

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та  
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою

Кафедра геодезії та картографії

**05-04-150М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних і самостійних робіт з навчальної  
дисципліни **«Тривимірне моделювання засобами ГІС»**  
**(частина 1)** для здобувачів вищої освіти першого  
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою  
«Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та  
землеустрій» усіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною  
радою з якості ННІАЗ  
Протокол № 23 від 27 серпня 2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт з навчальної дисципліни «Тривимірне моделювання засобами ГІС» (частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання [Електронне видання] / Янчук О. Є. – Рівне : НУВГП, 2024. – 64 с.

Укладач:

Янчук О. Є., к.т.н., доцент кафедри геодезії та картографії.

Відповідальний за випуск:

Янчук Р. М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

Керівник групи забезпечення спеціальності:

Янчук Р. М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

© О. Є.Янчук, 2024

© Національний університет  
водного господарства та  
природокористування, 2024

## ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	3
ПЕРЕДМОВА.....	4
ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ .....	5
Лабораторна робота №1 Тривимірна візуалізація явищ .	5
Лабораторна робота №2 Побудова TIN-поверхні для представлення рельєфу.....	26
Лабораторна робота №3 Створення і використання набору даних Terrain.....	37
Лабораторна робота №4 Основи роботи з анімацією....	53
ЛІТЕРАТУРА .....	64

## ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки складено відповідно до програми навчальної дисципліни «Тривимірне моделювання засобами ГІС» та призначено для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання.

Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни мають за мету ознайомити студентів з основами тривимірного моделювання, зокрема: візуалізація явищ на тривимірних картах; тривимірне відображення рельєфу; робота з анімаціями. В кінці лабораторних робіт наведені завдання для самостійного виконання, а також контрольні запитання для опрацювання матеріалу, що дозволяє студентам набути обсяг знань, потрібних для успішного виконання лабораторних робіт та їх захисту.

Для реалізації поставлених завдань застосовується широкий спектр спеціалізованих програмних продуктів. У методичних вказівках наведено послідовність виконання лабораторних робіт та приклади отриманих результатів.

## ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

### *Лабораторна робота №1*

### *Тривимірна візуалізація явищ*

**Мета:** навчитись виконувати тривимірну візуалізацію явищ.

**Завдання:** 1) відобразити зображення на поверхні рельєфу;  
2) виконати тривимірну візуалізацію забруднення ґрунтових вод;  
3) виконати тривимірну візуалізацію забруднення ґрунтів та випадків захворювань населення.

Вихідні дані до завдання знаходяться у папці *3DAnalyst 10\Exercise1*. Зокрема, у ній є рельєф TIN земної поверхні та растрове зображення одержане за даними супутникового знімання Долини Смерті (Death Valley) у Каліфорнії. Перегляд растрового зображення, візуалізованого на поверхні рельєфу, часто дозволяє значно покращити якість дешифрування та зрозуміти, як зображення співвідноситься з формами рельєфу земної поверхні.

#### **1) Відобразити зображення на поверхні рельєфу** ***Перегляд 3D даних в ArcCatalog***

Додаток ArcCatalog дозволяє швидко переглянути вихідні дані, навіть не відкриваючи їх, в тому числі у тривимірному вигляді.

1. Запустіть додаток *ArcCatalog* через меню *Пуск*.
2. Перед першим використанням модуля 3D Analyst необхідно його активувати. У головному меню ArcCatalog оберіть пункт *Інструменти / Додаткові модулі*.
3. Відмітьте розширення *3D Analyst* та натисніть *Закрити* (рис. 1.1).
4. У дереві каталогу додатку ArcCatalog перейдіть до папки з вихідними даними *Exercise1*. У ній знаходиться папка *Data* та шар TIN з назвою *Death Valley Terrain* (Рельєф Долини Смерті).
5. Виділіть шар *Death Valley Terrain* та у правій частині вікна оберіть вкладку *Перегляд* (рис. 1.2).

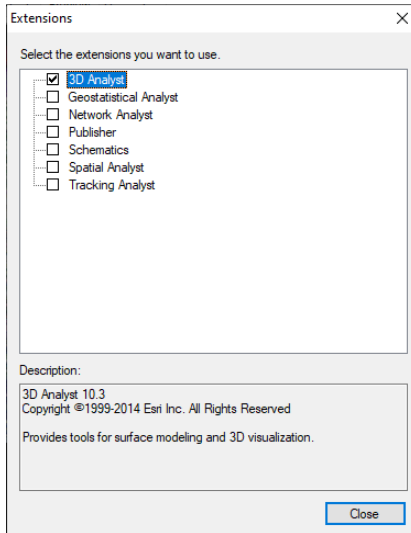


Рис. 1.1. Активація модуля 3D Analyst при першому запуску програми

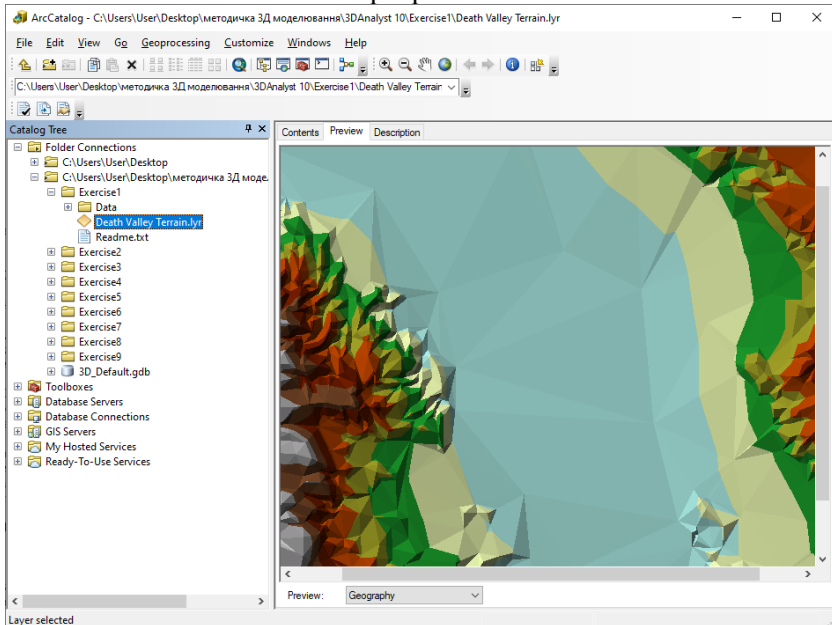


Рис. 1.2. Перегляд вмісту шару Death Valley Terrain

6. У нижній частині вікна з випадаючого списку *Вигляд* оберіть *3D вигляд* (доступно лише після активація модуля 3D Analyst) (рис. 1.3).

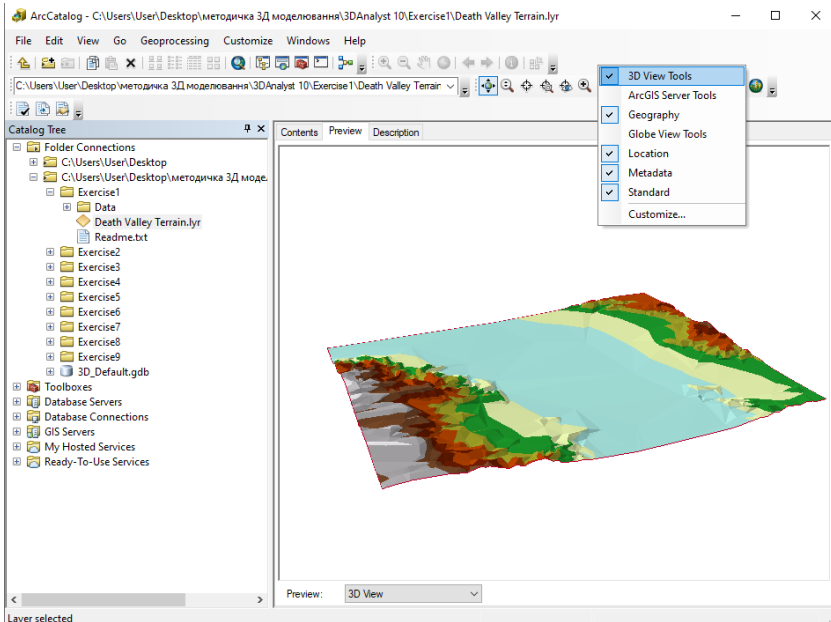


Рис. 1.3. Перегляд вмісту шару Death Valley Terrain у тривимірному вигляді та активація додаткової панелі інструментів

7. У верхній частині вікна, на панелі інструментів натисніть *праву кнопку миші* та активуйте додаткову панель інструментів – *Інструменти 3D вигляду* (рис. 1.3).

8. Ознайомтеся з можливостями інструментів на цій панелі. Зверніть увагу на інструмент *Ідентифікація*, який дозволяє переглядати атрибутивні значення виділених пікселів.

### ***Перегляд та візуалізація 3D даних в ArcScene***

ArcScene це додаток ArcGis для перегляду й побудови тривимірних сцен. Він дозволяє створювати складні сцени за кількома джерелами даних.

1. Запустіть додаток *ArcScene* через меню *Пуск* або натиснувши *крайню праву кнопку* на панелі *Інструменти 3D вигляду*.

2. Використайте кнопку *Додати дані*, щоб відкрити шар *Death Valley Terrain*.

3. Використайте кнопку *Додати дані*, щоб відкрити шар *Data/dvim3.TIF*. Знімок *dvim3* відображено на площині з базовою висотою рівної 0. Його видно над поверхнею рельєфу Долини Смерті, там, де вона нижче 0 метрів; на інших ділянках рельєф закриває знімок (рис. 1.4).

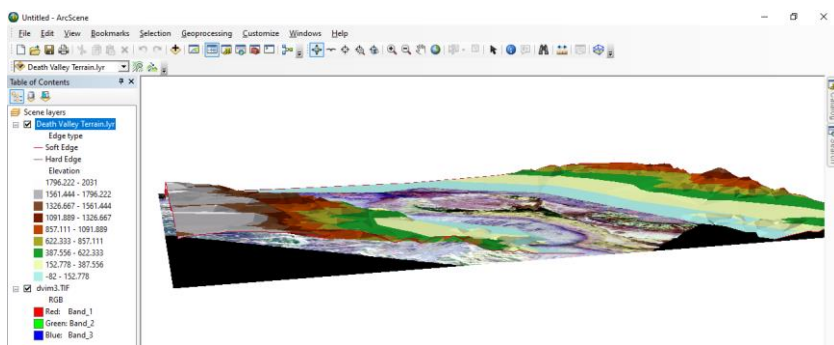


Рис. 1.4. Вигляд шарів *Death Valley Terrain* та *dvim3* у додатку *ArcScene*

В *ArcScene* є можливість накласти шар, що містить зображення або 2D об'єкти, на поверхню (*grid* або *TIN*), присвоївши шару значення висоти із цієї поверхні.

4. Клацніть *правою кнопкою миші* на *dvim3.TIF* у таблиці змісту *ArcScene* та оберіть *Властивості*.

5. У діалоговому вікні *Властивості шару* перейдіть на закладку *Базові висоти* (рис. 1.5).

6. Увімкніть опцію *Плаваючі на користувачькій поверхні* та з випадаючого списку *оберіть потрібну поверхню* (в даному прикладі у нас доступна лише одна поверхня *Data\workspace1\dvim*) (рис. 1.5).

7. Натисніть *Ok*. Зображення буде накладено на поверхню (рис. 1.6).



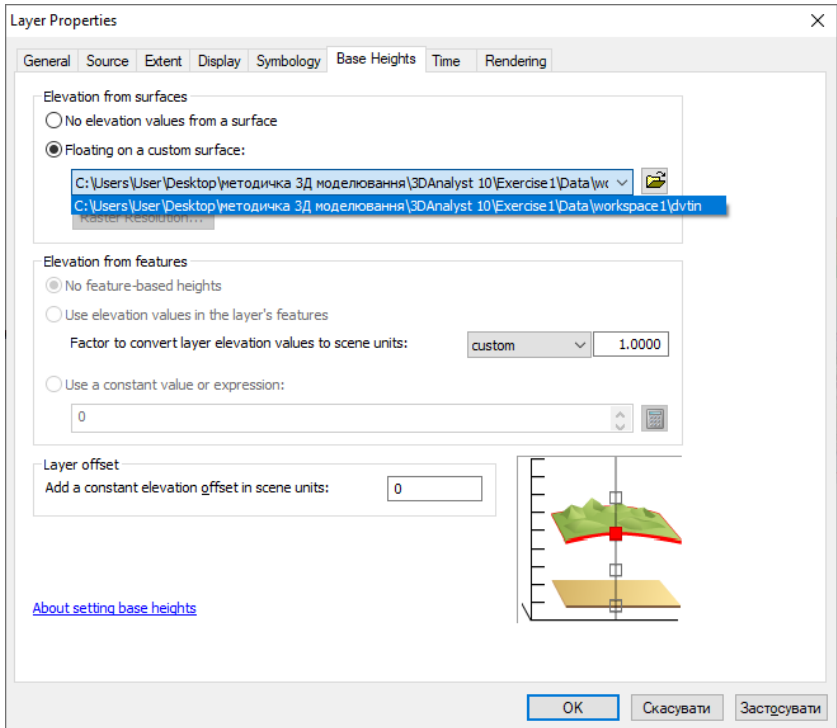


Рис. 1.5. Вигляд шарів Death Valley Terrain та dvim3 у додатку ArcScene

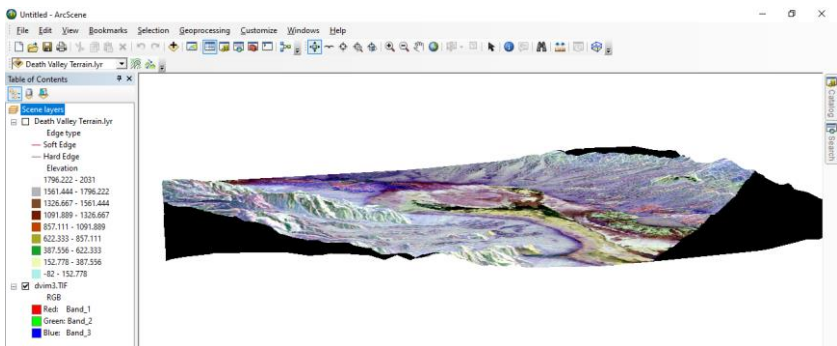


Рис. 1.6. Тривимірна візуалізація супутникового знімка, накладеного на модель рельєфу

Щоб посилити відчуття глибини у сцені та виділити дрібні деталі, використайте масштабування висоти рельєфу.

8. Клацніть *правою кнопкою миші* на заголовку *Шари сцени* у таблиці змісту та оберіть *Властивості сцени*.

Діалогове вікно Властивості сцени дозволяє встановити властивості, загальні для всіх шарів сцени: масштаб по вертикалі, колір фону (неба), система координат та екстент даних, а також освітлення сцени (розміщення джерела світла відносно поверхні).

9. На вкладці *Загальні* задайте “2” у рядку *Вертикальне перебільшення* та натисніть *Ok* (рис. 1.7). Візуальна висота поверхні буде подвоєна (рис. 1.8).

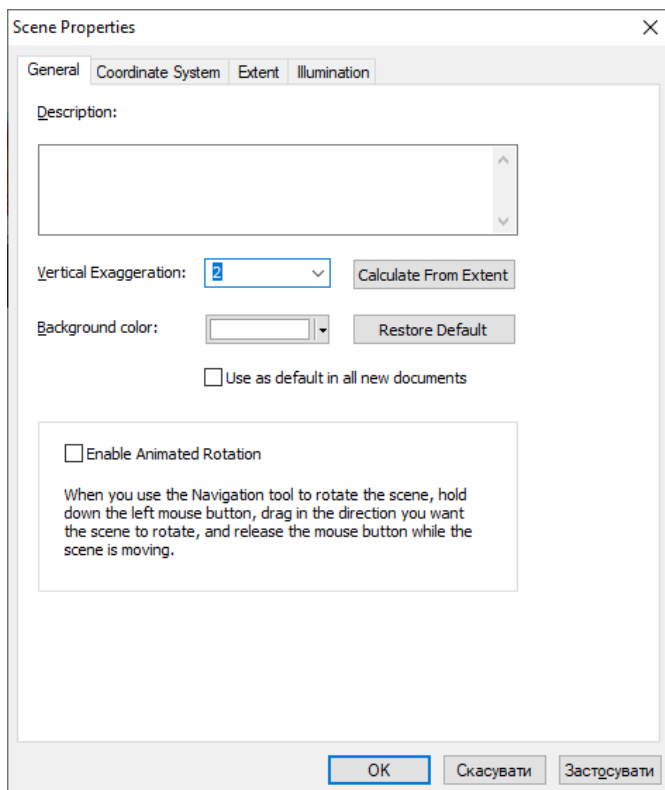


Рис. 1.7. Задання коефіцієнту вертикального перебільшення

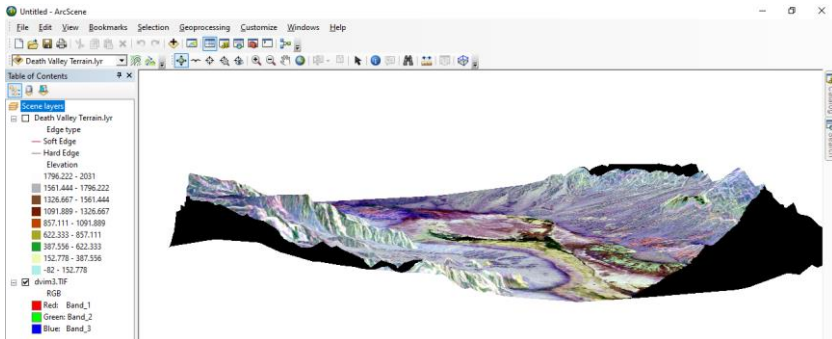


Рис. 1.8. Тривимірна візуалізація супутникового знімка, накладеного на модель рельєфу, з подвійним збільшенням по вертикалі

10. Збережіть створену сцену за допомогою команди *Файл/Зберегти як*. Документи ArcScene мають розширення \*.sxd.

