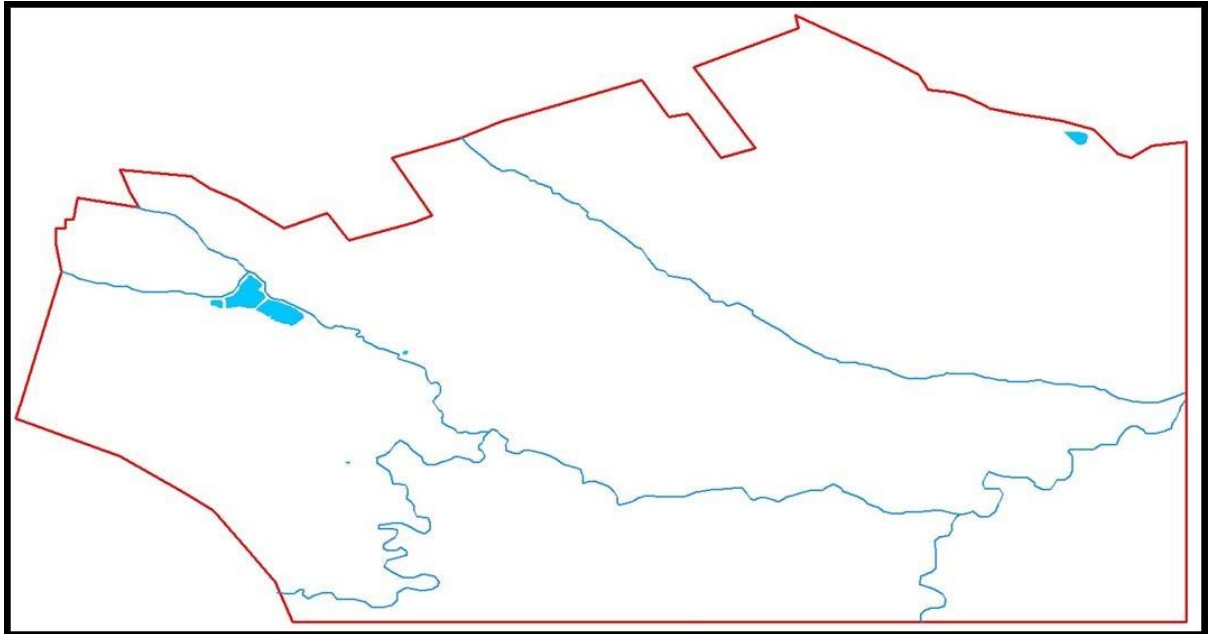
Рис. 21. Інтерфейс панелі редагування

Розпочав сеанс редагування, для цього натиснув на кнопку «Editor», щоб відкрити спливаюче меню на панелі редагування та обрав в ньому пункт «Start Editing». Для виконання редагування в ArcGIS використовуються вікна «Create Features» та «Attributes». Натиснув на кнопку «Create Features», щоб відкрити вікно створення геометричної складової векторних шарів та ознайомився з його інтерфейсом. Вікно «Create Features» розділено на дві частини, верхня відведена для вибору редагованого шару (редагуватися можуть тільки шари розташовані у одній папці), а нижня призначена для вибору інструментів редагування (розділ «Construction Tools»). Обрав у верхній частині вікна «Create Features» шар «гідрографія», щоб розпочати редагування цього шару.

Використовуючи растрову підкладку шару «Satellite» розпочинаємо візуальне дешифрування об'єктів гідрографії. Використовуючи інструменти символ, лінія та полігон, що містяться на панелі інструментів нанесемо об'єкти – мала річка(русло) та озеро, що розпізнаються на супутникових знімках за характерними ознаками, зокрема (рис. 22):

- Невелика річка (протока) зображена на космічному зображенні у вигляді звивистої смуги приблизно такої ж ширини, блакитного або світло-блакитного кольору. Частіше дешифрується в напрямку звивистої лінії на зернистому фоні лісу, вздовж русла річки, а також за обставинами на місцевості під час детального обстеження.

- Озера впізнаються по замкнутій звивистій лінії берегів, по рівномірному відтінку зображення водної гладі.

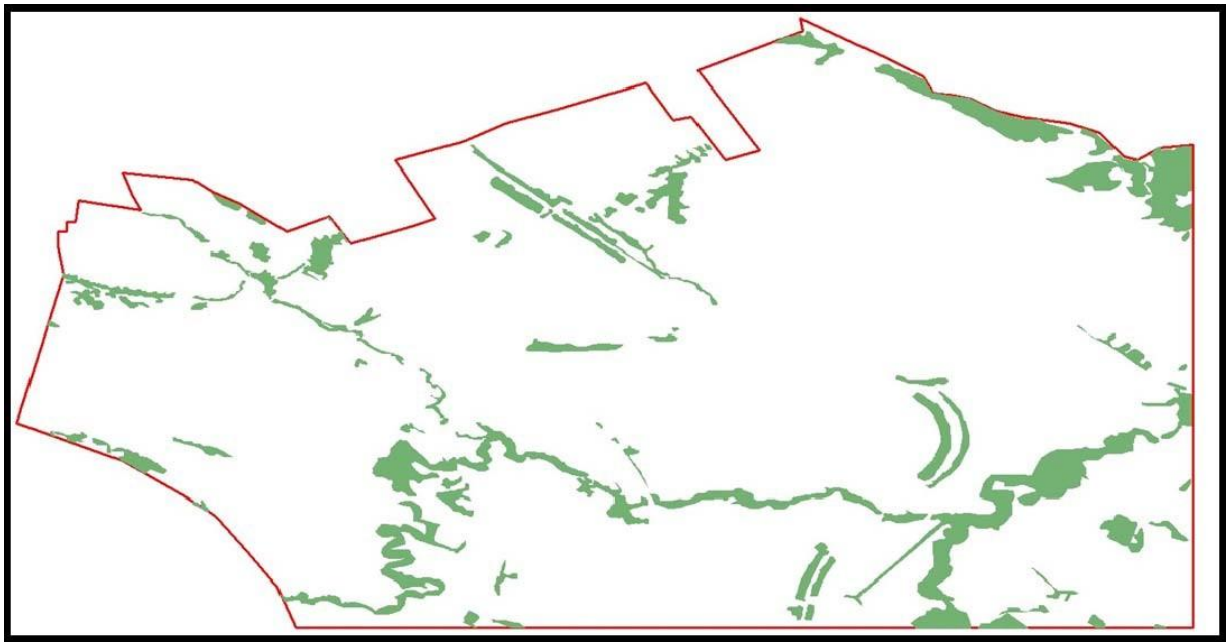


*Рис. 22. Гідрографія*

Зробивши ідентичні дії із створенням векторного файлу, було створено шар «рослинність», для якого відображеним значенням було «Polygon».

Активізуючи косметичний шар на панелі інструментів «Create Features», використовуючи растрову підкладку шару «Satellite» розпочнемо візуальне дешифрування об'єктів рослинного покриву (рис. 23).

- Ліси зображуються зеленим кольором, породи дерев не виділяємо.
- Степова трав'яна рослинність з рідколіссям зображується однорідним світло зеленим відтінком з розкиданими світлішого зеленого крупними зернами крон дерев і темними штрихами від них. Степова трав'яна рослинність представлена відносно рівномірним світло-зеленим відтінком, світлішим на висотах, темнішим у низинах.



*Рис. 23. Рослинний покрив*

Наступний етап векторизації передбачає побудову лінійних об'єктів. В середовищі ArcCatalog створив новий шар, повторюючи послідовність кроків здійснену при створенні точкового шару. Але тепер, у якості назви файлу (поле «Name») вказав значення «дорожня мережа», а у списку «Feature Type» - обрав пункт «Polyline». У вікні налаштування системи координат можна натиснути на стрілку біля кнопки «Add Coordinate System», обрав у спливаючому меню пункт «Import» та вказав шлях до шару «Satellite». В результаті система координат буде одразу імпортована з вказаного шару, що усуне необхідність її пошуку в загальному переліку систем координат. Завершивши налаштування нового файлу натиснув кнопку «ОК», в результаті буде створено векторний лінійний шейп файл у якому буде міститися дорожня мережа північної частини Глибоцького району.

