

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК І ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра гідрогеології та інженерної геології

Д.В. Рудаков

**Методичні вказівки до виконання практичних робіт
з дисципліни «Методи обробки геоданих»
для здобувачів ступеня бакалавра
освітньо-професійних програм «Геологія» і «Водні ресурси та
геобезпека» спеціальності 103 Науки про Землю**

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Рудаков Д.В.

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Методи обробки геоданих» для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійних програм «Геологія» і «Водні ресурси та геобезпека» спеціальності 103 Науки про Землю / Д.В. Рудаков ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 34 с.

Автор:

Д.В. Рудаков, д-р техн. наук, проф.

Погоджено науково-методичною комісією спеціальності 103 Науки про Землю (протокол № 4 від 15.06.2023) за поданням кафедри гідрогеології та інженерної геології (протокол № 17 від 13.06.2023).

Методичні рекомендації призначено для самостійної роботи студентів освітнього рівня бакалавра спеціальності 103 Науки про Землю при виконанні практичних робіт з дисципліни «Методи обробки геоданих». Вони націлені на формування умінь з використання програмних засобів для графічного представлення геоданих у вигляді карт і діаграм.

Наведено основну інформацію для роботи у програмах Surfer та Grapher, і ефективного використання наявних інструментів обробки геоданих. Подано інструкції до практичних робіт для карт і діаграм різних типів з урахуванням їх можливих застосувань у науках про Землю. Наведено зображення очікуваних результатів, що полегшуватиме процес виконання робіт.

Рекомендації орієнтовано на активізацію розвитку практичних навичок в процесі навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри гідрогеології та інженерної геології А.М. Загриценко, д-р техн. наук, доц.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Створення карт у програмі Surfer.....	4
1.1. Основи роботи у програмі Surfer.....	4
1.2. Інструкції до виконання практичних робіт.....	12
1.3. Контрольні питання по роботі у програмі Surfer.....	19
2. Створення діаграм у програмі Grapher.....	20
2.1. Основи роботи у програмі Grapher.....	20
2.2. Інструкції до виконання практичних робіт.....	25
2.3. Контрольні питання по роботі у програмі Grapher.....	30
Перелік використаних джерел.....	31
Додаток. Короткий англо-український словник термінів, уживаних у програмах Surfer і Grapher.....	32

ВСТУП

Методичні вказівки мають на меті забезпечити комп'ютерну підготовку студентів з обробки геологічних даних, їх наочного представлення, візуалізації, аналізу та формування карт та зображень для звітів. Містяться інструкції до виконання практичних робіт у програмі Surfer для побудови дво- та тривимірних карт і зображень, і у програмі Grapher для побудови широкого кола графіків і діаграм, у тому числі спеціального виду. Ці програми широко використовуються останнім часом для обробки геоданих і проведення відповідних обчислень.

Виконання практичних робіт у програмах Surfer і Grapher формуватиме уміння з використання інформаційних технологій, картографічних моделей в галузі наук про Землю, що є ефективними інструментами аналізу складу і будови геосфер на різних просторово-часових масштабах, які дозволяють упорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень. Програми, що вивчаються, дозволяють створювати карти, які наочно і компактно відтворюють особливості рельєфу території, її геологічної будови, вмісту речовин у різних геосферах. Суттєвою перевагою розглянутих програм є можливість конвертації в них файлів різних типів, створених у інших широко застосовуваних програмах з обробки геоданих, їх імпорту й експорту.

Відповідний розділ методичних вказівок містить достатньо інформації для самостійного виконання робіт, особливо щодо формування зовнішнього вигляду карт. Зокрема, надано інформацію щодо формату файлів, створення сіткових файлів та карт на основі сіткових файлів, а також редагування карт і діаграм.

1. СТВОРЕННЯ КАРТ У ПРОГРАМІ SURFER

Продукти компанії Golden Software містять широкий спектр засобів для обробки геологічної інформації і адаптовані до специфіки геоданих [1]. Програма Surfer використовується для побудови дво- та тривимірних карт, переважно для представлення інформації у вигляді контурних карт та поверхонь [2], цьому присвячено кілька навчальних видань та довідників [3,4]. Для подальшого ознайомлення рекомендуються програма Voxler для тривимірного представлення геоданих і програма Strater для візуалізації та аналізу стратиграфічних колонок, даних зі свердловин, побудови розрізів.