## 2) Виконати тривимірну візуалізацію забруднення ґрунтових вод

Вихідні дані до завдання знаходяться у папці *3DAnalyst 10\Exercise2*. У сцені Groundwater (Ґрунтові води) зібрані вихідні дані про витоки летких органічних з'єднань (VOC) протягом кількох років. Необхідно модифікувати тривимірну сцену для кращої візуалізації даних. Зокрема, документ сцени містить містить TIN plume, що показує форму викиду забруднюючих речовин, растр songrd їх концентрації та два шейп файли, що показують розташування ділянок водопостачання (facility) та свердловин (wells).

### **Відображення обсягу та інтенсивності забруднення**

1. У ArcScene відкрийте сцену *Groundwater.sxd* за допомогою команди *Файл/Відкрити*.

2. Клацніть *правою кнопкою миші* на *songrd* та оберіть *Властивості*.

3. Перейдіть на вкладку *Базові висоти*, увімкніть опцію *Плаваючі на користувачській поверхні* та з випадаючого списку

поверхонь оберіть *workspace2\plume*, щоб отримати дані про висоти викидів.

4. Відразу у властивостях шару змініть відображення інтенсивності викидів. Для цього перейдіть на вкладку *Символи/Розтяжка* та з випадаючого списку поля *Колірна схема* оберіть *червону* кольорову гаму (рис. 1.9).

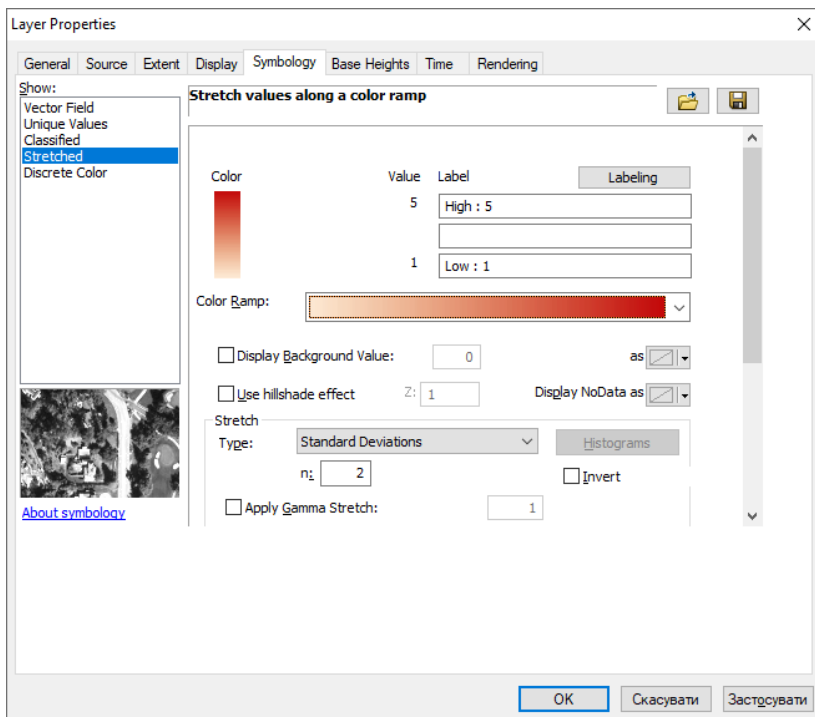


Рис. 1.9. Налаштування колірної схеми для відображення інтенсивності забруднення

5. Закрийте вікно *Властивості шару* кнопкою *Ок*.

Таким чином відображається форма та інтенсивність викидів у тривимірному вигляді (рис. 1.10).

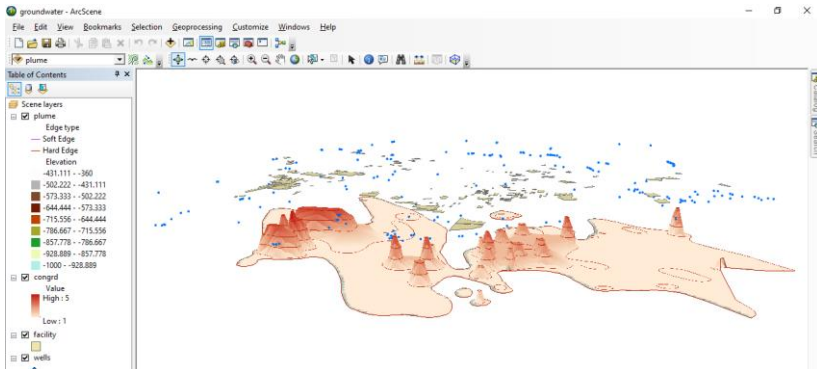


Рис. 1.10. Візуалізація форми та інтенсивності забруднення

### ***Відображення зон забруднення по відношенню до свердловин***

Як видно з рисунка 1.10 деякі свердловини знаходяться у зонах витоків забруднення. Однак, з такої візуалізації важко визначити, які саме свердловини забруднені сильніше, оскільки вони мають різну глибину та можуть не перетинати зону забруднення.

1. Клацніть *правою* кнопкою миші на *wells* та оберіть *Властивості*.

2. Перейдіть на вкладку *Витягування*, поставте галочку *Витягувати об'єкти шару* та натисніть кнопку *Обчислити вираз* (рис. 1.11).

3. Дані про глибину свердловин зберігаються у полі *WELL\_DPTH*. У переліку полів клацніть на поле *WELL\_DPTH*, щоб воно відобразилося у нижній частині вікна *Вираз* (рис. 1.12) та натисніть кнопку *Ok*.

4. Повернувшись на вкладку *Витягування* у випадяючому списку *Застосувати витягування* оберіть *Додати його до значення висоти об'єкта* та натисніть кнопку *Ok* (рис. 1.11).

Тепер ми можемо бачити місця, де свердловини перетинають зони забруднення або близькі до них (рис. 1.13).

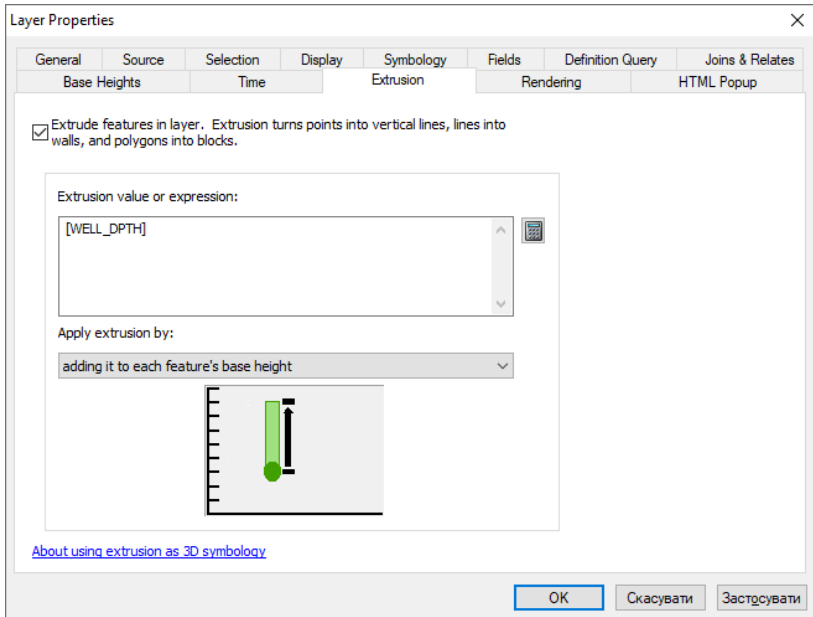


Рис. 1.11. Налаштування властивостей на вкладці Витягування

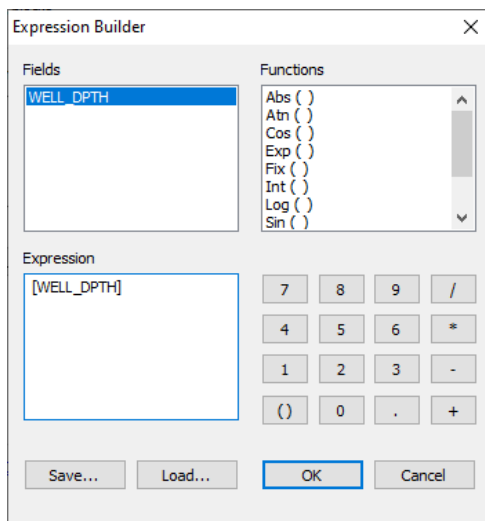


Рис. 1.12. Побудова виразу для витягування свердловин відповідно їх глибини

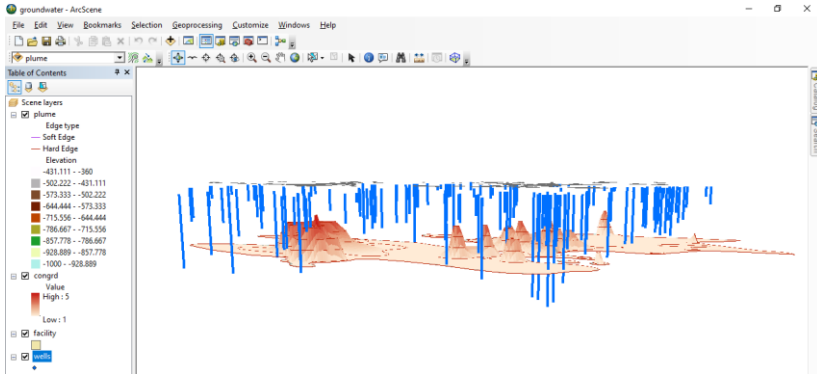


Рис. 1.13. Візуалізація перетину свердловин із зонами забруднення

### **Відображення пріоритету очищення**

Різні ділянки водопостачання мають різні пріоритети за терміновістю очищення (атрибут **PRIORITY1**). Змінимо сцену таким чином, щоб візуалізувати черговість очищення для різних ділянок.

1. Клацніть *правою кнопкою миші* на *facility* та оберіть *Властивості*.

2. Перейдіть на вкладку *Витягування*, поставте галочку *Витягувати об'єкти шару* та натисніть кнопку *Обчислити вираз*.

3. У переліку полів клацніть на поле **PRIORITY1**, щоб воно відобразилося у нижній частині вікна *Вираз* та допишіть вираз **\*100** (рис. 1.14). Натисніть кнопку *Ok*.

4. Повернувшись на вкладку *Витягування* у випадяючому списку *Застосувати витягування* оберіть *Додати його до значення висоти об'єкта*.

5. У вікні *Властивості шару* перейдіть на вкладку *Символи* та оберіть *Кількість/Градуйовані кольори*.

6. У випадяючому списку *Поля/Значення* оберіть **PRIORITY1** та натисніть кнопку *Ok* (рис. 1.15).

Тепер для ділянок водопостачання ми бачимо стовпчики, висота та колір яких відповідає пріоритету очищення (рис. 1.16).

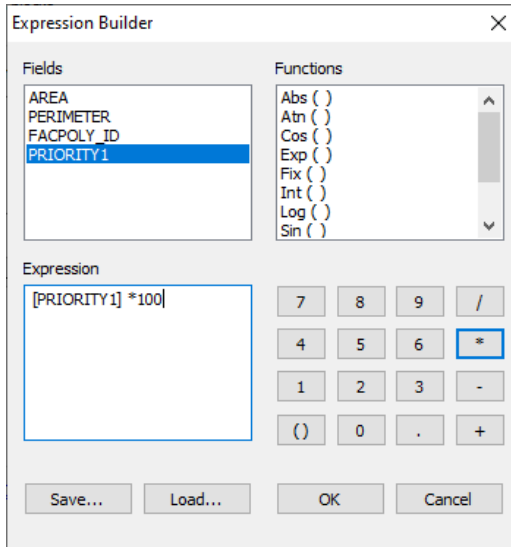


Рис. 1.14. Побудова виразу для відображення пріоритету очищення

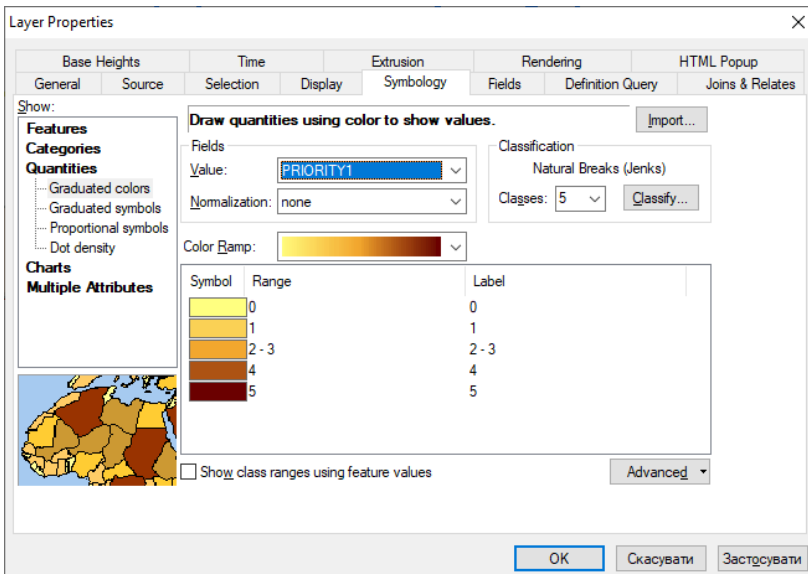


Рис. 1.15. Налаштування колірної схеми пріоритету очищення



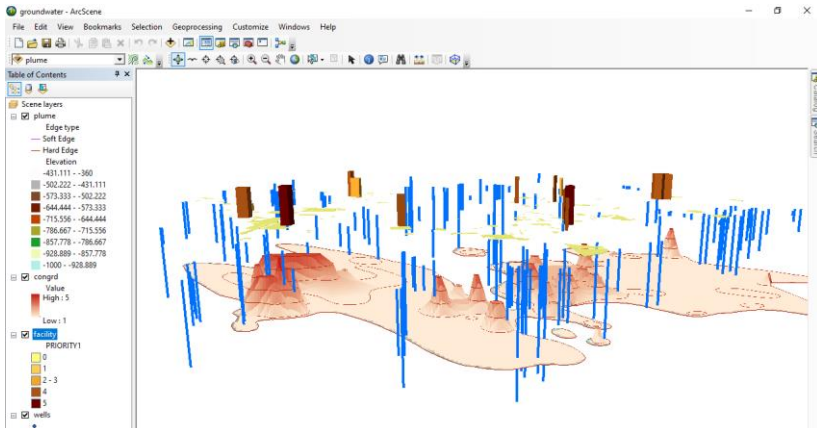


Рис. 1.16. Візуалізація форми й інтенсивності забруднення, розміщення свердловин та пріоритетів очищення

### 3) Виконати тривимірну візуалізацію забруднення ґрунтів та випадків захворювань населення

Вихідні дані до завдання знаходяться у папці *3DAnalyst 10\Exercise3*. У сцені *Chernobyl* знаходяться два точкові шари. Один набір точок містить значення вимірів концентрації CS137 у ґрунті (*Subsample\_1994\_CS137*). Другий набір точок показує кількість захворювань раком щитовидної залози, що підсумовується по районах, точки вимірювань поміщені в відповідних центрах районів (*ThyroidCancerRates*).

#### ***Створення тривимірних точкових об'єктів***

1. У ArcScene відкрийте сцену *Chernobyl.sxd* за допомогою команди *Файл/Відкрити*.

Вимірювання CS137 у ґрунті показані невеликими точковими символами, для відображення концентрації використана градуїрована кольорова гама. Центри районів, за якими просумовані дані захворювань на рак, показані більшими символами та в іншій кольоровій гамі. Дані відображені у вигляді 2D точок. Для кращої наочності даних їх можна відобразити у вигляді тривимірних точок або витягнути у вигляді стовпців.

2. З панелі інструментів відкрийте панель *Пошук* (або комбінація *ctrl+F*) та в *Локальному пошуку* здійсніть пошук команди *Feature to 3d by attribute* (рис. 1.17) (ця ж функція доступна на панелі *ArcToolBox* через команду *Інструменти 3D Analyst / 3D feature / Feature to 3d by attribute*).