Відкрив таблицю атрибутів шару «дорожня мережа» та натиснув кнопку «Add Field» у відповідному меню. У вікні створення нового поля вказав у полі «Name» значення «Rank», а у списку «Type» залишив значення «Short Integer» та натиснув кнопку «ОК». У створене поле буде записуватися значення рангу векторизованих доріг, щоб в подальшому їх можна було відобразити на карті за допомогою різних символів. Дорожню мережу було поділено на 3 типи (дороги з покращеним покриттям, дороги з покриттям та

залізнична колія). Закрив таблицю атрибутів та розпочав сеанс редагування шляхом виконання команди «Editor—» Start Editing». У вікні «Create Features» обрав шар «дорожня мережа» та розпочав векторизацію. Процес векторизації передбачає послідовне вказування лівою кнопкою миші вузлових (поворотних) точок векторизованої лінії, такі дії які було проведено із шаром «гідрографія». Щоб завершити процес векторизації лінійного об'єкту достатньо здійснити подвійний клік лівою кнопкою миші або обрати в контекстному меню інструменту «Line» пункт «Finish Sketch» (або натиснути на клавіатурі кнопку «F2»). Після цього відобразив на екрані вікно «Attributes» та вказав у полі «Rank» числове значення рангу векторизованої дороги. Векторизувавши перший елемент дорожньої мережі та вказавши його атрибути виконав команду «Customize—» Toolbars —»Snapping». Ознайомився з інтерфейсом панелі інструментів «Snapping», яка дозволяє виконувати налаштування опцій прилипання векторних елементів. Виконуючи векторизацію дорожньої мережі (та будь-яких інших лінійних об'єктів) варто дотримуватись наступних правил:

- векторизована лінія повинна проходити якомога ближче до центру (середини) векторизованого об'єкту;
- векторизацію варто виконувати в масштабі крупнішому ніж масштаб у якому на вашу думку буде переважно використо-вуватись створюваний шар; - варто намагатися якомога точніше повторювати форму векторизованої лінії, що зумовлює потребу у достатньо щільному розміщенні вузлових точок;
- між окремими лініями не повинно бути проміжків (за умови, що цих проміжків немає на реальній території), для цього варто використовувати засоби прилипання (кнопка «Edge Snapping» повинна бути активною).

Якщо одна з вузлових точок встановлена невірно її створення можна відмінити комбінацією клавіш «Ctrl+Z». За потреби ви-далення всієї незавершеної лінії можна викликати через контекстне меню команду «Delete Sketch» або скористатись комбінацією клавіш «Ctrl+Del». Редагування вузлів

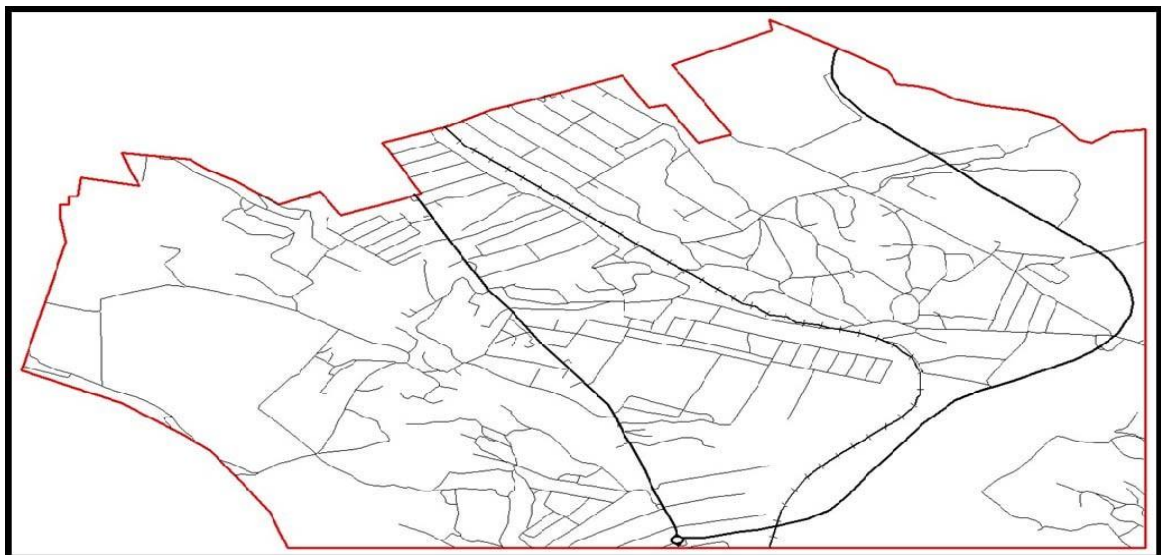
лінії можливе і після її створення, для цього потрібно подвійним лівим кліком миші виділити лінію інструментом «Edit Tool» та за потреби змінити, додати або видалити вузли лінії. Окрім цього через панель редагування можна відкрити вікно перегляду координат вузлів виділеної лінії (кнопка «Sketch Properties»). Виконуючи векторизацію не забув час-від-часу зберігати результати виконуючи команду «Editor —» Save Edits». Після завершення векторизації дорожньої мережі північної частини Глибоцького району відкрив таблицю атрибутів шару «дорожня мережа» та переконався у тому, що в ній відсутні об'єкти з незаповненим полем «Rank» (рис. 24).

Застосування дорожньої мережі здійснювалося з дотриманням ряду вимог:

- всі магістралі, що підходять до населених пунктів, не повинні містити розривів на території населених пунктів будь-якого типу. Утримання мережі вулиць у всіх населених пунктах є обов'язковим;
- готується вся мережа доріг, що міститься в листах вихідної карти; благоустрій ґрунтових та ґрунтових доріг через міста не проводиться,
- не через усі населені пункти пролягають польові дороги;
- всі дороги з'єднані поромами, переправами, бродами, тунелями, мостами;
- з'їзди готуються лінійними об'єктами, якщо з'їзд наближається до будівлі
- або має довжину більше 1 мм, позначається дорогою;
- автомобільні дороги з'єднуються через населений пункт на магістраль подорожі, а за його відсутності - найкоротший;
- дорожня мережа повинна відповідати міжнародним вимогам ланцюг-вузлової структури.

Дороги характеризуються досить крутими поворотами, помітною крутизною підйомів і спусків, різними кутами сполучення (у тому числі прямими) з іншими дорогами. Чіткі контури, постійна і значна ширина, довгі прямі ділянки з помітними смугами відчуження (які значно поступаються за шириною залізничним) відрізняють магістралі та магістралі. Відтінок зазвичай залежить від матеріалу покриття, і може бути темно-оранжевим (асфальт), оранжево-світло-помаранчевим (бетон) і світло-оранжевим. Лінії доріг часто виділяють деревними насадженнями, за якими можна визначити вік дороги. Автомагістралі відрізняються від інших магістралей більшою шириною смуги, наявністю окремої смуги (часто покритої рослинністю, яка додає темну тінь посеред дороги), відсутністю прямих перехресть з іншими дорогами, наявністю шляхопроводів та дороги, спеціальні розв'язки у вигляді «кленового листа» поблизу населених пунктів.

Для ґрунтових доріг характерні звивисті контури, розгалуження, коливання ширини (наявність об'їздів і роздвоєння), перетин з невеликими перешкодами (яри, мілководні річки) без насипів і мостів. Відтінок зображення, як правило, чорний і залежить в основному від характеру ґрунтового покриву.



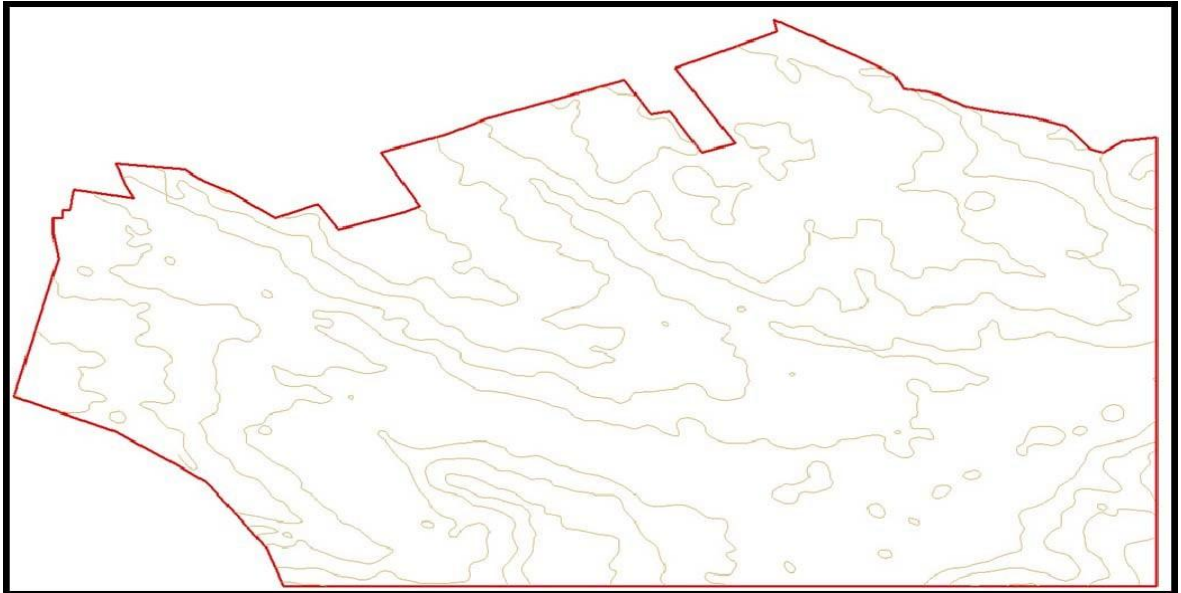
### *Рис. 24. Дороги*

Після завершення векторизації дорожньої мережі даної території необхідно візуалізувати її з урахуванням того, що в шарі «дорожня мережа» дороги поділені на три ранги. Відкрив вікно властивостей шару «дорожня мережа» та перейшов у вкладку «Symbology».

У розділі «Показати:» я вибираю, як відобразити шар «Категорії—» Унікальні значення». Цей спосіб відображення дозволяє присвоїти індивідуальний стиль візуалізації кожному унікальному значенню з таблиці атрибутів. В полі «Value Field» обрав значення «Rank» та натиснув на кнопку «Add All Values», щоб додати дані з таблиці атрибутів. Після цього, кожному рангу присвоїв своє візуальне відображення.

Горизонталі на карті зображуються коричневим кольором і характеризуються завивистими контурами (рис. 25).

Сутність способу зображення рельєфу горизонталями, полягає в тому, що всі нерівності місцевості відображаються кривими замкненими лініями, що з'єднують точки цих нерівностей, які мають однакову висоту над рівнем моря. Ці лінії проводять через визначені проміжки по висоті, наприклад, через 5, 10 або 20 м. Таку умовну лінію можна уявити собі на місцевості як шлях руху пішохода, який йде безспуску і підйому по горі або лощині на визначеній висоті над рівнем моря.

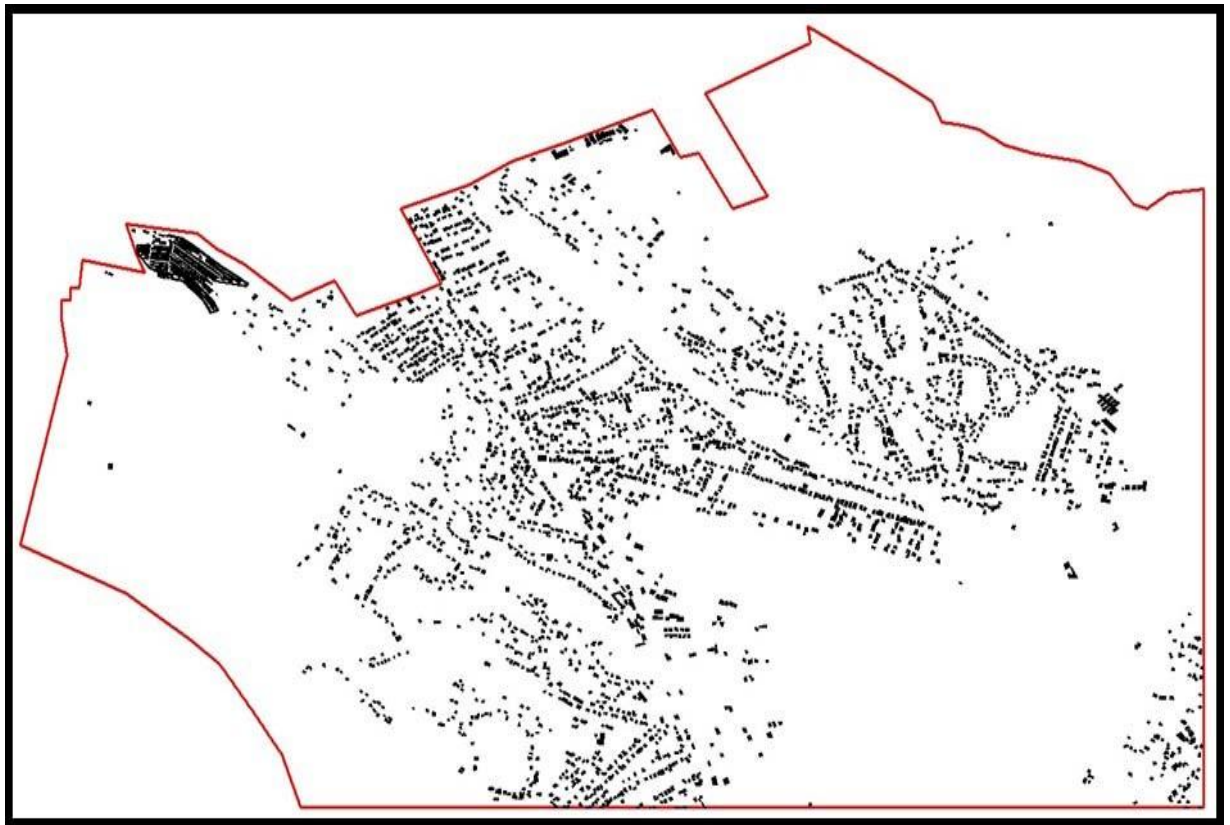


*Рис. 25. Рельєф*

Забудова є одним з найважливіших елементів на місцевості і має величезне господарське і військове значення. Кількість, характер і розміри забудованих об'єктів, розташованих на тій або іншій території, визначають її обжитість, а також ступінь господарського і культурного освоєння (рис. 26).

Заставою правильної генералізації зображення забудови є попереднє вивчення укладачем особливостей їхнього планування і щільності забудови, зв'язку з рельєфом, річковою мережею і дорогами, а також установлення їхніх назв, типу й адміністративного значення.