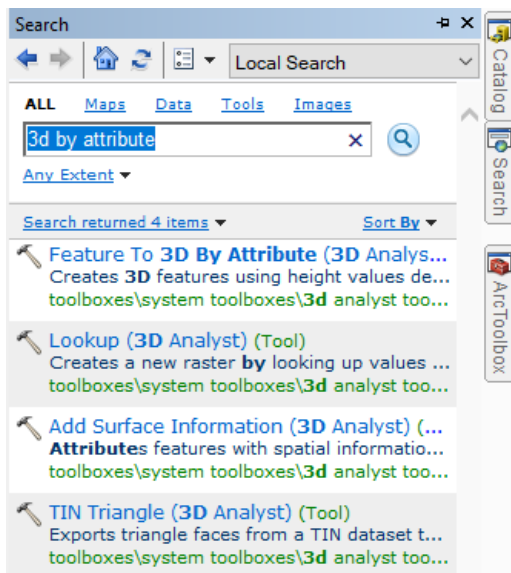


Рис. 1.17. Пошук команди конвертації об'єктів у 3D за атрибутом

3. У діалоговому вікні *Feature to 3d by attribute* оберіть з випадального списку вхідних об'єктів шар *Subsample\_1994\_CS137*. У рядку *клас вихідних об'єктів* задайте адресу бази геоданих для збереження та ім'я шару *CS137\_3D*. У рядку *Поле висот* вкажіть атрибутивне поле *CS137\_CI\_K* (рис. 1.18). Натисніть кнопку *Ok*.

Об'єкти перетворені на 3D точкові об'єкти. Однак, як і раніше, здається, що вони знаходяться на площині, оскільки значення концентрації CS137 знаходяться в діапазоні від 0 до 208,68, що дуже мало порівняно з екстентом даних у плані.

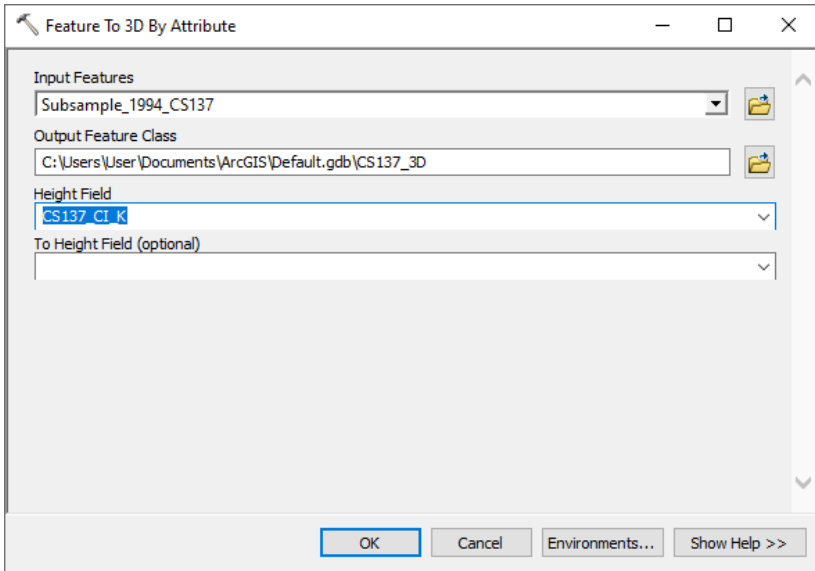


Рис. 1.18. Налаштування параметрів створення 3D точок

4. Клацніть *правою кнопкою миші* на заголовок *Шари сцени* у таблиці змісту та оберіть *Властивості сцени*.

5. На вкладці *Загальні* навпроти рядка *Вертикальне перебільшення* натисніть *Обчислити з екстенда* та натисніть *Ok*. Тепер розташування точок в просторі відображається більш наочно (рис. 1.19).

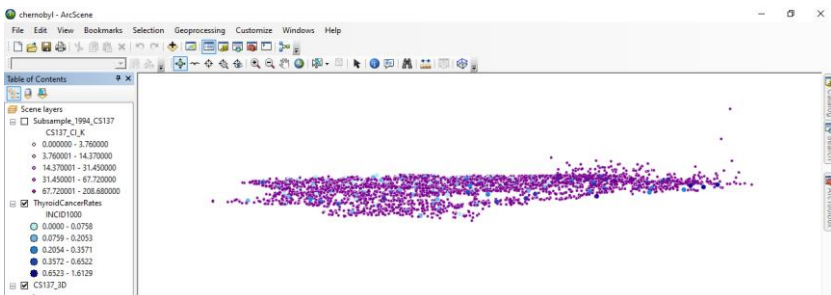


Рис. 1.19. Відображення створених 3D точок

### **Витягування точкових об'єктів у стовпчики**

Інший спосіб візуалізації 3D даних у просторі – це витягування точок у стовпці.

1. Клацніть *правою кнопкою миші* на *ThyroidCancerRates* та оберіть *Властивості*.

2. Перейдіть на вкладку *Витягування*, поставте галочку *Витягувати об'єкти шару* та натисніть кнопку *Обчислити вираз*.

3. У переліку полів клацніть на поле *INCID1000* (кількість захворювань на 1000 чоловік), щоб воно відобразилося у нижній частині вікна *Вираз* та допишіть вираз  $*100$  (для кращої візуалізації - щоб зробити дані співмірними із забрудненнями CS137). Натисніть кнопку *Ok*.

4. Повернувшись на вкладку *Витягування* натисніть кнопку *Ok*.

Тепер центральні точки районів будуть відображені у вигляді стовпчиків, висота яких пропорційна частоті захворювань на рак у цьому районі (рис. 1.20).

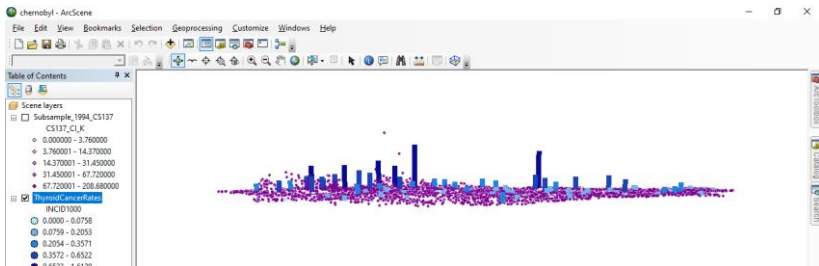


Рис. 1.20. Відображення стовпчиків у тривимірному просторі

### **Створення поверхні з точок вимірювань**

Щоб знайти рівень концентрації CS137 між точками вимірювань виконаємо інтерполяцію методом обернено зважених відстаней.

1. З панелі інструментів відкрийте панель *Пошук* (або комбінація *ctrl+F*) та в *Локальному пошуку* здійсніть пошук команди *IDW* (Inverse Distance Weighting – обернено зважені відстані) (рис. 1.21) (або на панелі *ArcToolBox* команда *Інструменти 3D Analyst / Растрова інтерполяція / IDW*).

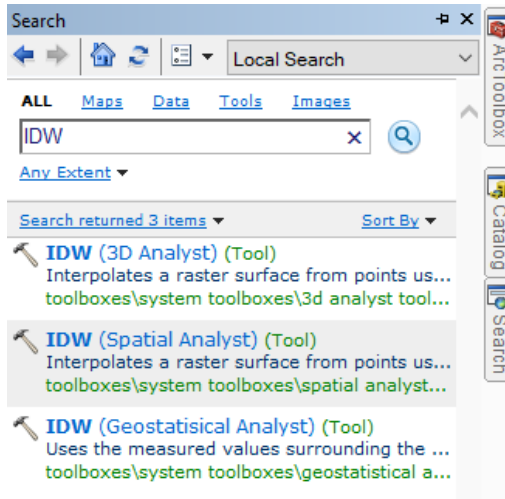


Рис. 1.21. Пошук команди інтерполяції методом обернено зважених відстаней

2. У діалоговому вікні *IDW* оберіть з *випадаючого списку вхідних об'єктів* шар *Subsample\_1994\_CS137*. З *випадаючого списку поле Z значень* оберіть *CS137\_CI\_K*. У рядку *клас вихідних об'єктів* задайте адресу бази геоданих для збереження та ім'я шару *CS137\_IDW*. У рядку *Розмір вихідної комірки* вкажіть *5000* (рис. 1.22). Натисніть кнопку *Ok*.

ArcScene проінтерполює поверхню і додасть її до сцени. На поверхні помітно дві області з дуже високою концентрацією CS137. Щоб краще бачити форму поверхні, відобразимо її в просторі та в іншій кольоровій гамі.

3. Клацніть *правою кнопкою миші* на *CS137\_IDW* та оберіть *Властивості*.

3. Перейдіть на вкладку *Символи/Розтяжка* та з *випадаючого списку Кольорова гама* оберіть *червоний колір* (рис. 1.23).

4. Перейдіть на вкладку *Базові висоти*, увімкніть опцію *Плаваючі на користувачькій поверхні* та з *випадаючого списку поверхонь* оберіть *CS137\_IDW*. Натисніть кнопку *Ok*.

Тепер найзабрудненіші території чітко видно (рис. 1.24).

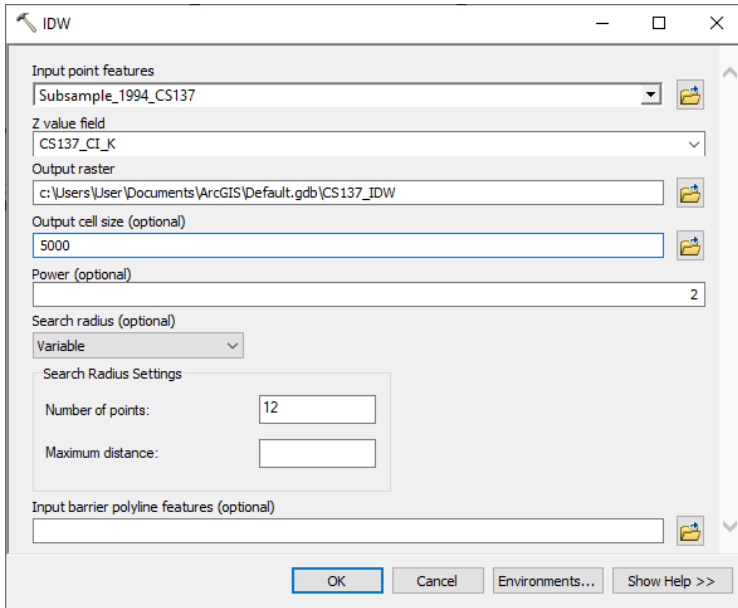


Рис. 1.22. Налаштування параметрів інтерполяції

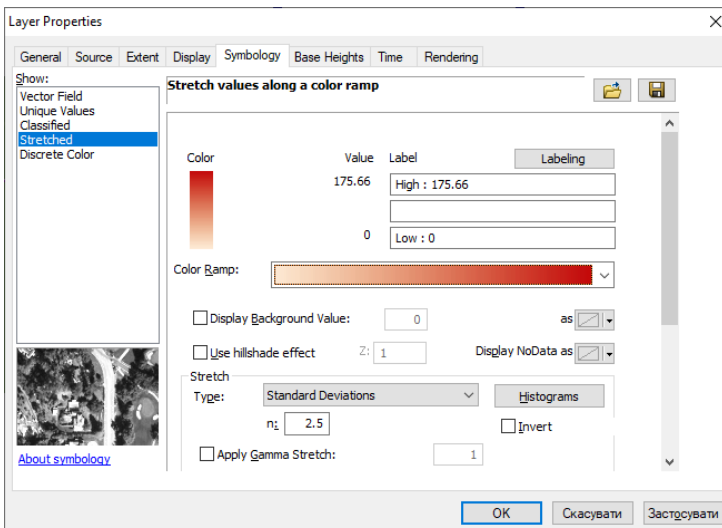


Рис. 1.23. Налаштування колірної схеми інтерпольованої поверхні

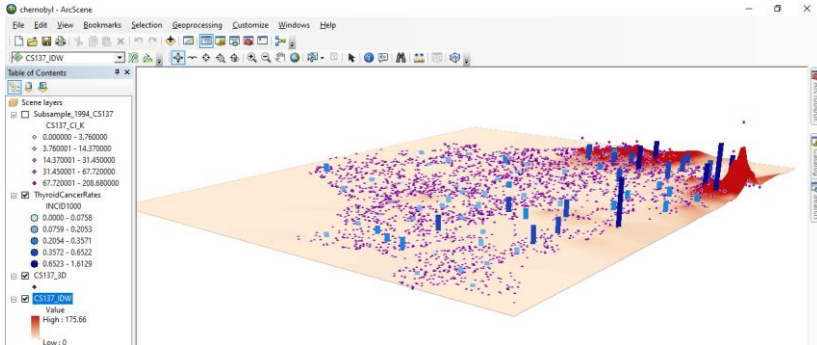


Рис. 1.24. Тривимірне відображення інтерпольованої поверхні

### ***Вибір об'єктів за атрибутами***

Оберемо центри районів з найбільшою кількістю захворювань, більше 0,5 випадків на 1000 чоловік.

1. У головному меню програми оберіть *Вибір/Вибір за атрибутами*.

2. У випадяючому списку *Шар* оберіть *ThyroidCancerRates*.

3. У переліку полів двічі клацніть на *INCID1000*. Далі клацніть на кнопки  $\geq$  та допишіть у виразі «0,5» (рис. 1.25). Натисніть кнопку *Ok*.

У сцені світло-блакитним кольором відображено стовпці, які відповідають заданим параметрам вибірки (рис. 1.26).

Переглянемо статистику обраних даних.

4. Клацніть *правою кнопкою миші* на шарі *ThyroidCancerRates* у таблиці змісту та оберіть *Відкрити таблицю атрибутів*.

5. У нижній частині вікна оберіть *Показати обрані записи* (рис. 1.27).

6. Клацніть *правою кнопкою миші* на колонці *CASES* та оберіть *Сортувати за зростанням*.

7. Клацніть *правою кнопкою миші* на колонці *CASES* та оберіть *Статистика*.

Зі статистичних даних видно, що загальна кількість випадків захворювання у обраних 11 районах становить 176 (рис. 1.28).

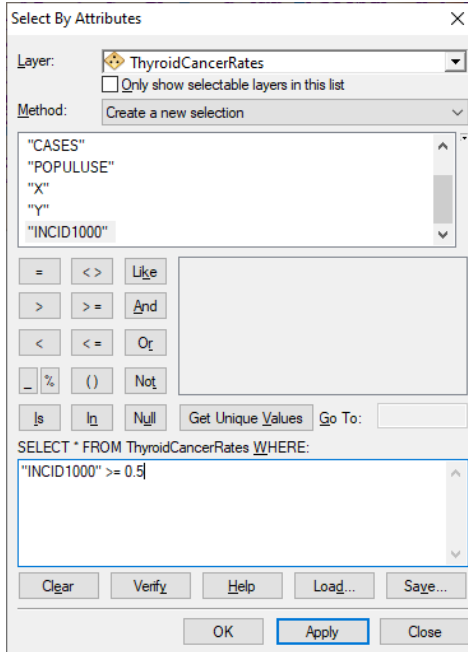


Рис. 1.25. Налаштування параметрів вибірки

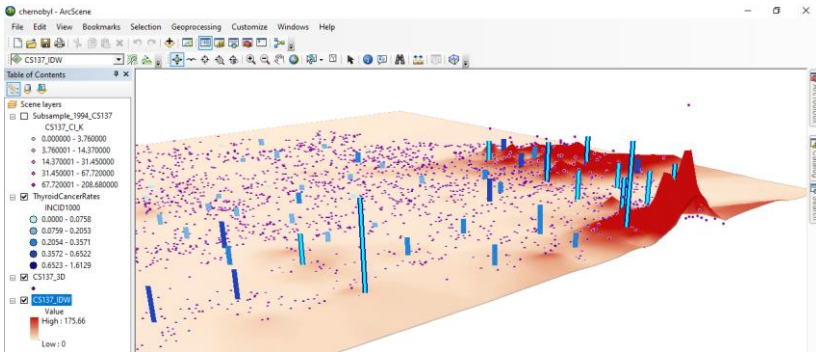


Рис. 1.26. Результат вибірки

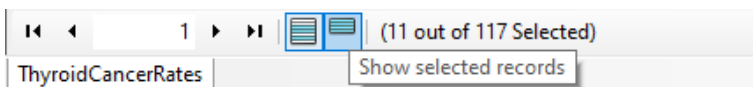


Рис. 1.27. Перемикання на відображення обраних записів



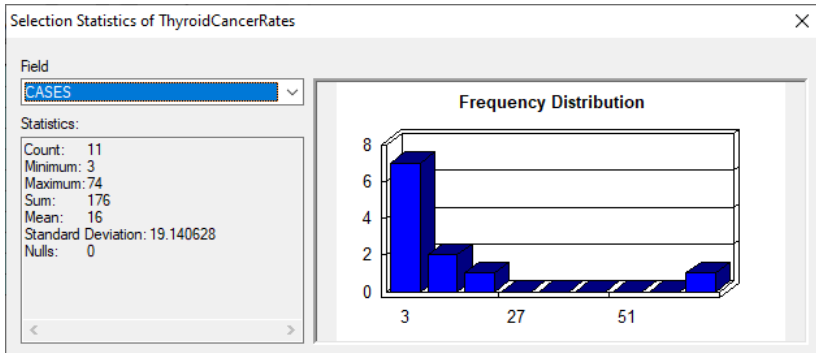


Рис. 1.28. Статистичні показники обраних записів

*Закрийте* вікно зі статистичними показниками та таблицю атрибутів і *збережіть* сцену.