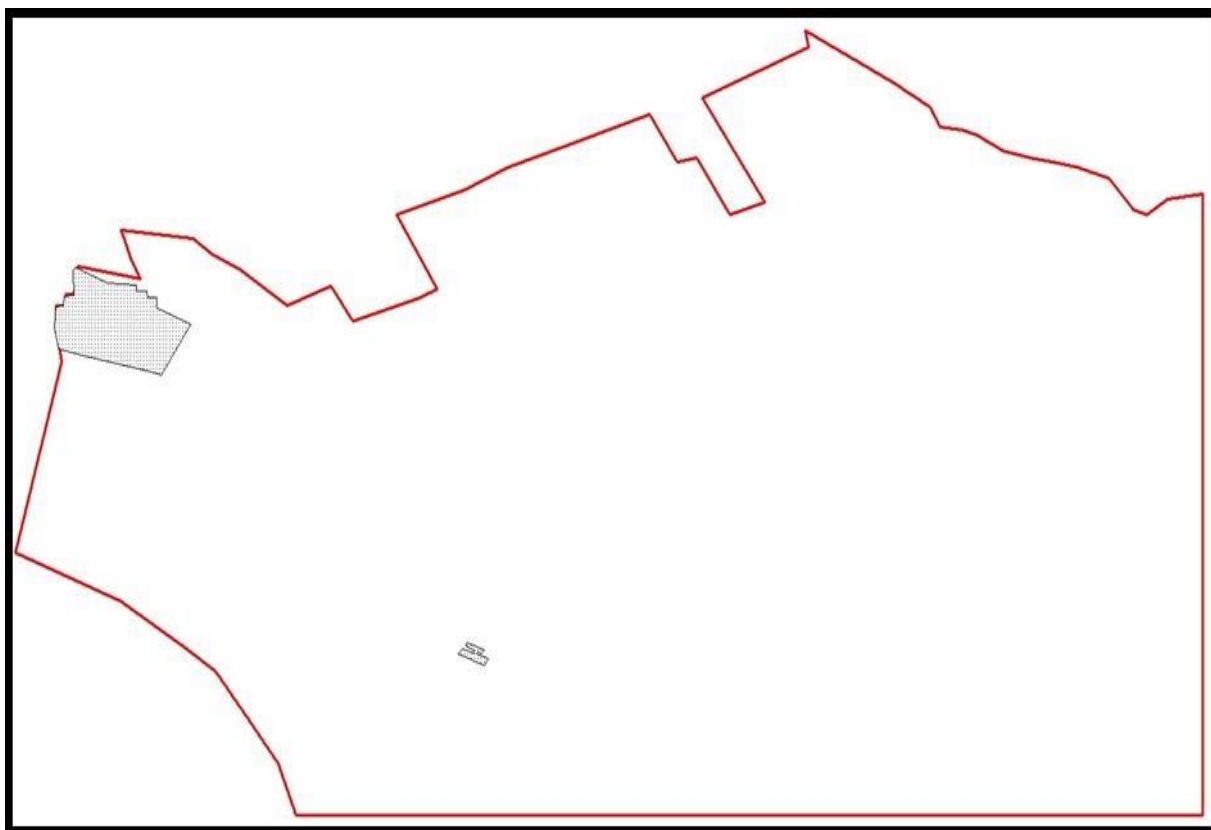




*Рис. 26. Будівлі та споруди*

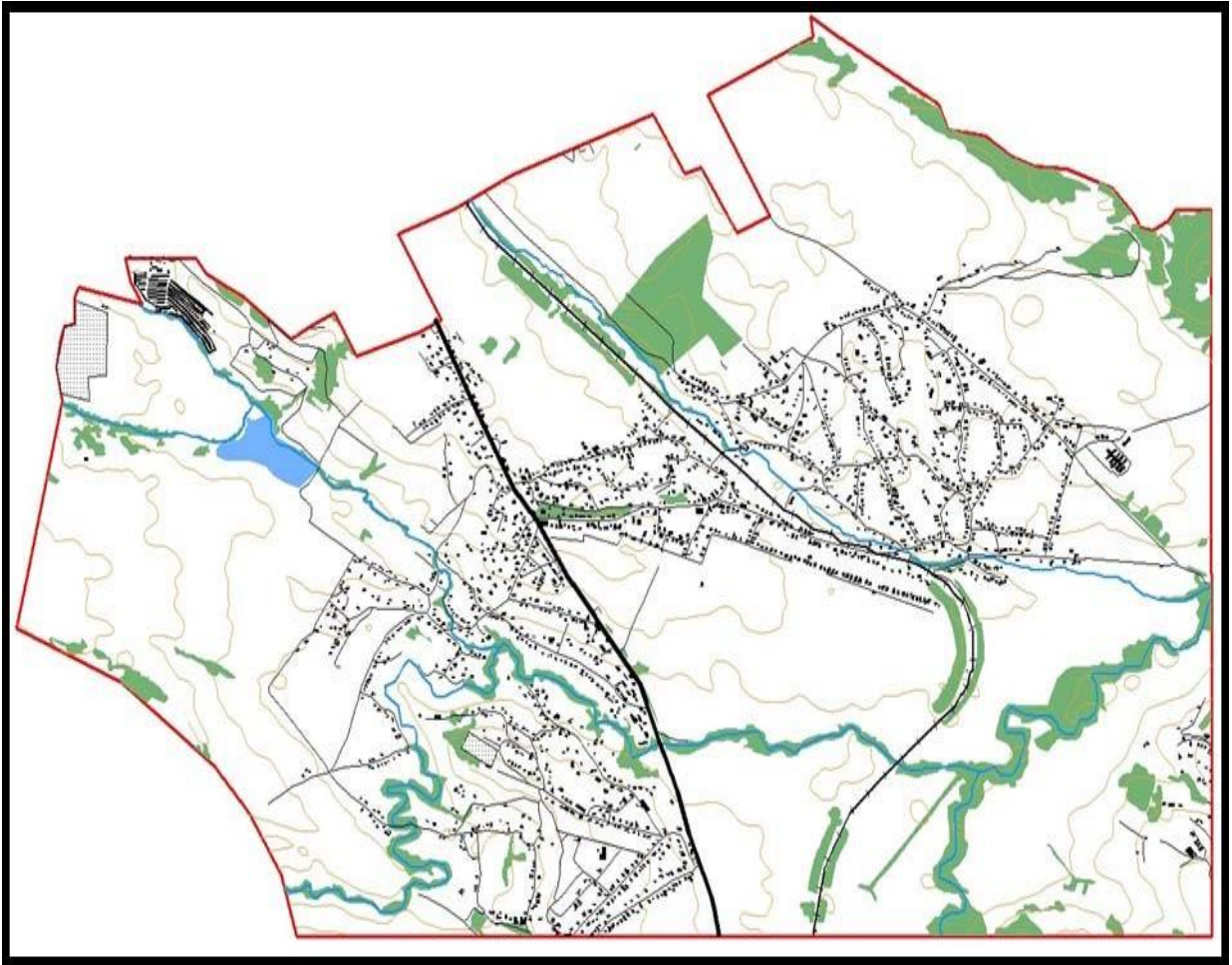
Використовуючи попередньо набуті навички створив новий шар в форматі \*.shp. В полі «Name» вікна «Create New Shapefile» вказав значення «забудова», а в полі «Feature Type» - «Polygon». Систему координат для шару імпортував з файлу «Satellite». Створений шар буде призначений для запису меж будівель північної частини Глибоцького району. Розпочав сеанс редагування та обрав у вікні «Create Features» шар «забудова». Використовуючи інструмент «Polygon» з розділу «Construction Tools» розпочав векторизацію. В процесі векторизації варто дотримуватись вищезгаданих правил, а також за потреби використовувати засоби контекстного меню інструменту «Polygon» (ці засоби подібні до засобів контекстного меню інструменту «Line»). Щоб завершити процес векторизації межі будівлі достатньо здійснити подвійний клік лівою кнопкою миші або обрати в контекстному меню інструменту «Polygon» пункт «Finish Sketch»

(або натиснути на клавіатурі кнопку «F2»). Виконавши векторизацію виконав команду «Editor —» Stop Editing», щоб завершити сеанс редагування. Також на карті зображено кладовище, за допомогою полігону (рис. 27).



*Рис. 27. Кладовище*

Після дешифрування основних об'єктів на знімку та надання всім шарам прийнятих значень відображення було збережено файл сформованої цифрової моделі місцевості (рис. 28).

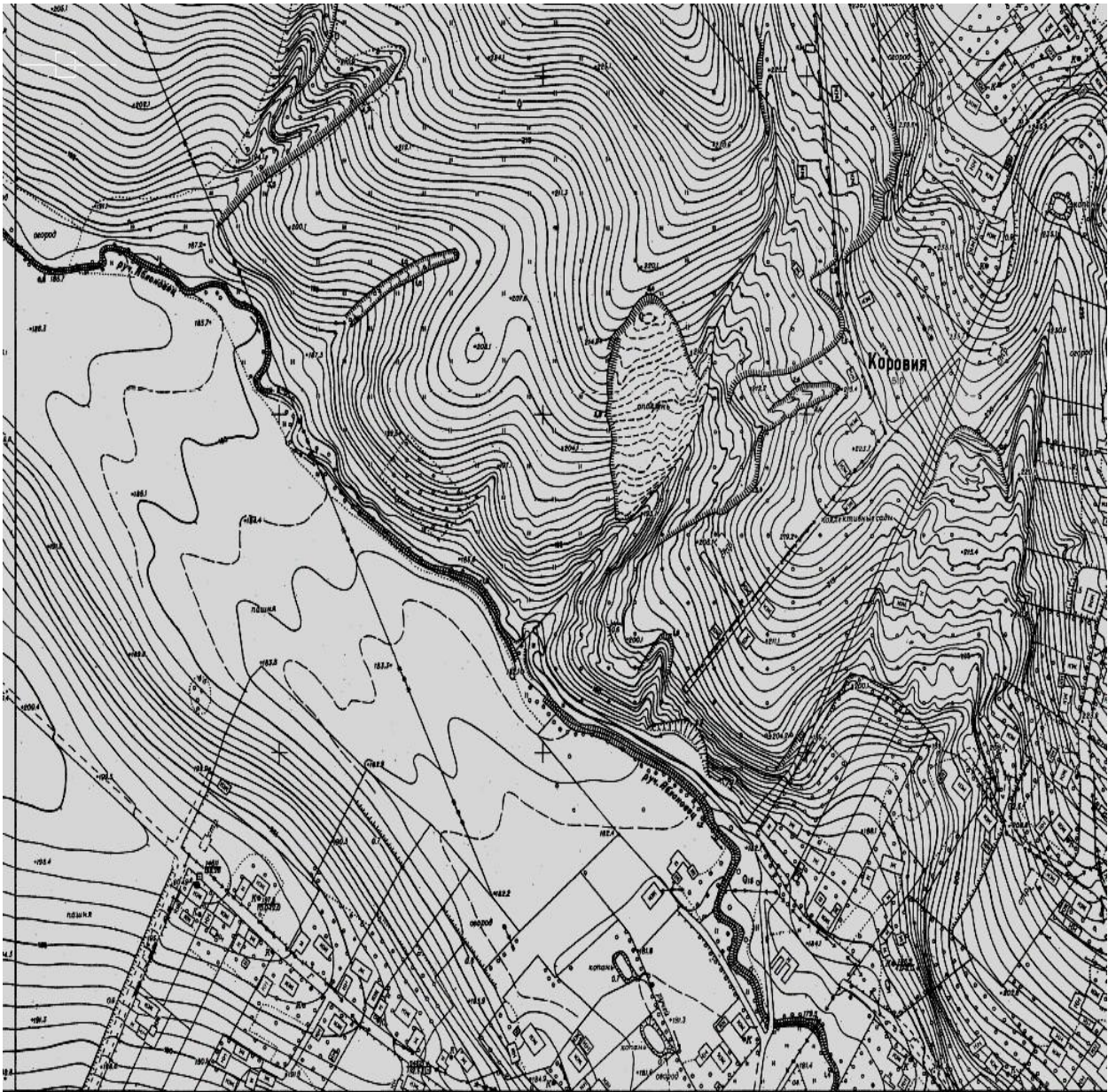


*Рис. 28. Сформована цифрова модель місцевості*

### **3.4. Створення 3D-моделі території с. Коровія**

Для того щоб створити базову географічну базу, яка буде формувати цілісний топографічний план досліджуваної території, необхідні знання ГІС – ArcGIS 10.5 та вихідні дані. У данму випадку вихідними даними буде растрове зображення (масштаб топоплану 1:2000) території села Коровія та околиць, де знадобиться інформація, що на ньому зображена (рис. 29)

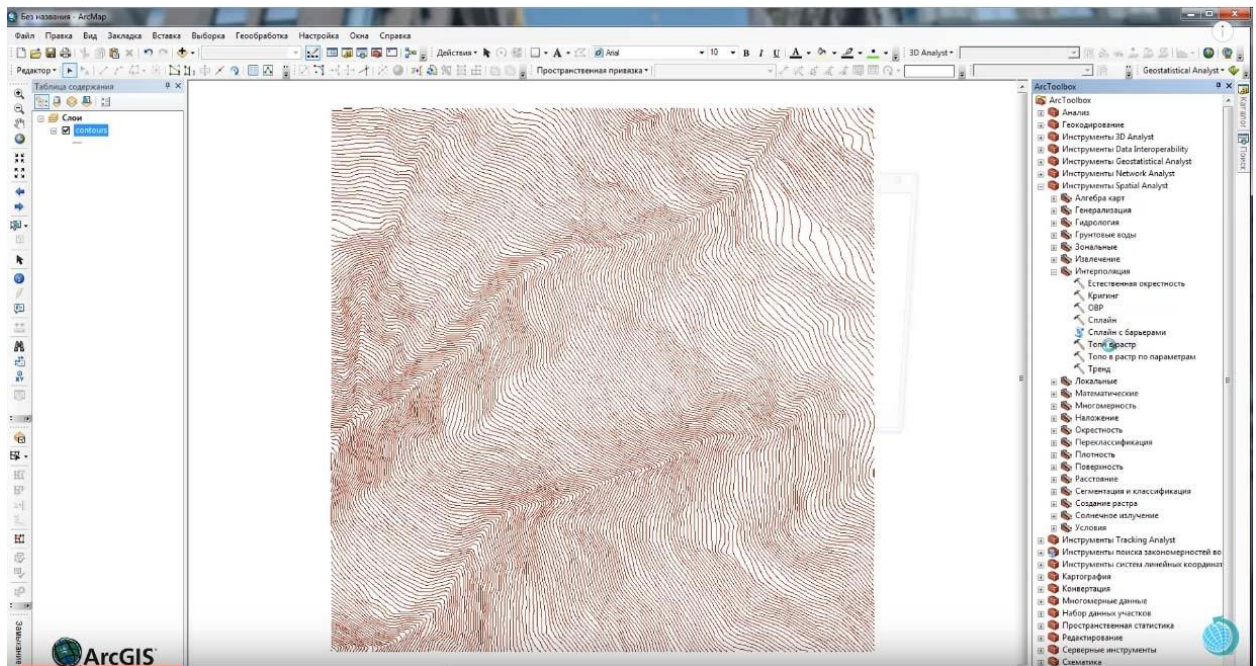




*Рис. 29. Растрова основа масштабу 1:2 000*

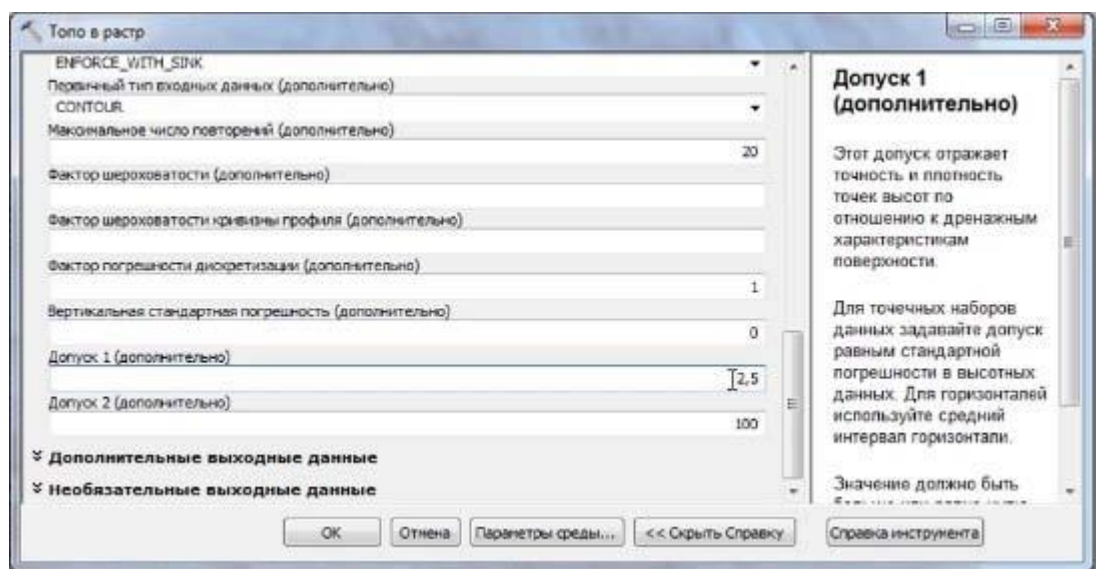
Для початку завантажуюємо наш шар поверхні рельєфу. У ArcScene наша карта спочатку виглядатиме так. Після чого векторизуємо горизонталі, таким чином щоб одночасно додавалась атрибутивна інформація про абсолютні висоти ізоліній над рівнем моря. Так як ця частина включала значний об'єм робіт, то ми у нашому проектуванні зупинилися лише на аркуші №223. У підсумку ми отримали векторні шари ізолінійної поверхні із необхідною для нас інформацією (рис. 30).





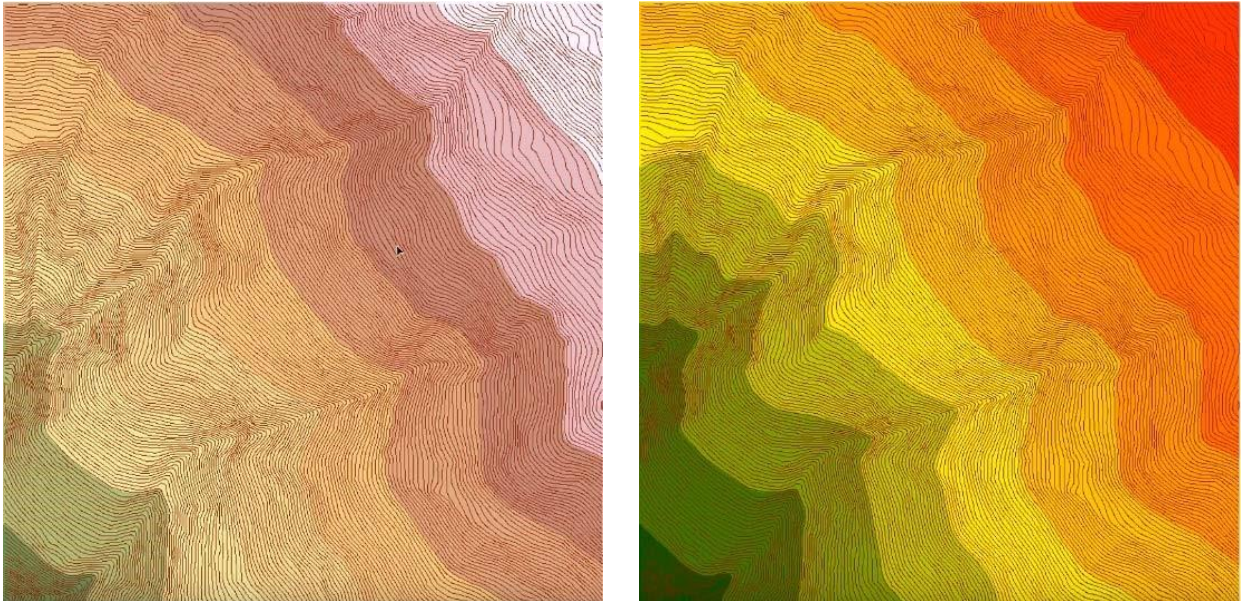
*Рис. 30. Векторизовані шари ізолінійної поверхні*

Після виконання проведених маніпуляцій, цей формат також необхідно відконвертувати, використовуючи функцію СпецАналіз, зокрема Топо в Растр. Обов'язковою умовою є вказування допуску перерізу рельєфу, де ми зазначили 2,5 метри (рис. 31).



*Рис. 31. Використання функції Топо в растр*

За допомогою інструменту шкали висот, змінюємо градієнт відображення ізолінійної поверхні (рис. 32)



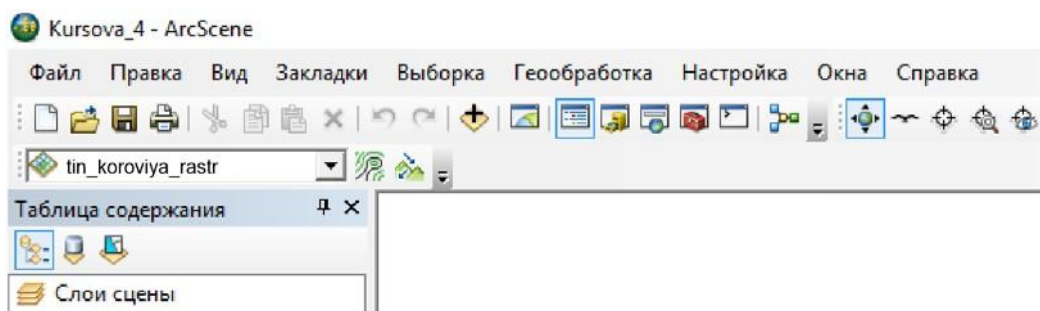
*Рис. 32. Зміна відмивки ізолінійної поверхні*

Ми використали програму ArcScene, викликану з панелі інструментів 3D Analyst, щоб побудувати 3D-модель досліджуваної області (рис. 33).



*Рис. 33. Кнопка виклику на панелі інструментів ArcScene*

Вікно 3D Analyst ArcScene, подібне до вікна ArcMap, до нього також можна додати будь-які шари (рис. 34).



*Рис. 34. Вікно ArcScene*

Спочатку потрібно завантажити власне поверхневий шар - або отриманий раніше TIN або GRID, результат буде приблизно таким же. Після додавання шару до проекту ArcScene завантажте легенду. lyr, попередньо збережений в ArcMap. Потім перейдіть до властивостей теми на вкладці Base



Heights. Тут нам потрібно задати, по-перше, базову поверхню (GRID або TIN), а по друге - Z-фактор - співвідношення горизонтального і вертикального масштабів (рис. 35).