**Завдання для самостійної роботи.** Ознайомтеся з функціями всіх кнопок на панелі *Інструменти* програми ArcScene. Оберіть з шару *CS137\_3D* точки, у яких концентрація CS137 більше *1.0*.

**Запитання для контролю.**

1. Як переглянути дані у 3D в ArcCatalog?
2. Як накласти растрове зображення на рельєф?
3. Як змінити вертикальний масштабний коефіцієнт сцени, для кращої наочності зображення?
4. Як витягнути точки у вигляді стовпців, залежно від значення атрибуту?
5. Як відобразити точки у 3D, залежно від значення атрибуту?
6. Як побудувати поверхню між точками з вимірюваннями?
7. Як візуалізувати побудовану поверхню у 3D?
8. Які дані містяться у полі INCID1000?
9. Як здійснити вибірку даних за атрибутом?
10. Як переглянути статистику обраних записів?

## *Лабораторна робота №2*

### *Побудова TIN-поверхні для представлення рельєфу*

**Мета:** навчитись виконувати побудову TIN-поверхні для відображення рельєфу.

**Завдання:** 1) створити тривимірну сцену рельєфу; 2) побудувати профіль рельєфу та лінію погляду за TIN-поверхнею

Вихідні дані до завдання знаходяться у папці *3DAnalyst 10\Exercise4*. Зокрема, у ній є дані тривимірного знімання печери біля міста Horse Cave, а також деякі дані топографічного знімання поверхні над нею.

#### **1) Створити тривимірну сцену рельєфу**

##### ***Створення поверхні за точковими даними***

1. У ArcScene відкрийте сцену *BuildTIN.sxd* за допомогою команди *Файл/Відкрити*.

У сцені знаходяться наступні шари: точки зі значеннями висот рельєфу (*vipoints point*), автодороги (*roads*), залізниця (*railroad*) та структурні лінії рельєфу (*brklines*).

Крім того є деякі шари з відключеною видимістю. Можете увімкнути видимість цих шарів та ознайомитися з вихідними даними. Шар *Cavesurvey* містить дані тривимірного знімання печери. Цей шар складається з об'єктів *PolylineZ*, які будуть автоматично відображені у тривимірному вигляді та розміщені вище інших об'єктів сцени (які за замовчуванням відображені на висоті = 0). Шар *smclp* задає межу досліджуваної території. Шар *photo.tif* містить аерофотознімок території.

Атрибут "*SPOT*" об'єктів з шару *vipoints point* містить значення висоти над рівнем моря, виміряні у цих точках. Створимо з цих точок модель поверхні у вигляді триангуляційної нерегулярної мережі TIN.

2. З панелі інструментів відкрийте панель *Пошук* (або комбінація *ctrl+F*) та в *Локальному пошуку* здійсніть пошук команди *Create TIN* (рис. 2.1) (або на панелі *ArcToolBox* команда *Інструменти 3D Analyst/Управління даними/TIN /Створити TIN*).

3. У діалоговому вікні *Створення TIN* в рядку *Вихідна TIN* задайте шлях для збереження та ім'я шару *tin1*. З випадаючого списку *Клас вхідних об'єктів* оберіть шар *vipoints point*. У нижній частині вікна, навпроти шару *vipoints point*, задайте атрибут *SPOT* у колонці *Поле висот* (рис. 2.2). Натисніть кнопку *Ok*.

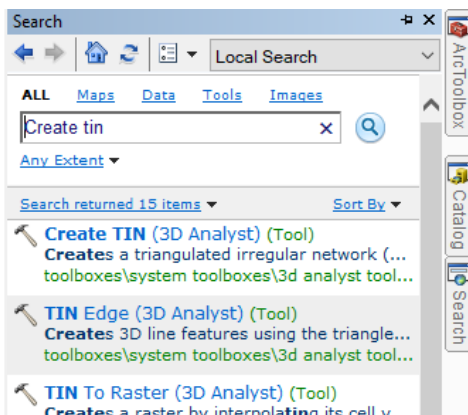


Рис. 2.1. Пошук команди для створення TIN поверхні

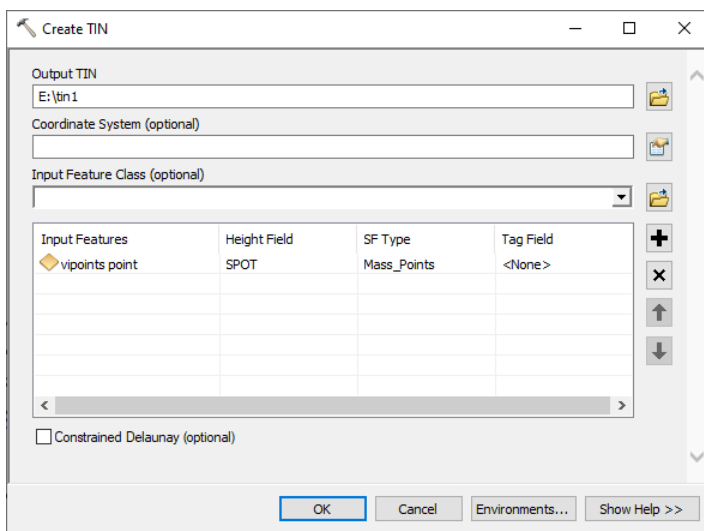


Рис. 2.2. Налаштування параметрів створення TIN поверхні

Поверхня TIN створена та додана до сцени. Вона відразу відображена у 3D, оскільки значення висоти в TIN визначають його базову висоту. Також поверхні відразу присвоєна градуйована колірна гама (рис. 2.3).

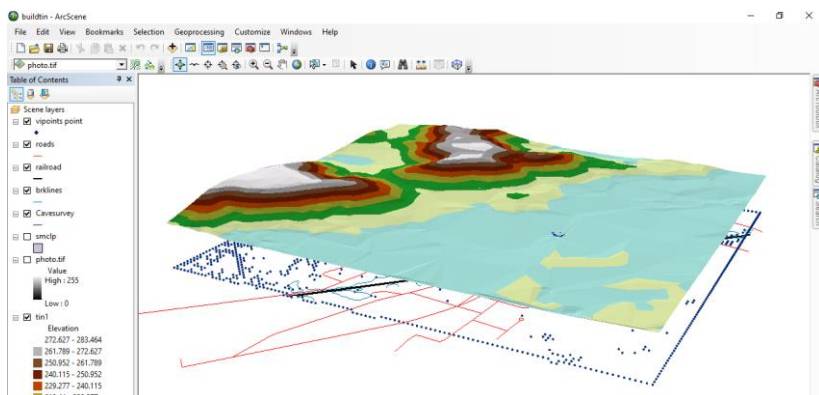


Рис. 2.3. Створена TIN поверхня додана до сцени

### ***Додавання об'єктів у TIN***

Для надання TIN більшої точності додамо у неї лінії перегину та обріжемо по межі досліджуваної території.

1. На панелі *Пошук* здійсніть пошук команди *Edit TIN* (або на панелі *ArcToolBox* команда *Інструменти 3D Analyst/Управління даними/TIN/Редагувати TIN*).

2. У діалоговому вікні *Редагування TIN* з випадаючого списку *Вхідна TIN* оберіть шар *tin1*.

3. З випадаючого списку *Клас вхідних об'єктів* оберіть шар *railroad*. У нижній частині вікна, навпроти шару *railroad*, задайте параметр *None* у колонці *Поле висот* та оберіть тип *softline* (м'який згин) у колонці *SF\_type*.

4. З випадаючого списку *Клас вхідних об'єктів* оберіть шар *brklines*. У нижній частині вікна, навпроти шару *brklines*, задайте атрибут *ELEVATION* у колонці *Поле висот* та оберіть тип *hardline* (твердий згин) у колонці *SF\_type*.

5. З випадаючого списку *Клас вхідних об'єктів* оберіть шар *smc1p*. У нижній частині вікна, навпроти шару *smc1p*, задайте

параметр *None* у колонці *Поле висот* та оберіть тип *softclip* (*м'яка обрізка*) у колонці *SF\_type* (рис. 2.4). Натисніть кнопку *Ok*.

Нові об'єкти додані до TIN.

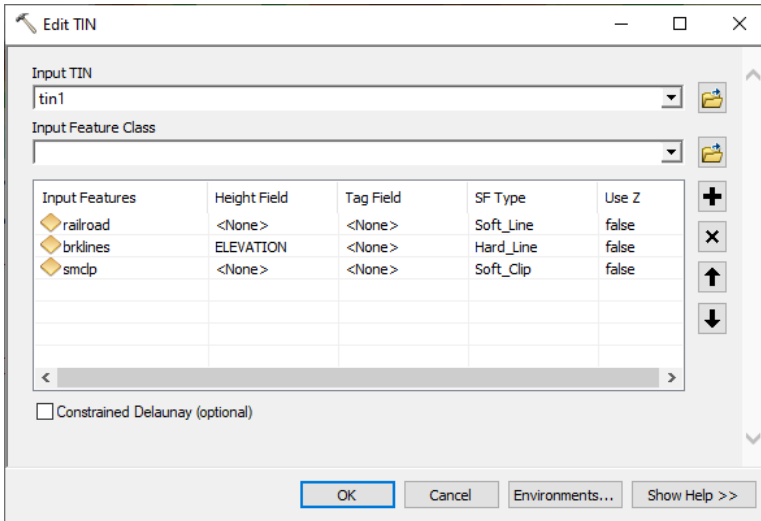


Рис. 2.4. Налаштування параметрів редагування TIN поверхні

### ***Встановлення базових висот об'єктів й растра за TIN***

Накладемо на створену TIN топографічні об'єкти сцени для їх тривимірної візуалізації.

1. Клацніть *правою кнопкою миші* на *roads* у таблиці змісту ArcScene та оберіть *Властивості*.

2. У діалоговому вікні *Властивості шару* перейдіть на закладку *Базові висоти*.

3. Увімкніть опцію *Плаваючі на користувачькій поверхні*, з випадаючого списку поверхонь оберіть *tin1* та натисніть *Ok*.

Дороги відобразяться на створеній поверхні TIN. Виконаємо подібні дії для шару залізниці.

4. Клацніть *правою кнопкою миші* на *railroad* у таблиці змісту ArcScene та оберіть *Властивості*.

5. У діалоговому вікні *Властивості шару* перейдіть на закладку *Базові висоти*.

6. Увімкніть опцію *Плаваючі на користувацькій поверхні*, з випадаючого списку поверхонь оберіть *tin1* та натисніть *Ok*.

Залізниці відобразяться на створеній поверхні TIN. Виконаємо подібні дії для шару з аерофотознімком.

7. У таблиці змісту ArcScene увімкніть видимість шару *photo.tif*, клацніть на ньому *правою кнопкою миші* та оберіть *Властивості*.

8. У діалоговому вікні *Властивості шару* перейдіть на закладку *Базові висоти*.

9. Увімкніть опцію *Плаваючі на користувацькій поверхні*, з випадаючого списку поверхонь оберіть *tin1*.

10. У діалоговому вікні *Властивості шару* перейдіть на закладку *Відображення*.

11. У віконці *Прозорість* задайте *30* (рис. 2.5) та натисніть *Ok*.

Дані аерофотозйомки відобразяться на створеній поверхні TIN та будуть прозорими на 30%. При такому налаштуванні значні частини TIN можуть відображатися над фотозображенням, оскільки у TIN та фотографії однаковий пріоритет відображення (рис. 2.6). Змінимо пріоритет відображення TIN на мінімальний.

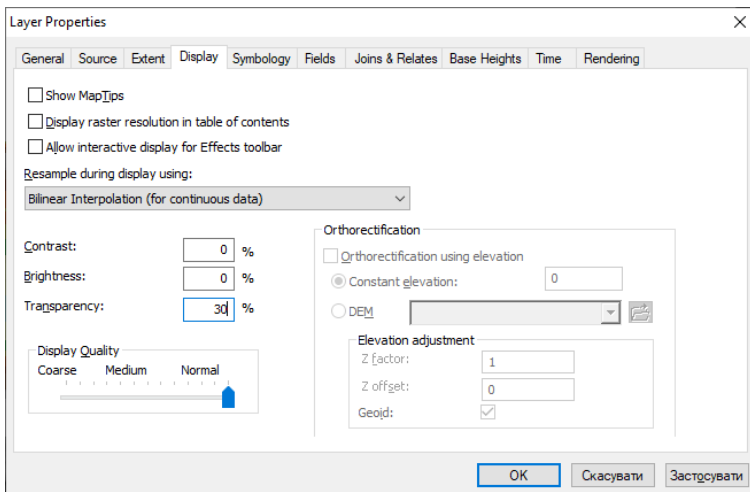


Рис. 2.5. Налаштування параметрів відображення аерофотознімка

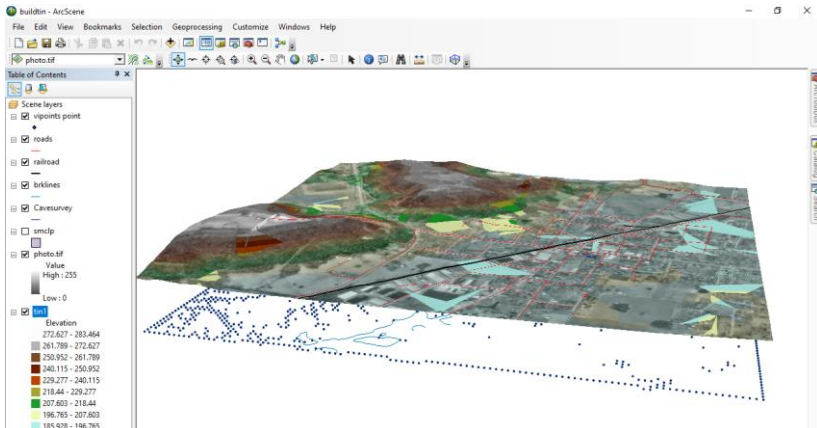


Рис. 2.6. Створена TIN поверхня з накладеними на неї топографічними об'єктами

12. Клацніть *правою кнопкою миші* на *tin1* у таблиці змісту ArcScene та оберіть *Властивості*.

13. У діалоговому вікні *Властивості шару* перейдіть на закладку *Рендеринг* та з випадаючого списку *Пріоритет відображення* оберіть найнижчий *10* пріоритет (рис. 2.7). Натисніть *Ok*.

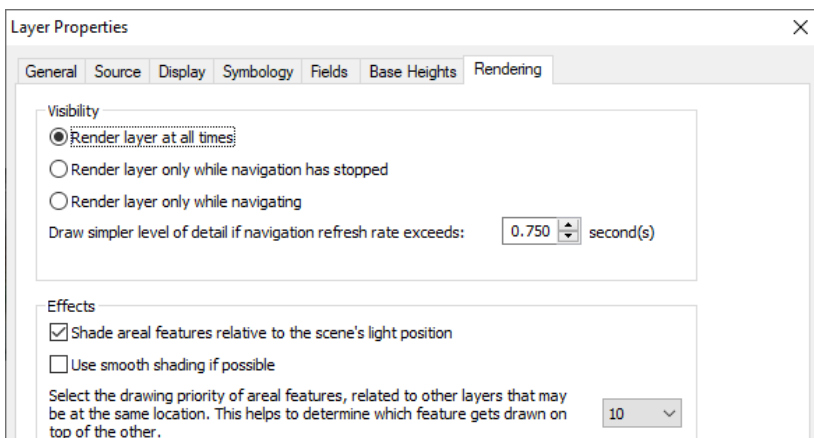


Рис. 2.7. Налаштування параметрів пріоритету відображення TIN

Для фінального налаштування сцени змінимо деякі параметри відображення.

14. У таблиці змісту ArcScene вимкніть видимість шарів *vipoints point*, *brklines* та *tin1*.

15. У таблиці змісту ArcScene двічі клацніть *лівою кнопкою миші* на *лінійному символі* шару *Cavesurvey* та змініть ширину лінії на 5 (рис. 2.8). Натисніть *Ok*.