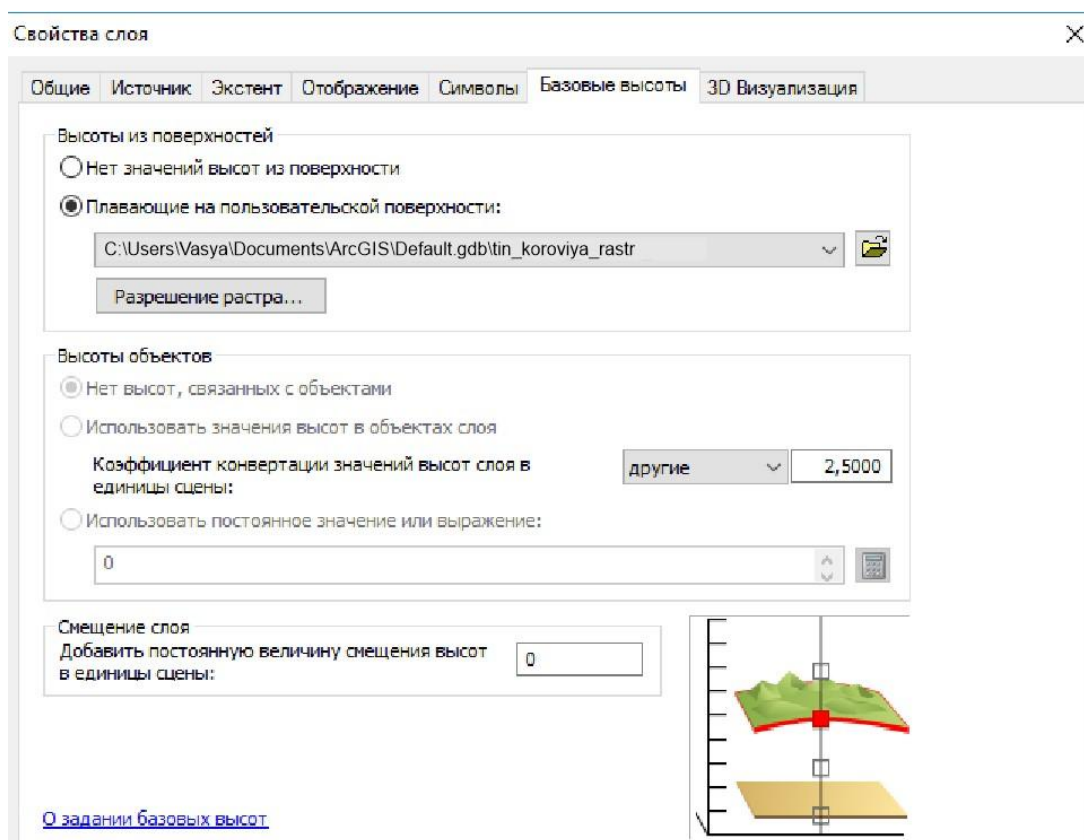


Рис. 35. Вікно установки 3-Д – параметрів моделі

Для экспорту результатів, використовуємо контекстне меню програми, яке відображене на рис. 36.

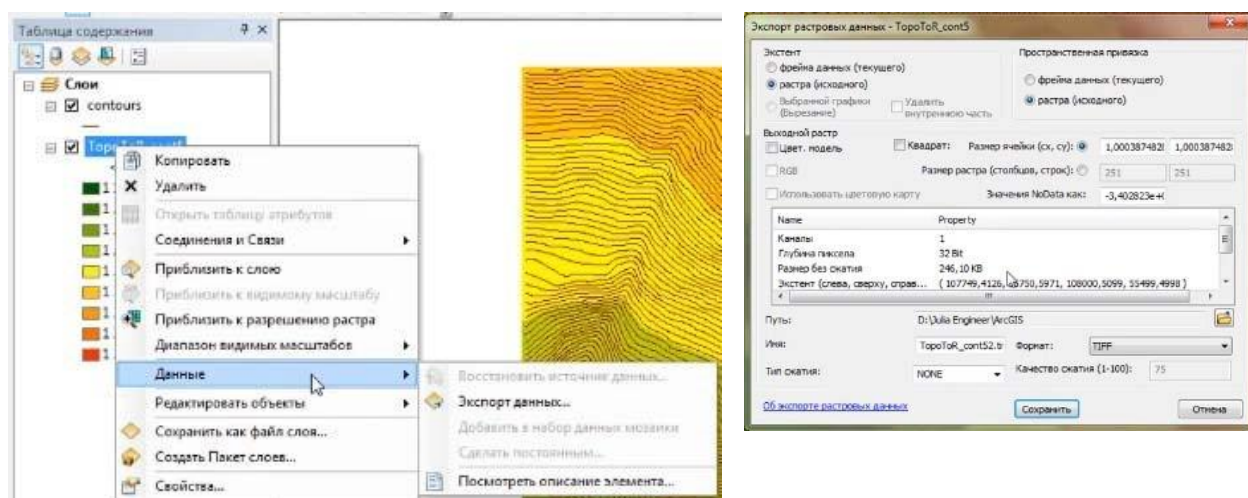


Рис. 36. Экспорт TIN-модели у середовище ArcScene

Після зазначених вище маніпуляцій наша поверхня набула

тривимірний вигляд із відображення шкали висот у лівому вікні програми ArcScene (рис. 37, 37).

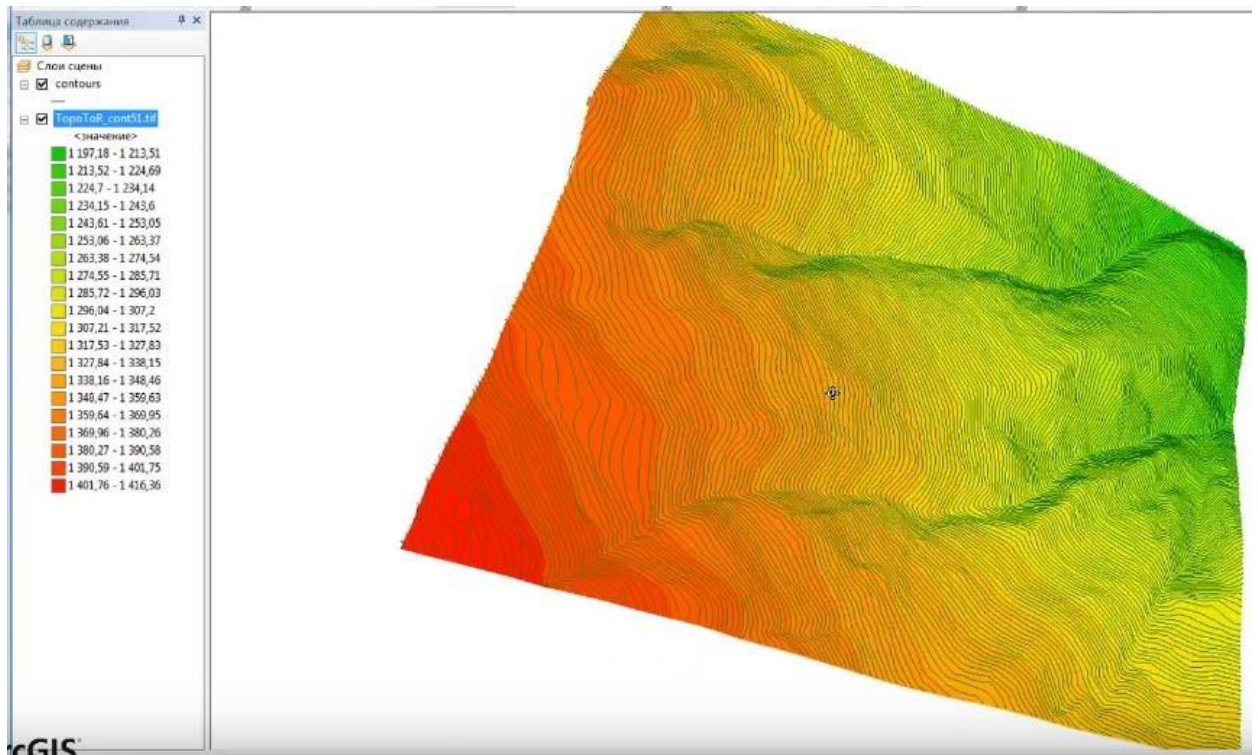


Рис. 37. Створена 3D-модель рельєфу

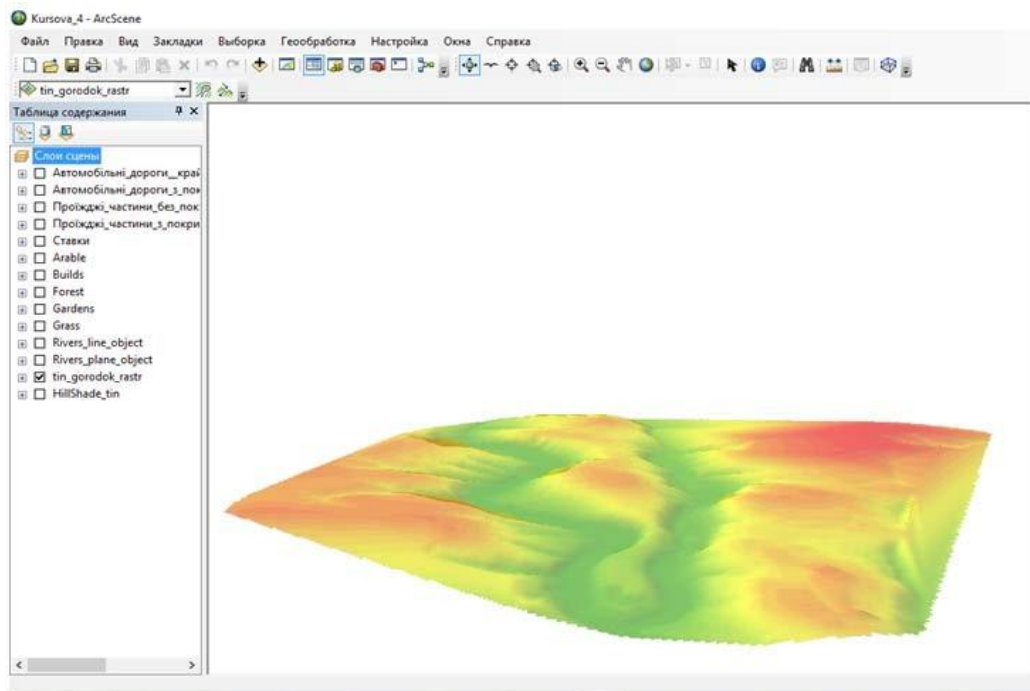
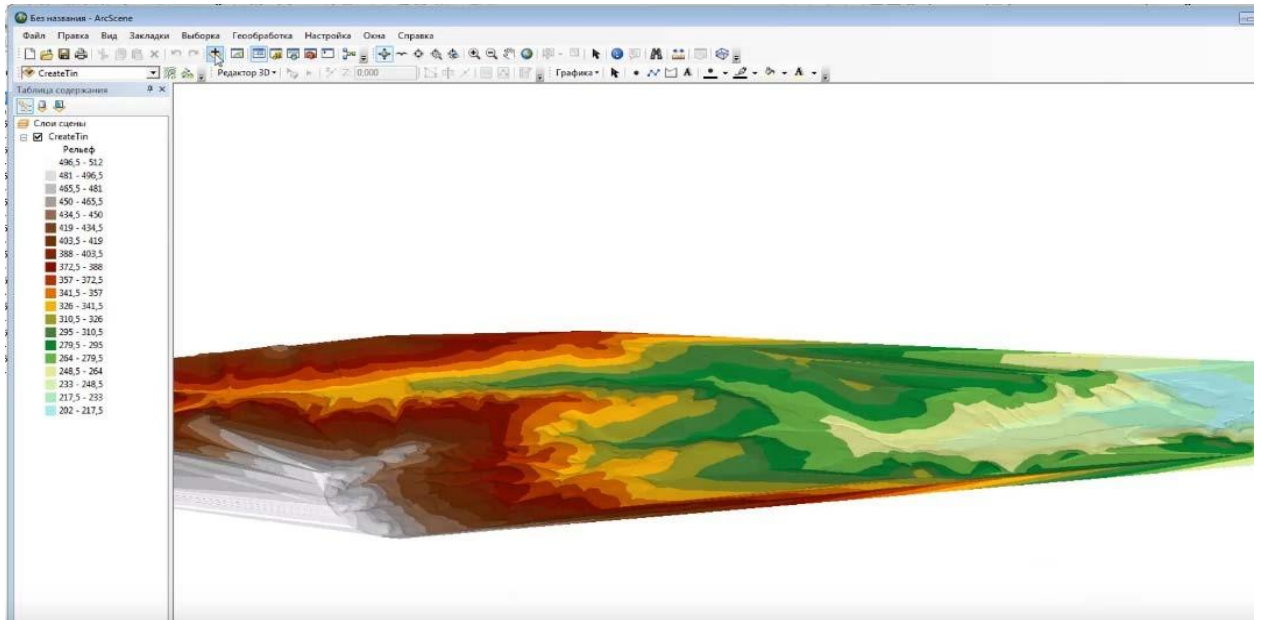


Рис. 38. Формування поверхні без ізоліній



Ця модель є початковим та основним продуктом 3Д-візуалізації, подальші дії виконують з метою покращення візуального сприйняття, зокрема формування реалістичного виду рельєфу (рис. 39).



*Рис. 39. Формування реалістичного зображення*

Для підкреслення пластичності основних та мікро форм рельєфу, знову накладаємо горизонталі (рис. 40)

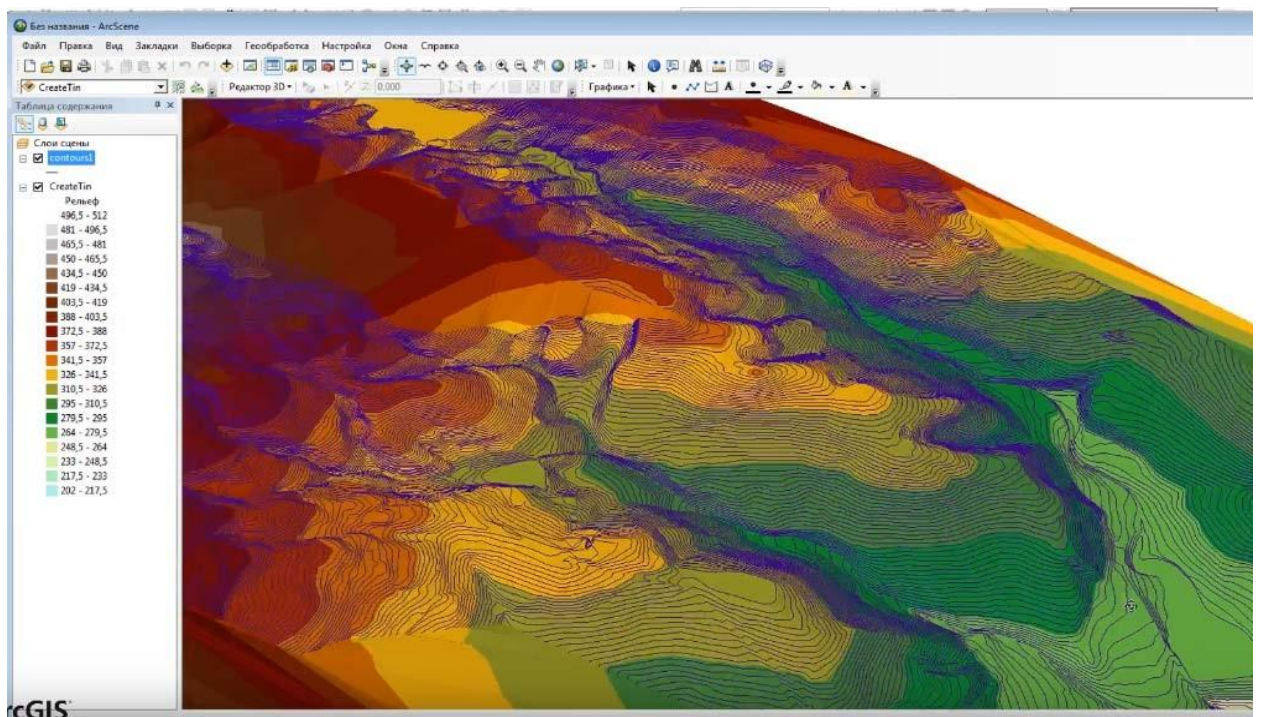
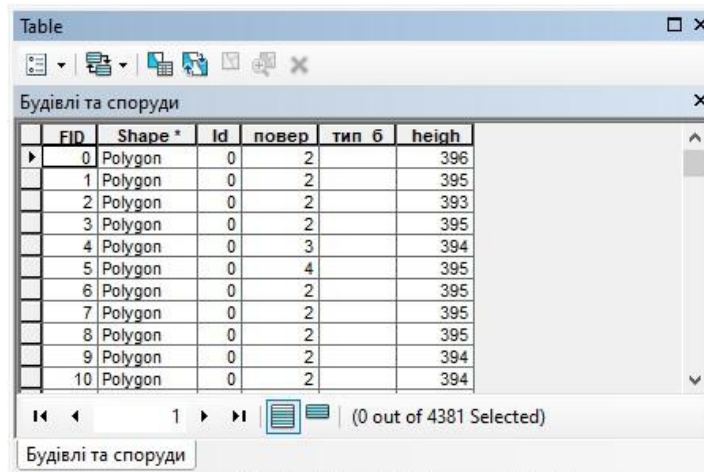