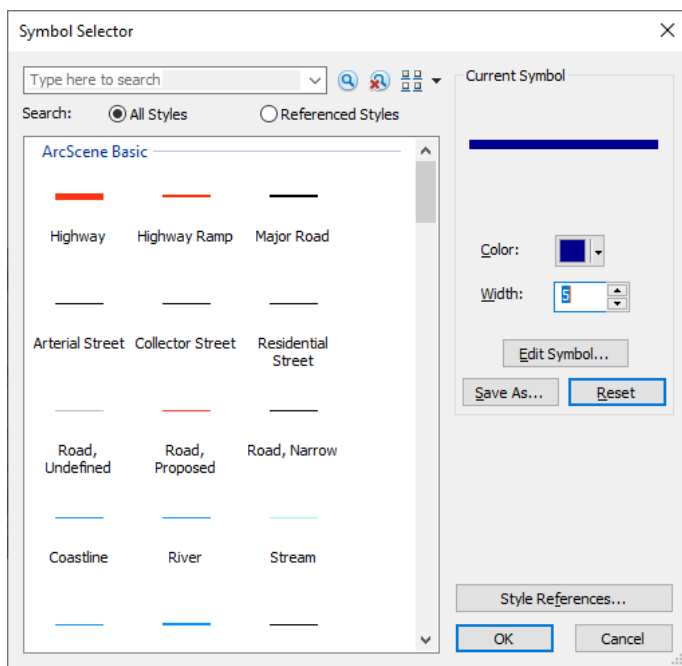


Рис. 2.8. Налаштування параметрів відображення шару *Cavesurvey*

Таким чином, у фінальній сцені можемо бачити тривимірні ходи печери, відображені потовщеними лініями. Накладені на поверхню об'єкти земної поверхні та аерофото показують ситуацію навколо печери (рис. 2.9).

16. *Збережіть* створену сцену.



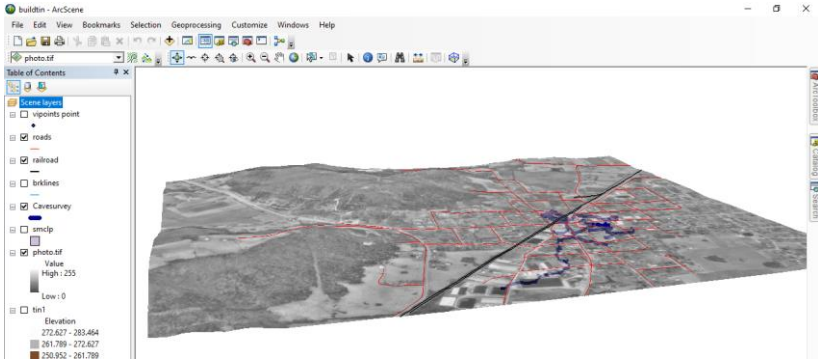


Рис. 2.9. Фінальний вигляд створеної тривимірної сцени

## 2) Побудувати профіль рельєфу та лінію погляду за TIN-поверхнею

Для аналізу рельєфу поверхні зручно використовувати профіль вздовж заданої лінії.

### *Створення профілю рельєфу*

1. Запустіть додаток *ArcMap* через меню *Пуск*.
2. У верхній частині вікна, на панелі інструментів натисніть *праву кнопку миші* та активуйте додаткову панель інструментів – *3D Analyst*.
3. Перед першим використанням модуля *3D Analyst* необхідно його активувати. У головному меню *ArcMap* оберіть пункт *Інструменти / Додаткові модулі*.
4. Відмітьте розширення *3D Analyst* та натисніть *Закрити*.
5. Відкрийте побудовану поверхню *tin1* використовуючи команду *Файл/Додати дані*.
6. На панелі інструментів *3D Analyst* натисніть кнопку *Інтерполювати лінію* (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Вибір команди Інтерполювати лінію з панелі 3D Analyst

7. Клацніть лівою кнопкою миші у верхньому лівому кутку TIN, проведіть лінію до правого нижнього кута і двічі клацніть, щоб закінчити векторизацію лінії (рис. 2.11).

8. На панелі інструментів *3D Analyst* натисніть кнопку *Створити графік профілю* (рис. 2.11).

Буде побудовано профіль рельєфу за обраною лінією (рис. 2.11).

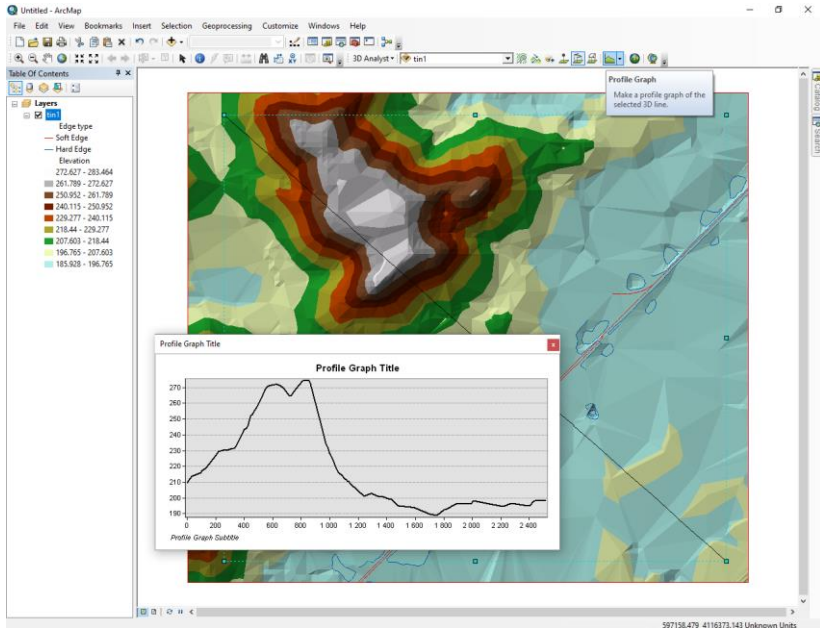


Рис. 2.11. Побудова профілю рельєфу за обраною лінією

З контекстного меню профілю доступно редагування заголовка, підзаголовка та інших характеристик графіка; його можна зберегти, надрукувати чи експортувати; або включити його в компоунання карти.

9. Клацніть *правою кнопкою миші* на профілі, оберіть *Властивості*, перейдіть на закладку *Видимість* й задайте заголовок *Профіль за діагоналлю території* та підзаголовок *Профіль за даними TIN* (рис. 2.12). Натисніть *Ok*.

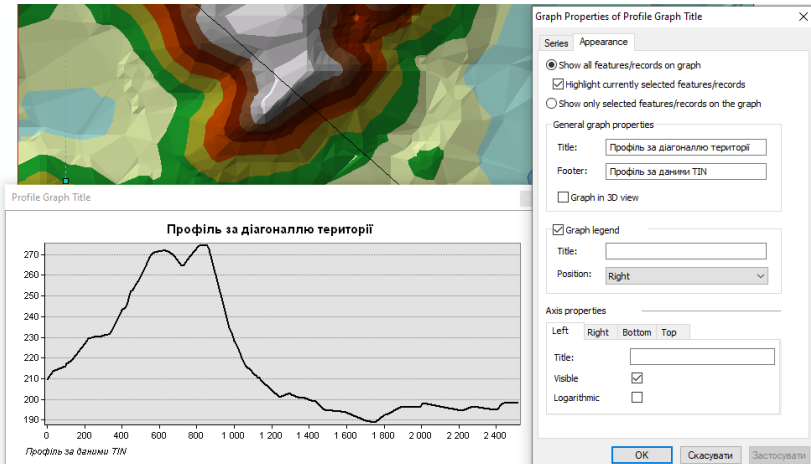


Рис. 2.12. Зміна властивостей побудованого профілю

### ***Створення лінії погляду на рельєфі***

Інший спосіб вивчення рельєфу полягає у створенні лінії погляду. Лінії погляду показують, які частини поверхні видно, а які приховані вздовж лінії від точки спостереження до точки цілі.

1. На панелі інструментів *3D Analyst* натисніть кнопку *Створити лінію погляду*.

2. Наберіть 2 у текстовому віконці *Рівень очей спостерігача* (рис. 2.13).

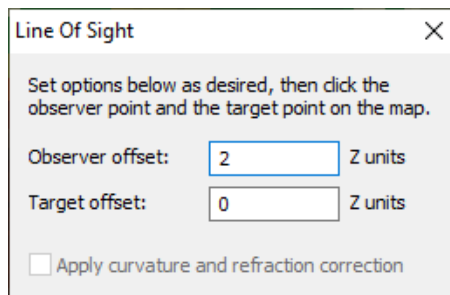


Рис. 2.13. Налаштування зміщення по висоті для точки спостереження при побудові лінії погляду

3. Не закриваючи попереднє вікно, клацніть *лівою кнопкою миші* на південному схилі височини правої верхньої частини TIN (точка спостерігача), проведіть лінію до лівої частини TIN та відпустіть кнопку миші (точка цілі).

Буде обчислено лінію погляду, яка показує, що видно з точки спостереження заввишки 2 метри. Зелені сегменти показують ділянки видимі з точки спостереження, червоні – ділянки приховані від спостерігача (рис. 2.14).

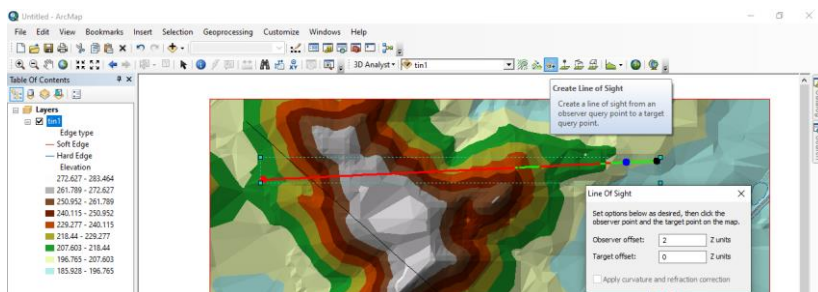


Рис. 2.14. Побудова лінії погляду

**Завдання для самостійної роботи.** Скопіюйте створену лінію погляду та лінію перетину рельєфу з ArcMap до ArcScene використовуючи пункт головного меню *Правка*.

### **Запитання для контролю.**

1. Як інтерполювати TIN поверхню за точковими даними?
2. Як додати об'єкти у TIN для кращої візуалізації структурних ліній рельєфу?
3. Як відобразити векторний об'єкт на TIN поверхні?
4. Як відобразити растрове зображення на TIN поверхні?
5. Як змінити пріоритет відображення тривимірних поверхонь?
6. Як побудувати профіль рельєфу за обраним напрямком?
7. Як побудувати лінію погляду за обраним напрямком?
8. Що таке лінія погляду?
9. Що означають зелені та червоні сегменти на лінії погляду?

## *Лабораторна робота №3*

### *Створення і використання набору даних Terrain*

**Мета:** навчитись створювати та використовувати набори даних Terrain для відображення рельєфу.

**Завдання:** створити набір даних Terrain та переглянути його у ArcMap та ArcGlobe.

Набір даних Terrain – це заснована на TIN поверхня зі змінною роздільною здатністю, створювана з вимірювань, що зберігаються в одному або кількох класах просторових об'єктів у базі геоданих.

Вихідні дані до завдання знаходяться у папці *3DAnalyst 10\Exercise8*. Зокрема, у ній є хмара точок LIDAR (*masspoints.xyz*), текстовий файл зі структурними лініями рельєфу (*breaklines.lin*) та файлова база геоданих з полігональними класами просторових об'єктів – межі озер (*lakes*) та межі досліджуваної території (*Study area*).

### **Створити набір даних Terrain та переглянути його у ArcMap та ArcGlobe**

#### *Завантаження вихідних просторових даних в базу геоданих*

1. Запустіть додаток *ArcMap* через меню *Пуск*.
2. Для конвертації у базу геоданих хмари точок з панелі інструментів відкрийте панель *ArcToolbox* та запустіть інструмент *3D Analyst Tools / Конвертація / З файлу / ASCII 3D у клас об'єктів* (рис. 3.1).

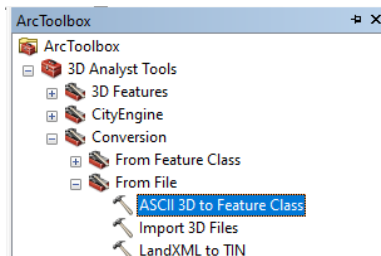


Рис. 3.1. Пошук команди *ASCII 3D у клас об'єктів*

3. У діалоговому вікні *ASCII 3D* у клас об'єктів задайте наступні налаштування (рис. 3.2):

- оберіть тип вхідних даних *Файл* та вкажіть розташування файлу *masspoints.xyz*;
- у рядку *Вхідний формат файлу* оберіть *XYZ*;
- у рядку *Вихідний клас об'єктів* вкажіть базу геоданих *terrain.gdb*, набір класів просторових об'єктів *topography* та задайте ім'я для збереження *topo\_mass\_points*;
- *Тип вихідного класу просторових об'єктів* оберіть *MULTIPOINT*;
- *Середній інтервал між точками* задайте *10* (опція *Середній інтервал між точками* доступна тільки якщо параметр *Тип вихідного класу просторових об'єктів* встановлено *MULTIPOINT*);
- всі інші значення прийміть *За замовчуванням* та натисніть кнопку *Ok*.

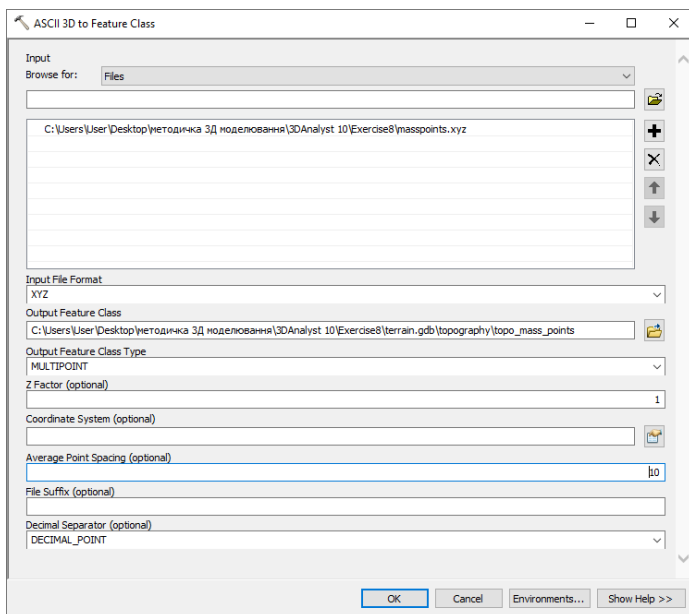


Рис. 3.2. Налаштування параметрів конвертації хмари точок у базу геоданих

Таким чином точки із текстового файлу формату XYZ конвертуються у клас просторових об'єктів мультиточок. Початковий формат XYZ визначає лише геометрію поверхні у вигляді тривимірних координат та не містить жодних атрибутів. Конвертація у набір класів мультиточок дозволяє заощаджувати місце та покращувати швидкість читання й запису (рис. 3.3).

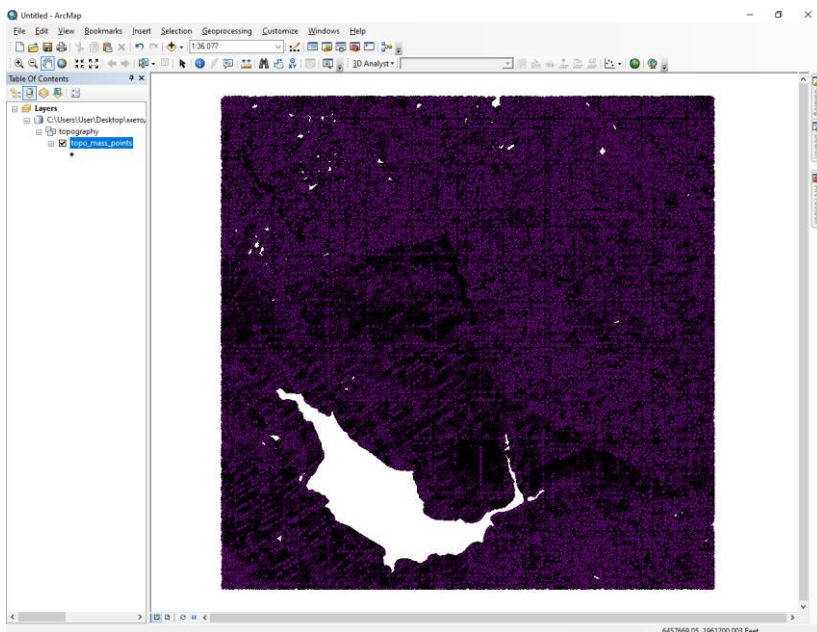


Рис. 3.3. Результат конвертації хмари точок у базу геоданих

4. Далі виконайте конвертацію у базу геоданих файлу зі структурними лініями (це можуть бути дороги або берегові лінії, які мають бути відображені на поверхні). Знову з панелі *ArcToolbox* запустіть інструмент *3D Analyst Tools / Конвертація / З файлу / ASCII 3D у клас об'єктів*.

5. У діалоговому вікні *ASCII 3D у клас об'єктів* задайте наступні налаштування (рис. 3.4):

- оберіть тип вхідних даних *Файл* та вкажіть розташування файлу *breaklines.lin*;

- у рядку *Вхідний формат файлу* оберіть *GENERATE*;
- у рядку *Вихідний клас об'єктів* вкажіть базу геоданих *terrain.gdb*, набір класів просторових об'єктів *topography* та задайте ім'я для збереження *topo\_break\_lines*;
- *Тип вихідного класу просторових об'єктів* оберіть *POLYLINE*;
- всі інші значення прийміть *За замовчуванням* та натисніть кнопку *Ok*.