Рис. 40. Відображення пластичності рельєфу

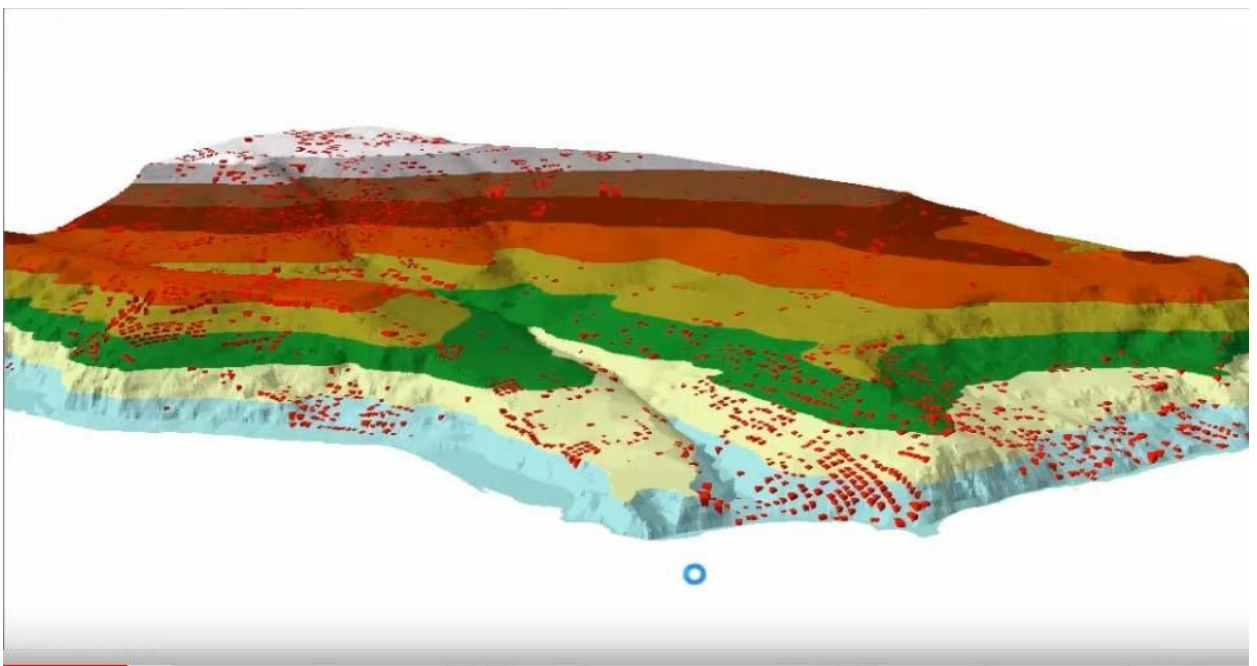
Для створення 3D-моделі будівлі та вираження інших шарів на 3D-моделі території необхідно мати Shape – файл, дані атрибутів якого повинні містити інформацію про висоту об'єкта. У нашому випадку ми отримуємо інформацію про поверховість кожного з будинків (рис. 41).



FID	Shape *	Id	повер	тип б	heigh
0	Polygon	0	2		396
1	Polygon	0	2		395
2	Polygon	0	2		393
3	Polygon	0	2		395
4	Polygon	0	3		394
5	Polygon	0	4		395
6	Polygon	0	2		395
7	Polygon	0	2		395
8	Polygon	0	2		395
9	Polygon	0	2		394
10	Polygon	0	2		394

Рис. 41. Атрибутивна таблиця із шаром «Будівель та споруд»

Далі запустив ГІС продукт ArcScene і додав до нашого робочого файлу шар «Будівлі та споруди», а також нашу попередньо створену цифрову модель місцевості (рис. 42).



### **Висновки до розділу 3**

У третій частині магістерської роботи ми дослідили загальну характеристику досліджуваної території. Територія вирізняється значним різноманіттям природно-господарських комплексів (рослинного покриву, водних об'єктів, забудованих земель тощо), які знайшли своє відображення на картматеріалах.

На частину території с. Коровія у 1990 році, у рамках картографування м. Чернівці та прилеглих територій було складено топографічний план масштабу 1:2 000. При цьому вся територія села (1039,2 га) повністю покривається лише аркушами масштабу 1:10 000.

У якості інструментального засобу, було обрано програмний продукт ArcGIS компанії ERSI, а саме один з її компонентів ArcMap 10.5. Прийняте рішення щодо роботи в даній програмі базувалось на її зрозумілому інтерфейсі та панелі інструментів, в зручній роботі з створення та редагування шарів, що на мою думку зменшило кількість затраченого часу на проектування.

Ми визначили прикладні особливості узагальнення об'єктів, процесів та явищ, які зосереджені на території пересічного населеного пункту Чернівецького району. Ми змогли віддешифрувати гідрографічні елементи місцевості, такі як: водосховища, ставки, ріборозплідники та річки. Забудову населеного пункту, під час якого було виявлено значне збільшення будівель та споруд на даній території. Та відповідно до цього дорожню мережу, яка включає у себе: автомобільні дороги з покращеним покриттям, автомобільні дороги з покриттям, автомобільні дороги без покриття, ґрунтові дороги, польові дороги та пугівці і залізничну мережу, після чого було визначено протяжність кожної з них. Також ми оновили ґрунтово-рослинний покрив даної місцевості, використовуючи космоснімки.

Завершальним етапом, було заповнення атрибутивні таблиці шарів: горизонталі та точки висот, що дало змогу створити цифрову модель рельєфу території проектування, внаслідок якої ми зробили тематичну карту рельєфу даної території. А також по цих даних побудували 3D-модель території проектування.

## Висновки

Таким чином, в ході проектування ми отримали низку висновків, які є результатом наукових знань. Так, ми ознайомилися з теоретико-методичними засадами складання топографічних карт і планів. Вибрано найважливіші методи та підходи узагальнення, за якими виявлено його особливості.

При виборі об'єкта проектування, ми зупинилися на території с. Коровія Чернівецького району. Територія вирізняється значним різноманіттям природно-господарських комплексів (рослинного покриву, водних об'єктів, забудованих земель тощо), які знайшли своє відображення на картматеріалах.

На частину території с. Коровія у 1990 році, у рамках картографування м. Чернівці та прилеглих територій було складено топографічний план масштабу 1:2 000. При цьому вся територія села (1039,2 га) повністю покривається лише аркушами масштабу 1:10 000.

У якості інструментального засобу, було обрано програмний продукт ArcGIS компанії ERSI, а саме один з її компонентів ArcMap 10.5. Прийняте рішення щодо роботи в даній програмі базувалось на її зрозумілому інтерфейсі та панелі інструментів, в зручній роботі з створення та редагування шарів, що на мою думку зменшило кількість затраченого часу на проектування.

Ми визначили прикладні особливості узагальнення об'єктів, процесів та явищ, які зосереджені на території пересічного населеного пункту Чернівецького району. Ми змогли віддешифрувати гідрографічні елементи місцевості, такі як: водосховища, ставки, риборозплідники та річки. Забудову населеного пункту, під час якого було виявлено значне збільшення будівель та споруд на даній території. Та відповідно до цього дорожню мережу, яка включає у себе: автомобільні дороги з покращеним покриттям, автомобільні

дороги з покриттям, автомобільні дороги без покриття, ґрунтові дороги, польові дороги та путівці і залізничну мережу, після чого було визначено протяжність кожної з них. Також ми оновили ґрунтово-рослинний покрив даної місцевості, використовуючи космоснімки.

Основною роботою була власна розшифровка території. Для полегшення розшифровки ми вирішили виділити основні елементи рельєфу, відображені в космічній картині, дотримуючись загальноприйнятого підходу «від найбільш очевидних об'єктів до менш виразних», який, на відміну від принципу «первинного до часткового», дозволив ідентифікувати всі об'єкти на клітинках (менші компоненти).

Завершальним етапом, було заповнення атрибутивні таблиці шарів: горизонталі та точки висот, що дало змогу створити цифрову модель рельєфу території проектування, внаслідок якої ми зробили тематичну карту рельєфу даної території. А також по цих даних побудували 3D-модель території проектування.

### Список використаної літератури

1. Берлянт А.М., Картография: Учебник для вузов. - М.: Аспект Пресс, 2002. - 336 с. – 1.2
2. Геодезичний енциклопедичний словник /За редакцією В.Літинського/. - Львів: Євросвіт, 2001. - 668 с.: іл. – 1.2
3. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики – 2.1
4. Загородній В. В., Матусевич К. М. Основи топографії і картографії: посібник для вчителів. Київ : Радянська школа, 1977. 101 с.
5. Господинов Г. В., Сорокин В. Н. Топография : учебник для студентов географических специальностей университетов. 2-е издание, переработанное и дополненное. Москва : Издательство Московского университета, 1974. 81 с.
6. Берлянт А. М. Картография : учебник для вузов. Москва : Аспект Пресс, 2001. 8-9 с.
7. Грюнберг Г. Ю. Картография с основами топографии : учебное пособие для педагогических институтов. Москва : Просвещение, 1991. 13 с.
8. Салищев К. А. Картоведение : учебник по специальности картография. 3-е издание, доп. и переработанное. Москва : МГУ, 1990. 146-150 с.
9. ArcGIS Desktop : Создание полигональных объектов. URL:<https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/editing/create-polygon-features.htm> (дата звернення: 21.11.2020).
10. Справочник по картографии : справочник. / А. М. Берлянт та ін. ; за заг. ред. Е. И. Халугина. Москва : Недра, 1988. 158 с.
11. Козаченко Т. І., Пархоменко П. О., Молочко А. М. Картографічне моделювання : навч. посіб. Вінниця : Антекс-У ЛТД, 1999. 241 с.
12. Вікіпедія : Коровія.

URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B> (дата звернення: 30.11.2020).

13. ArcGIS Desktop : Пространственная привязка растра к вектору. URL: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/georeferencing-a-raster-to-a-vector.htm> (дата звернення: 29.03.2018).