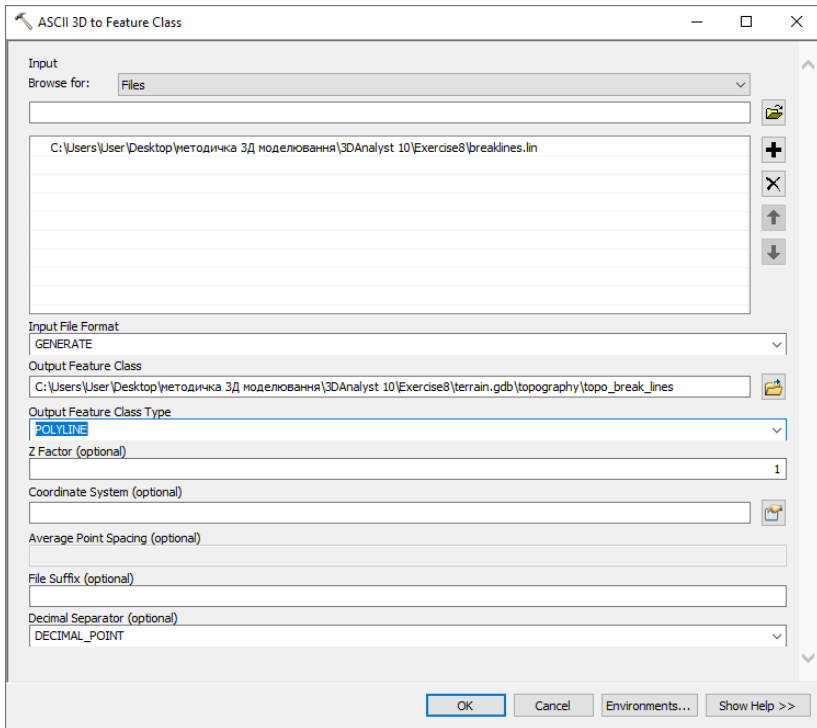


Рис. 3.4. Налаштування параметрів конвертації структурних ліній у базу геоданих

### ***Побудова набору даних Terrain з просторових об'єктів***

Набори даних terrain і використовувані для їх побудови класи просторових об'єктів, повинні зберігатись в одному місці.



1. У додатку *ArcMap* створіть новий чистий проект через *Меню / Новий*.

2. З панелі інструментів відкрийте панель *ArcCatalog*, знайдіть розташування бази геоданих *terrain.gdb*, клацніть правою кнопкою миші на наборі класів просторових об'єктів *topography* та оберіть *Новий / Terrain* (рис. 3.5).

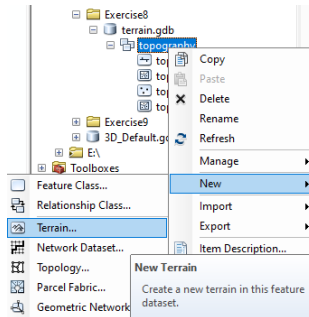


Рис. 3.5. Створення нового набору terrain

3. Прийміть пропонуване за замовчуванням ім'я набору *topography\_Terrain*. Клацніть на кнопці *Вибрати все*, щоб відмітити усі класи просторових об'єктів. Встановіть *Відстань між точками 10* (рис. 3.6). Натисніть кнопку *Далі*.

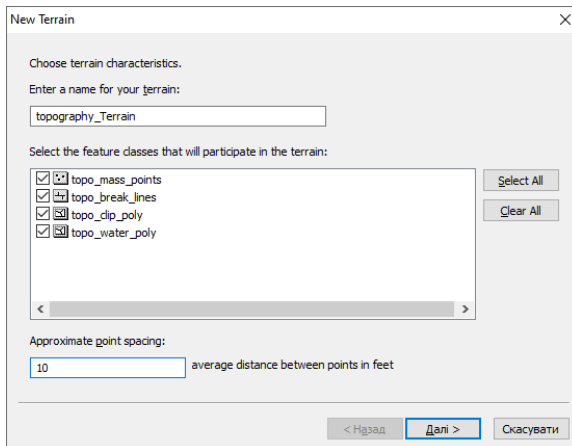


Рис. 3.6. Налаштування параметрів створення набору terrain

4. Вкажіть як саме кожен клас просторових об'єктів братиме участь у побудові набору terrain. Натисніть кнопку *Додатково*, щоб одержати більше можливих налаштувань.

Оскільки у мультиточок і структурних ліній є значення висоти, які будуть використані для поверхні terrain, то джерело висот для них автоматично встановлено *Shape*. Це означає, що значення висоти беруться із геометричної форми.

Клас просторових об'єктів *topo\_clip\_poly* містить двовимірний полігон. Він визначає горизонтальний екстент поверхні та мінімізує артефакти інтерполяції за периметром поверхні. Тому джерела висот цей клас об'єктів *не має*.

Полігони водних об'єктів представлені двовимірною геометрією, але вони мають атрибут висоти *SPOT*. Тобто у кожного полігону може бути власна стала висота, оскільки озера відображаються площинами. Тому додамо межі озер як структурні лінії. Встановлюємо параметр *SFType* для класу просторових об'єктів *topo\_water\_poly* як *Жорстка лінія* (рис. 3.7) та натискаємо кнопку *Далі*.

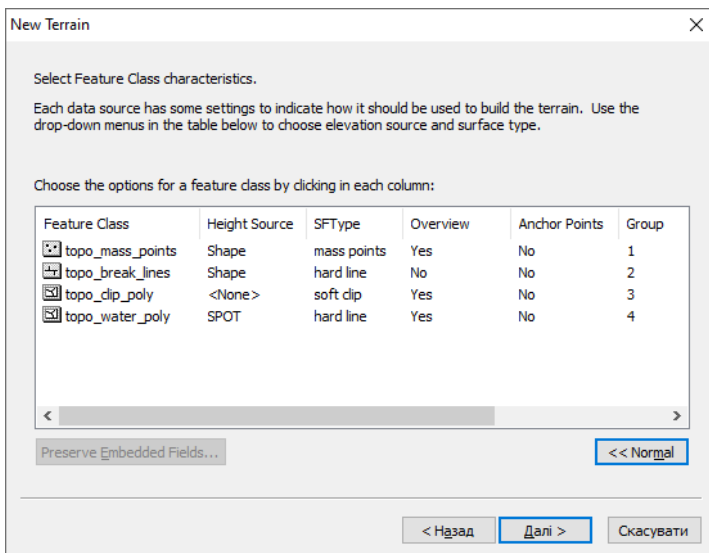


Рис. 3.7. Налаштування властивостей окремих класів при створенні набору terrain

На наступному етапі визначаємо параметри пірамід для набору даних. Пірамідні шари terrain використовуються для створення поверхонь різної роздільної здатності. Концептуально вони аналогічні пірамідним шарам растрових даних (тобто грубіші пірамідні шари використовуються для того, щоб дрібномасштабні зображення швидше промальовувалися), але є і відмінності. Найбільш важливим є те, що вони складаються з векторних вимірювань, а також містять вертикальну компоненту вимірювань певної точності, тому ці шари можна використовувати не тільки для зручного відображення, але й для аналізу.

Для побудови набору terrain використовується два типи пірамід: *Z допуск* та *Розмір вікна*.

Піраміди типу *Z допуску* зменшують кількість точок для створення поверхонь, які знаходяться в межах приблизної вертикальної точності відносно даних з повною роздільною здатністю.

Піраміди типу *Розмір вікна* зменшують кількість точок на кожному рівні пірамід шляхом розподілу даних на рівні ділянки (вікна) та вибору однієї або двох точок з кожної ділянки як репрезентативних. Вибір ґрунтується на одному з наступних критеріїв: мінімальне або максимальне значення, або і мінімальне і максимальне значення *z*.

6. *Відмітьте перемикач* поруч із рядком *Z допуск* та натисніть кнопку *Далі* (рис. 3.8).

7. Натисніть кнопку *Додати* чотири рази та вручну задайте значення для *Z допуск* та *Максимальний масштаб* як показано на рисунку 3.9.

При таких налаштуваннях дані з повною роздільною здатністю будуть використовуватися, якщо карта відображається в масштабі 1:2500 або крупнішому. Між масштабами 1:2500 та 1:10000 використовуватимуться лише дані, необхідні для досягнення приблизного вертикального допуску 1,0 відносно даних з повною роздільною здатністю. Між масштабами 1:10000 та 1:25000 використовується допуск 2,5. Між масштабами 1:25000 та 1:50000 використовується допуск 5. Для будь-якого дрібнішого масштабу використовується допуск 10.

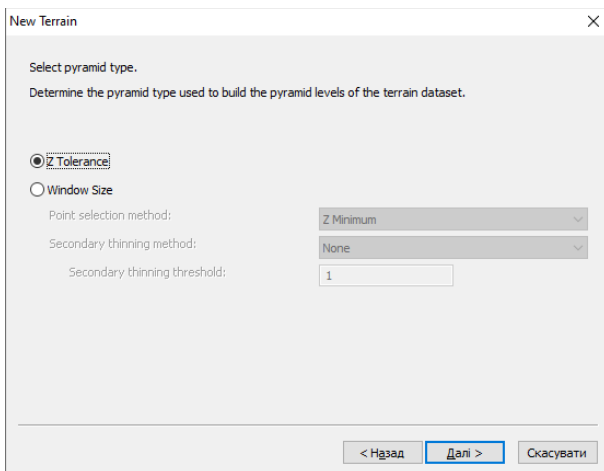


Рис. 3.8. Налаштування типу пірамід

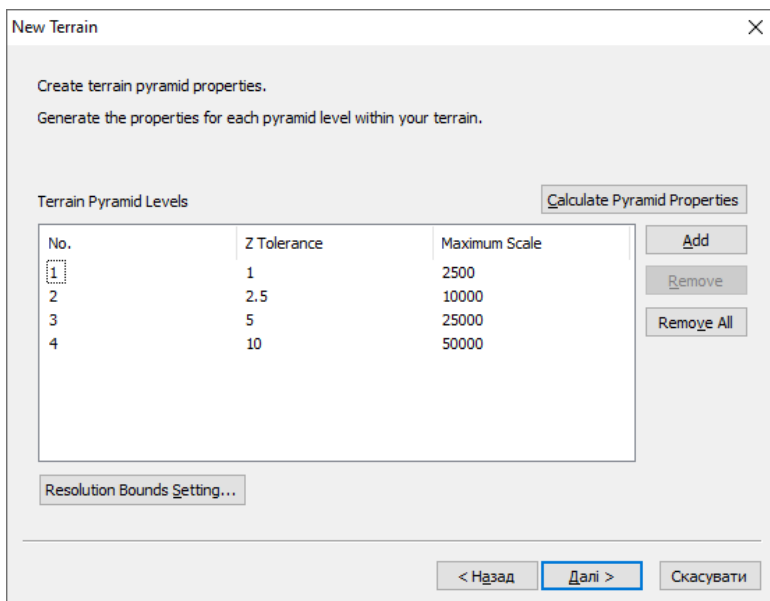


Рис. 3.9. Налаштування параметрів пірамідних рівнів

8. Натисніть кнопку *Межі роздільної здатності*, щоб відкрити діалогове вікно *Межі пірамідних рівнів роздільної*

здатності. Встановіть максимальний  $Z$  допуск для класу просторових об'єктів *topo\_break\_lines* як 1. Для інших класів прийміть значення за замовчуванням (рис. 3.10).

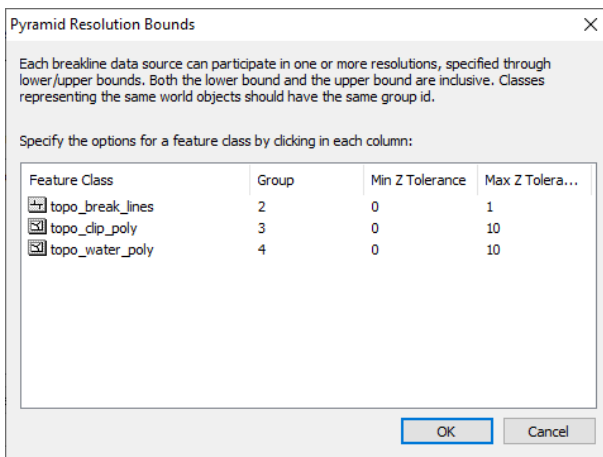


Рис. 3.10. Налаштування параметрів пірамідних рівнів роздільної здатності

У цьому діалоговому вікні допуски  $z$  регулюють на яких рівнях пірамідних шарів має місце примусове застосування. За допомогою заданих значень, структурні лінії можуть впливати на рівні пірамідних шарів із допусками  $z \geq 0$  та  $z \leq 1.0$ . Таким чином, структурні лінії впливатимуть на поверхню лише у масштабах крупніше 1:10000. Водні об'єктів та межі території діють у всіх масштабах. Це гарантує, що межі території завжди будуть правильні, а озера завжди залишатимуться плоскими.

9. Натисніть *Ok*, щоб закрити діалогове вікно *Межі пірамідних рівнів роздільної здатності* та натисніть кнопку *Далі* у вікні налаштуваннями  $Z$  допусків.

10. Відкривається вікно з інформацією про підсумкові налаштування. Натисніть кнопку *Готово*.

11. З'явиться запитання Чи хочете ви побудувати поверхню terrain? Оберіть *Так*, щоб запустити процес.

Коли процес побудови набору даних terrain буде завершено, новий набір даних з'явиться в дереві файлів панелі ArcCatalog всередині набору класів об'єктів topography.

### ***Перегляд набору даних Terrain в ArcMap***

1. Натисніть кнопку *Додати дані*, щоб відкрити створений набір даних *topography\_Terrain* (рис. 3.11).

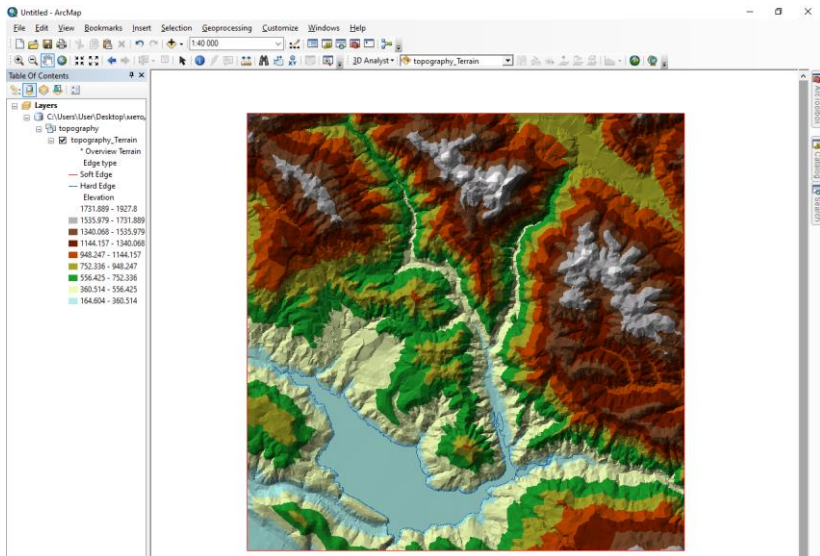


Рис. 3.11. Створений набір даних terrain

Набір даних terrain бере вимірювання з бази даних для рівня пірамідного шару, пов'язаного з поточним масштабом відображення. Вимірювання тріангулюються "на льоту" і промальовуються на екрані. Поточний рівень піраміди відображається у панелі змісту під назвою набору даних («\*Overview Terrain» / «\*Загальний вигляд» на рис. 3.11).

2. Перегляньте набір даних при різних рівнях масштабування та поверніться до загального вигляду кнопкою *Повний екстент*.

Загальний вигляд terrain це грубе відображення. Воно навіть грубіше, ніж найнижчий рівень детальності пірамід, який

вказувався при створенні набору даних. Загальний вигляд використовується за умовчанням при наближенні до повного екстенту для кращої швидкості промальовування.

Використання функції загального вигляду та обмеження кількості використовуваних точок вмикається у властивостях набору даних. Використання такого обмеження змушує шар terrain знижувати роздільну здатність відображення, якщо в поточній ситуації (екстент відображення, масштаб чи рівень пірамідного шару) потрібно занадто багато точок вимірів. Це допомагає підтримувати достатньо високу швидкість промальовування за рахунок не завжди точного дотримання вихідного визначення пірамідних шарів. При заниженні роздільної здатності поряд з назвою шару terrain у таблиці змісту з'являється зірочка. За замовчуванням використовується обмеження кількості точок 800 000.

3. Відкрийте діалогове вікно *Властивості шару terrain* на закладці *Відображення* та змініть значення *Застосувати обмеження точок* з 800 000 на 125 000 і натисніть кнопку *Ok*.

Тепер перерисовка зображення має відбуватися швидше, оскільки використовується лише 125 000 точок.

4. Використайте панель інструментів *3D Analyst* щоб побудувати профіль рельєфу за обраним напрямком (послідовність дій описано у лабораторній роботі №2).

Однак, при невеликому збільшенні зображення, інструменти панелі *3D Analyst* не активні. За замовчуванням вони активуються лише при відображенні terrain з повною роздільною здатністю. Щоб активувати їх при меншій роздільній здатності відкрийте діалогове вікно *Властивості шару terrain* та на закладці *Аналіз* змініть значення *Дозволити інструменти 3D Analyst при роздільній здатності* на 2.5 й натисніть кнопку *Ok*.

### ***Растеризація набору даних terrain***

Набори даних terrain можна конвертувати у растр, грунтуючись на екстенті, розмірі комірки та вертикальному допуску.

1. Відкрийте панель *ArcToolbox* та запустіть інструмент *3D Analyst Tools / Конвертація / 3 terrain / Terrain в растр*.

2. У діалоговому вікні *Terrain в растр* задайте наступні налаштування (рис. 3.12):

- виберіть набір даних *topography\_Terrain* у віконці *Вхідна поверхня terrain*;
- у рядку *Вихідний растр* задайте збереження растру в базу геоданих з ім'ям *topography\_grid*;
- у рядку налаштування *Тип вихідних даних* оберіть *FLOAT*, що залишить без змін вертикальну точність;
- у рядку *Метод* оберіть *NATURAL\_NEIGHBORS* (це займе трохи більше часу, ніж *LINEAR*, але результат вийде більш згладженим) ;
- у рядку *Відстань розбиття* задайте *CELLSIZE 10*;
- у рядку *Роздільна здатність пірамідних рівнів* задайте *1*. Поверхня буде дещо генералізована щодо даних з повною роздільною здатністю, але не надто, а весь процес растреризації виконається швидше;
- натисніть кнопку *Ok*.

Одержаний результат наведено на рисунок 3.13.

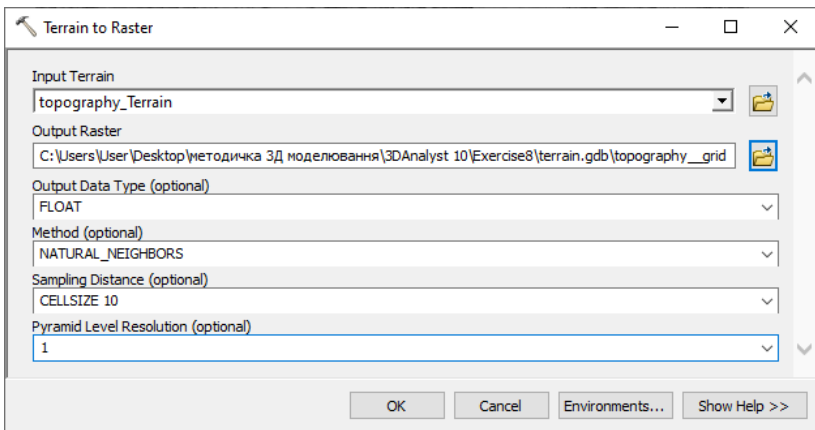


Рис. 3.12. Налаштування параметрів конвертації terrain у растр



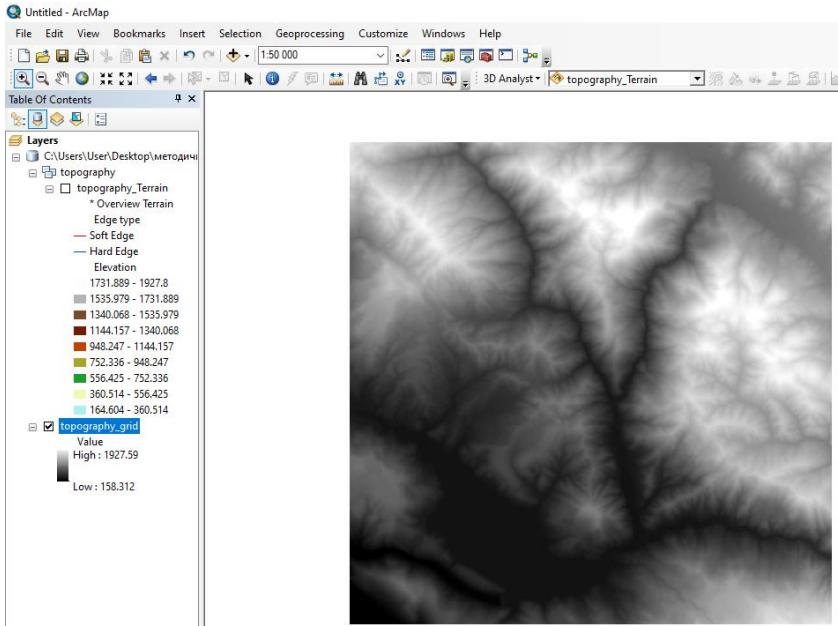


Рис. 3.13. Набір даних terrain конвертований у растр

Для кращої візуалізації растрової поверхні є можливість виконати її відмивку.

1. Відкрийте панель *ArcToolbox* та запустіть інструмент *3D Analyst Tools / Растрова модель поверхні / Відмивка*.

2. У діалоговому вікні *Відмивка* задайте наступні налаштування (рис. 3.14):

- виберіть растр *topography\_grid* у віконці *Вхідний растр*;
- у рядку *Вихідний растр* задайте збереження растру в базу геоданих з ім'ям *topography\_grid\_hillshade*;
- решту налаштувань залишіть за замовчуванням;
- натисніть кнопку *Ok*.

Одержаний результат наведено на рисунку 3.15.

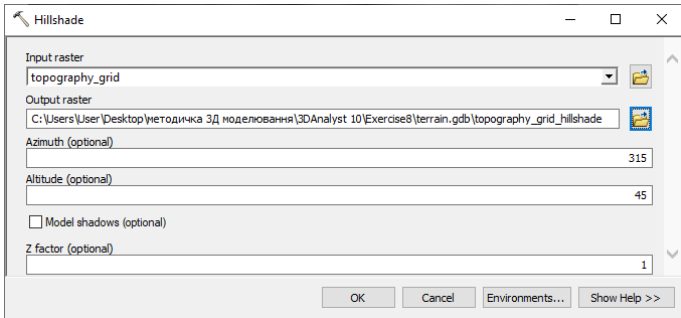


Рис. 3.14. Налаштування параметрів відмивки растру

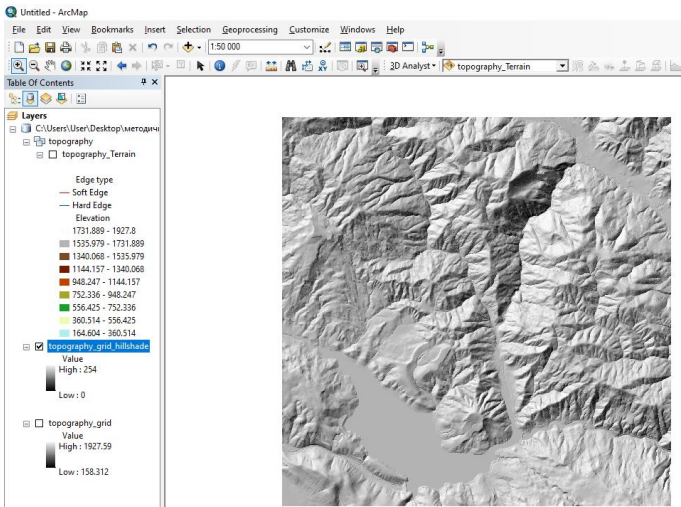


Рис. 3.15. Відмивка растру

### ***Використання набору даних Terrain, як шару рельєфу в ArcGlobe***

Набори даних terrain можна використовувати в ArcGlobe як шари рельєфу, що описують поверхню земної кулі.

1. Запустіть додаток ArcGlobe через меню Пуск.
2. Клацніть правою кнопкою миші на *Шари глобуса* у таблиці змісту, виберіть *Додати дані*, а потім – *Додати дані рельєфу* та оберіть з бази геоданих клас *topography\_Terrain*.

Якщо з'явиться вікно з попередженням про географічну систему координат – закрийте його кнопкою *Закрити*.

3. Клацніть правою кнопкою миші на *Шари глобуса* у таблиці змісту, виберіть *Додати дані*, а потім – *Додати дані драпування* та оберіть з бази геоданих класи *topography\_grid* та *topography\_grid\_hillshade*.

Якщо з'явиться вікно з попередженням про географічну систему координат – закрийте його кнопкою *Закрити*.

Якщо з'явиться вікно із запитанням про створення пірамід – натисніть *Так*.

4. У таблиці змісту клацніть правою кнопкою миші на одному із доданих шарів та натисніть *Наблизити до шару*.

5. При потребі перетягніть шари у таблиці змісту таким чином, щоб шар *topography\_grid* розташовувався вище від *topography\_grid\_hillshade*.

6. Клацніть правою кнопкою миші на *topography\_grid* та оберіть *Властивості*.

7. Перейдіть на вкладку *Символи/Розтяжка* та з випадаючого списку поля *Колірна схема* оберіть кольорову гаму наведену на рисунку 3.16 та натисніть кнопку *Застосувати*.

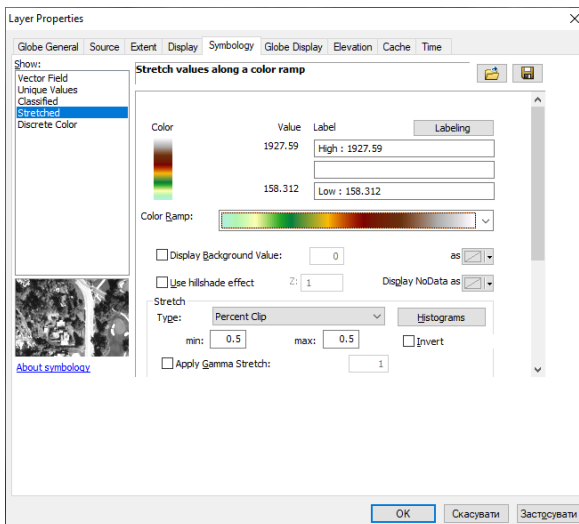


Рис. 3.16. Налаштування колірної гами рельєфу

8. У вікні *Властивості шару* перейдіть на вкладку *Відображення* та у полі *Прозорість* встановіть значення 50%. Натисніть кнопку *Ок*.

9. Використовуючи кнопки *Політ*, *Навігація*, *Положення спостерігача* перегляньте зображення у тривимірному вигляді (рис. 3.17).

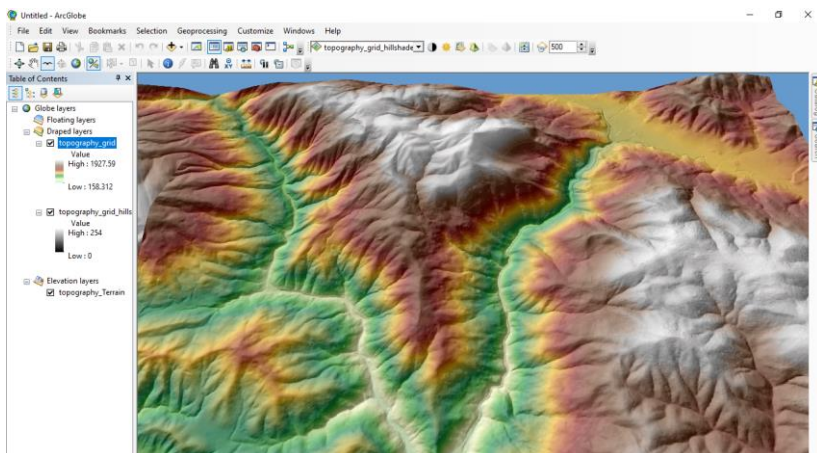


Рис. 3.17. Перегляд тривимірного зображення у ArcGlobe

**Завдання для самостійної роботи.** Використовуючи у ArcMar створений набір даних побудуйте лінію погляду по діагоналі з північно-західного до південно-східного кутка карти.

#### **Запитання для контролю.**

1. Що таке набір даних Terrain?
2. Як конвертувати хмару даних LIDAR у базу геоданих?
3. Як створити набір даних Terrain?
4. Як додати у набір даних Terrain межі берегової лінії озер, як структурні лінії?
5. Як конвертувати набір даних Terrain у растр?
6. Як створити відмивку рельєфу за растровою поверхнею?
7. Як відкрити набір даних Terrain у додатку ArcGlobe?

## *Лабораторна робота №4* *Основи роботи з анімацією*

**Мета:** навчитись створювати анімацію для демонстрації тривимірної сцени.

**Завдання:** створити анімацію різними способами.

Анімація – послідовність кадрів, для демонстрації динаміки явища.

Вихідні дані до завдання знаходяться у папці *3DAnalyst 10\Exercise5*. Зокрема, у ній є сцена *Final Animation\_A.sxd* з вже створеною анімацією та сцена *Animation.sxd*, у якій ми будемо налаштовувати необхідні ефекти. Ці сцени містять шари: рельєф (*Surface Data*), супутниковий знімок (*Photo.sid*), топографічна карта (*Topo.sid*), невідомий об'єкт (*UFO.lyr*) та його траєкторію руху (*Flight Path*).

### **Створити анімацію**

#### ***Перегляд існуючої анімації***

1. У ArcScene відкрийте сцену *Final Animation\_A.sxd* за допомогою команди *Файл/Відкрити*.

Ця сцена вже містить географічну інформацію та записані спеціальні ефекти, які об'єднані в анімацію.

2. Щоб переглянути анімацію сцени, потрібно підключити панель Анімації. У меню *Вигляд* вкажіть *Панелі інструментів* та виберіть *Анімація*. З'явиться панель *Анімація* (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Вигляд панелі Анімація

3. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Відкрити управління анімацією* та натисніть кнопку *Запуск*.

Анімація показує політ гіпотетичного невідомого літаючого об'єкта (НЛО) над місцевістю. Ми бачимо відтворення вже готової анімації. Далі розглянемо як створити анімацію з подібними ефектами.

### ***Створення анімації на основі кадрів камери (миттєвих)***

Існує три типи кадрів, які можуть використовуватись для побудови анімації. Перший тип – це кадр камери. Кадр камери є миттєвим знімком вигляду, який ви бачите у сцені. Другий тип – кадр шару, є знімком властивостей шару. Третій тип представляє кадр сцени, що зберігає властивості сцени.

Найпростішим способом створення анімацій є запис виглядів, які зберігатимуться як кадри. Записані вигляди є миттєвими знімками перспективи камери у сцені у певний момент часу. Кадр – це базовий елемент анімації. Кадри використовуються як пункти, між якими здійснюється переміщення камери у анімації.

1. У ArcScene відкрийте сцену *Animation.sxd* за допомогою команди *Файл/Відкрити*.

2. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Записати у вигляд*, щоб створити кадр камери, що показує всю область сцени.

У ArcScene шлях камери інтерполюється між кадрами, тому потрібно записати ще декілька виглядів, щоб зробити ролик, що демонструє анімацію.

3. Натисніть кнопку *Збільшити* на панелі *Інструменти* та наблизьте зображення до району *Goss Heights*, розташованому поблизу центру території.

4. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Записати у вигляд*, щоб створити кадр камери, що збільшену ділянку.

5. Натисніть кнопку *Повний екстент* на панелі *Інструменти* щоб відобразити всю досліджувану територію.

6. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Записати у вигляд*, щоб створити кадр камери, що показує всю область сцени.

7. Натисніть кнопку *Збільшити* на панелі *Інструменти* та наблизьте зображення до дамби розташованої на півдні озера Littleville.

8. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Записати у вигляд*, щоб створити кадр камери, що показує дамбу.

Записані вигляди зберігаються у вигляді набору кадрів камери. При програванні ролика буде показана згладжена анімація з переміщенням камери між збереженими кадрами.

### ***Перегляд та очищення анімації***

1. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Відкрити управління анімацією*, перемістіть панель убік, щоб вона не закривала основний екран та натисніть кнопку *Запуск*.

Якщо необхідно створити анімацію заново, можна її видалити.

2. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та вкажіть *Очистити анімацію*. Усі анімаційні ролики будуть видалені зі сцени.

### ***Налаштування тривалості відтворення анімації***

1. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Відкрити управління анімацією* та оберіть *Опції* (рис. 4.2).

2. У рядку *За тривалістю* задайте бажану тривалість програвання анімації у секундах.

3. Щоб закрити відображення додаткових налаштувань ще раз натисніть *Опції*.

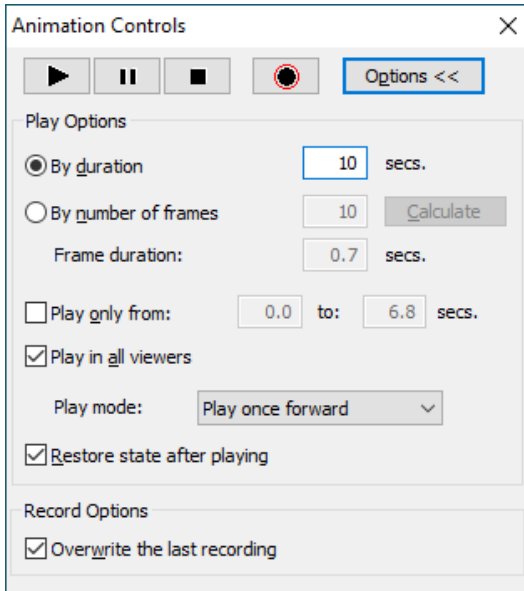


Рис. 4.2. Налаштування тривалості програвання анімації

### **Створення анімації на основі закладок**

Інший спосіб створення кадрів для анімації полягає в імпорті відмічених закладками перспективних виглядів сцени.

1. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та вкажіть *Створити кадр*.

2. У вікні *Створити кадр анімації* у випадаючому списку *Тип* оберіть *Камера*. Натисніть *Новий* для створення нової анімації та натисніть кнопку *Створити*.

Таким чином ми створили анімацію з одним кадром камери, що відображає повний екстент сцени. Імпортуємо ще декілька закладок для створення інших кадрів анімації.

3. У вікні *Створити кадр анімації* позначте пункт *Імпорт із закладки*, у випадаючому списку вкажіть *Goss Heights* (рис. 4.3) та натисніть кнопку *Створити*.

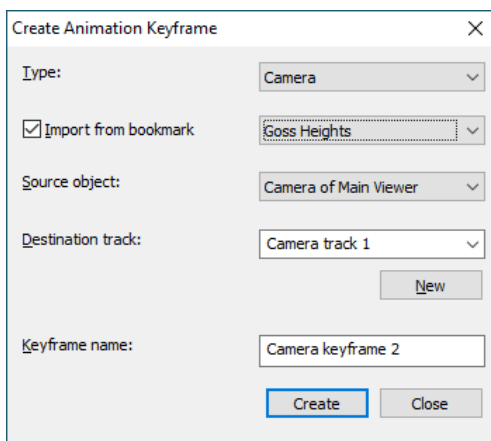


Рис. 4.3. Імпорт кадрів у анімацію на основі закладок

4. Для додавання третього кадру у випадаючому списку *Імпорт із закладки* вкажіть *LittleVille Dam* та натисніть кнопку *Створити*.

5. У вікні *Створити кадр анімації* натисніть кнопку *Закрити*.

6. На панелі *Анімація* натисніть кнопку *Відкрити управління анімацією* та натисніть кнопку *Запуск*.



### ***Створення анімації на основі польоту над територією***

Ще одним способом створення анімації є запис в реальному часі керованого польоту над сценою.

1. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та вкажіть *Очистити анімацію*, щоб видалити попередню анімацію.

2. Натисніть на кнопку *Політ* на панелі *Інструменти*, який дозволить віртуально пролетіти над нашою сценою.

3. На панелі *Управління анімацією* натисніть кнопку *Запис*, щоб розпочати записувати вигляд сцени під час польоту (запис розпочнеться відразу при натисканні кнопки, якщо ви ще не рухаєтеся, це відобразиться у ролику).

4. Натисніть у центрі сцени лівою кнопкою миші, щоб активувати інструмент *Політ*. Політ розпочнеться в режимі зависання, коли точка огляду йтиме за курсором. Вкажіть поворотом миші бажаний напрям руху. *Натисніть ще раз*, щоб розпочати проліт над сценою. Напрямок руху задаємо *поворотом миші*, натискання *лівою кнопкою миші* збільшує швидкість польоту, *правою кнопкою* – зменшує швидкість, вихід з режиму польоту – кнопка *Esc*.

5. На панелі *Управління анімацією* натисніть кнопку *Стоп*, щоб зупинити запис.

6. На панелі *Управління анімацією* натисніть кнопку *Запуск*, щоб переглянути анімацію, що ви записали.

### ***Створення анімації на основі групи шарів***

Під час анімації можна змінювати відображення шарів на сцені.

1. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та вкажіть *Очистити анімацію*, щоб видалити попередню анімацію.

2. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та вкажіть *Створити групу анімацію*.

3. У вікні *Створити групу анімацію* виберіть шар *Image Data*, пересуньте бігунок *Зміни переходів* приблизно на *чверть праворуч*, позначте опцію *Злиття шарів під час переходів* (рис. 4.4) та натисніть кнопку *Ok*.

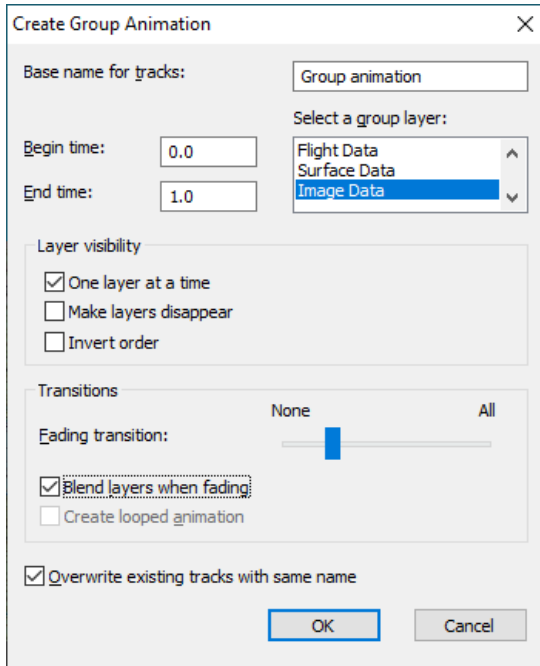


Рис. 4.4. Налаштування групової анімації

4. На панелі *Управління анімацією* натисніть кнопку *Запуск*, щоб переглянути створену групову анімацію.

### ***Відключення відтворення анімацій у Менеджері анімацій***

Замість видалення попередніх анімацій можна просто вимкнути їх відтворення у Менеджері анімацій.

1. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та вкажіть *Менеджер анімацій*.

2. У вікні *Менеджер анімацій* перейдіть на закладку *Треки* та зніміть позначки з анімацій, які не потрібно відтворювати у даний момент (рис. 4.5). Натисніть кнопку *Закрити*.

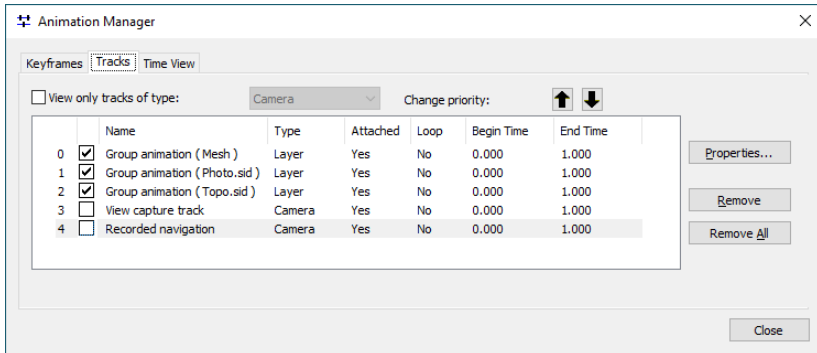


Рис. 4.5. Керування відтворенням анімацій у Менеджері анімацій

### **Створення анімації з рухом об'єкта вздовж заданої траєкторії (шляху)**

Ще однією з можливостей, яка доступна при анімації є рух об'єкта через сцену вздовж вибраного лінійного об'єкта.

1. У таблиці змісту увімкніть видимість шару *Flight Path*.
2. Клацніть *правою кнопкою миші* на шарі *Flight Path* у таблиці змісту та вкажіть *Вибірка / Вибрати все*.
3. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та оберіть *Рухати шар вздовж шляху*.

4. У вікні *Рухати шар вздовж шляху* у випадяючому списку *Шар* виберіть *UFO.lyr*. У рядку *вертикальне зміщення* задайте 75 (висота об'єкта при польоті над поверхнею) (рис. 4.6).

В ArcScene можна покращити симуляцію польоту об'єкта, наприклад, літака вздовж заданого шляху, зробивши так, щоб він був направлений у той бік, куди він рухається, і хилився з боку на бік, начебто при віражах.

5. У вікні *Рухати шар вздовж шляху* натисніть кнопку *Установки орієнтації*. Увімкніть опцію *Обчислити з шляху*, щоб обчислити ухил, виходячи із форми шляху. Наберіть 1 у рядку *масштабний коефіцієнт* (рис. 4.7) та натисніть *Ок*.

6. У вікні *Рухати шар вздовж шляху* натисніть *Імпорт*, щоб імпортувати вибрану лінію як траєкторію польоту.

7. У вікні *Менеджер анімацій* на закладці *Треки* зніміть позначки з анімацій, які не потрібно відтворювати, залишивши лише *Трек вздовж шляху* (рис. 4.8) та натисніть *Закрити*.

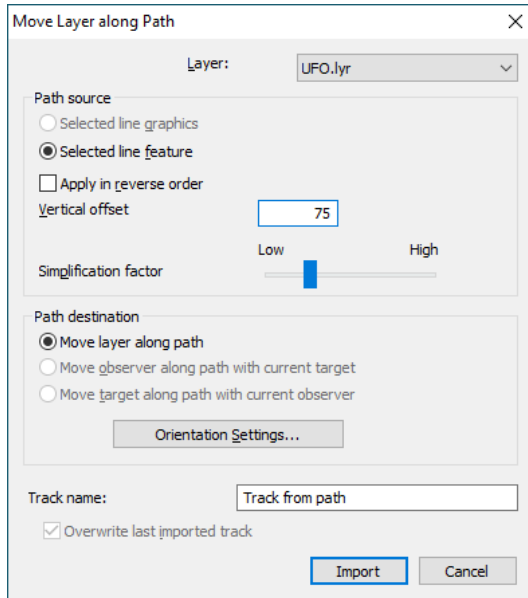


Рис. 4.6. Налаштування параметрів руху об'єкта вздовж шляху

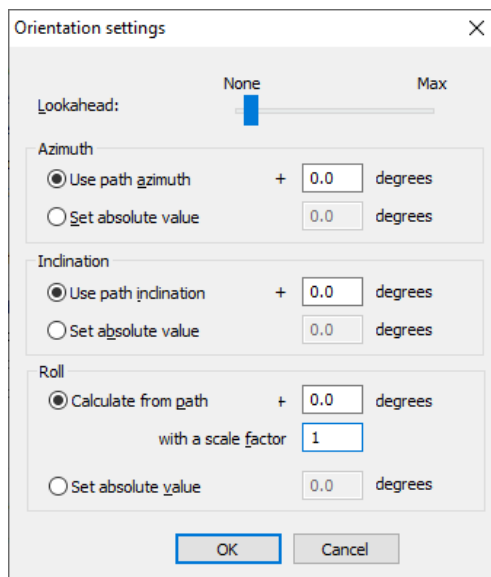


Рис. 4.7. Налаштування параметрів орієнтації об'єкта

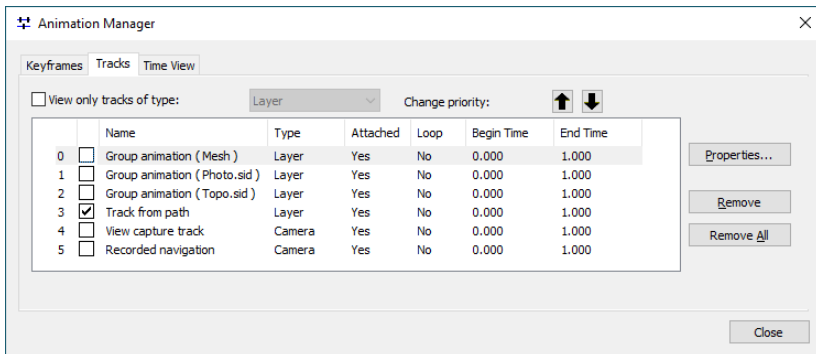


Рис. 4.8. Налаштування відтворення анімації треку вздовж шляху

8. У таблиці змісту вимкніть видимість шару *Flight Path*.

9. На панелі *Управління анімацією* натисніть кнопку *Запуск*, щоб побачити як НЛО летить вздовж заданого шляху.

### ***Створення анімації з прольотом камери вздовж заданої траєкторії (шляху)***

Також у ArcScene є можливість переміщати камеру вздовж траєкторії польоту так само, як щойно переміщувався об'єкт. Створимо комбіновану анімацію, доповнивши попередню.

1. Переконайтеся, що лінія з шару *Flight Path*, все ще вибрана, або при потребі виберіть її знову.

2. Перемістіть точку камери до центру сцени, щоб забезпечити кращу позицію спостереження. Для цього у меню *Закладки* виберіть *UFO*.

3. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація* та оберіть *Створити анімацію польоту з шляху*.

4. У вікні *Створити політ з шляху* відмітьте *Рухати ціль вздовж шляху до поточного спостерігача* (рис. 4.9) та натисніть *Імпорт*.

5. На панелі *Управління анімацією* натисніть кнопку *Запуск*. Будуть програватися обидві анімації – шар НЛО рухається і камера слідує за його рухом.

6. У таблиці змісту вимкніть видимість шару *Toro.sid*, щоб ортофото стало видимим.

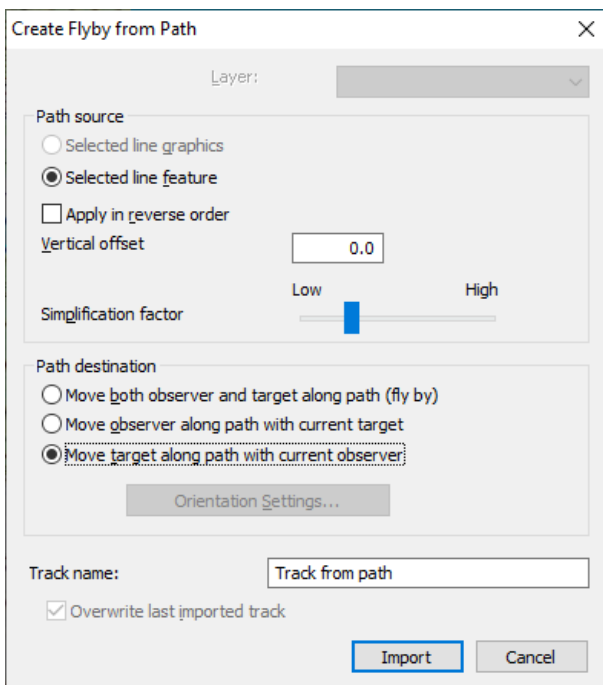


Рис. 4.9. Налаштування параметрів прольоту камери вздовж шляху

7. Анімація програться занадто швидко. На панелі *Управління анімацією* натисніть кнопку *Опції* та задайте 20 у рядку *За тривалістю*.

8. На панелі *Управління анімацією* клацніть *Опції*, щоб згорнути додаткові налаштування та натисніть кнопку *Запуск*.

9. Можна автоматично змінювати видимість шарів під час прольоту, якщо поєднати створену анімацію з попередньою групою. Для цього потрібно відмітити необхідні треки у *Менеджері анімацій* (рис. 4.10) та закрити вікно менеджера.

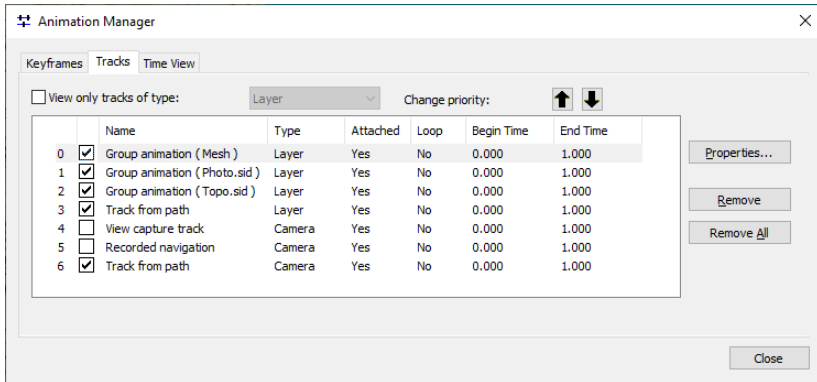


Рис. 4.10. Налаштування комбінованої анімації

### ***Збереження анімації у документі сцени***

Для збереження створеної анімації достатньо просто зберегти документ сцени через команду *Файл / Зберегти як*. Це дозволить запускати анімацію з цього документа при наступних відкриттях або відкритті на інших комп'ютерах зі встановленою програмою ArcGis.

### ***Збереження анімації у відеофайл***

Крім того є можливість зберегти створену анімацію в окремий відеофайл. На панелі *Анімація* натисніть *Анімація*, оберіть *Експорт анімації* та вкажіть шлях для збереження файлу.

**Завдання для самостійної роботи.** Створіть анімацію з рухом об'єкта НЛЮ за маршрутом створеним власноруч.

### **Запитання для контролю.**

1. Для чого потрібна анімація?
2. Як створити анімацію з миттєвих кадрів?
3. Як створити групову анімацію з декількох шарів?
4. Як налаштувати тривалість анімації?
5. Як створити комбіновану анімацію з декількох треків?
6. Як налаштувати проліт камери вздовж заданого шляху?

## ЛІТЕРАТУРА

1. ArcGIS 9. Using ArcGIS 3D Analyst. 2008. 124 с. URL: [https://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/pdf/3D\\_Analyst\\_Tutorial.pdf](https://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/pdf/3D_Analyst_Tutorial.pdf)
2. ArcGis 10. 3D Analyst Tutorial. 2010. 196 с. URL: <https://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/pdf/3d-analyst-tutorial.pdf>
3. YouTube-канал Геодезія та геоінформатика URL: <https://www.youtube.com/channel/UCVAjmylGnCxу-3FJZrbgGnw/videos>