1.1. Основи роботи у програмі SURFER

Структура інтерфейсу змінювалася в процесі оновлення програми; її загальний вид описано в табл. 1. Простір вікна програми включає пункти меню, групи піктограм, вікна Менеджера об'єктів (Object manager) та Менеджера властивостей (Property manager), простір листа для зображень і рядок стану.

Зміст і призначення пунктів меню програми Surfer

Пункт меню	Призначення
<i>File</i>	Відкриття, закриття, імпорт, збереження та друк файлів
<i>Edit</i>	Скасування, вирізання, копіювання, вставлення, видалення та вставлення
<i>View</i>	Масштабування та перерисовування, відображення панелей інструментів, сітки малювання, рядка стану та лінійок
<i>Draw</i>	Додавання підписів, багатокутників, поліліній, символів, прямокутників, еліпсів, сплайнових поліліній
<i>Arrange</i>	Упорядкування карт, їх вирівнювання, поворот, трансформації, групування та розгрупування об'єктів
<i>Grid</i>	Створення сіткових файлів, операції з ними та перетворення координат
<i>Map</i>	Створення нових карт, додавання шарів карти, оцифрування, налаштування вигляду карти, накладання карт, розділення шарів, редагування контурів та позначок, експорт контурів
<i>View</i>	Налаштування параметрів програми та окремих функцій
<i>Window</i>	Пункти меню для керування вікнами

Формати файлів. Дані, які обробляються в програмі, часто представлені на нерегулярній сітці у форматах файлів *dat (txt)* та *bln*, а в результаті обробки створюються файли на регулярній сітці *grd* та файли зображень *srf* (табл. 2). Всього у програмі можуть оброблятися понад 20 типів файлів векторних та растрових даних. Більш детальна інформація стосовно типів файлів див. [3]

Характеристика найбільш поширених форматів файлів, що використовуються у програмі Surfer

Розширення файлу	Опис форматування даних	Призначення файлу
<i>dat (txt)</i>	Дві колонки з координатами точок (X та Y), та одна або більше колонок зі значеннями функції у точках з цими координатами: $X, Y, Z_1 = F_1(X, Y), Z_2 = F_2(X, Y), \dots$	Вихідні дані для побудови карт поверхонь
<i>dat (txt)</i>	Дві колонки з координатами точок (X та Y), та одна або більше колонок, які використовуються як позначки біля точок з цими координатами	Зображення окремих пунктів
<i>bln</i>	Колонки з координатами точок (X та Y), які визначають контур певної області, розміри й назви їх фрагментів	Зображення областей або контурів

Розширення файлу	Опис форматування даних	Призначення файлу
<i>grd</i>	Файл спеціального формату, що створюється після обробки <i>dat</i> -файлів з інформацією про поверхню	Зображення карт та поверхонь
<i>srf</i>	Файл, що містить інформацію про повністю побудовану карту на основі файлів з розширенням <i>grd</i> , <i>dat</i> , <i>bln</i>	Вигляд карти з установками користувача

Створення сіткових файлів. Файли, що мають розширення *grd*, необхідні для створення сіткових карт. До таких карт належать контурні карти, карти образів, карти із тіншовим рельєфом, векторні карти, каркасні карти, карти-поверхні тощо.

Сіткові файли створюються за допомогою пункту *Data* меню *Grid*. Перед цим вже мають бути підготовлені дані у файлі з розширенням *dat*, представлені як колонки з координатами точок (X, Y) та значеннями функції у них $F_1(X, Y)$, $F_2(X, Y), \dots$. У діалоговому вікні, що з'явиться, вибирається *dat*-файл з відповідними даними, який буде використовуватися для створення сіткового файлу з розширенням *grd*. У цьому вікні можна змінити, зокрема, метод побудови сіткового файлу (*Gridding Method*), ім'я створюваного файлу (*Output Grid File*) та зовнішні межі й густину створюваної сітки (*Grid Line Geometry*).

Меню *Grid* включає, зокрема, такі можливості з обробки геоданих.

1. Визначити координати та значення функції уздовж розрізу, який задається користувачем, у пункті *Slice*; результати цієї операції можна отримати у файлах формату *bln* та *txt*, причому довжина вимірюється від початку розрізу.

2. Визначити об'єми та площі у пункті *Volume*; причому значення їх у згенерованому звіті інтерпретуються так: *positive* і *negative* відносяться до ізолінії або рівня, нижчого або вищого заданого значення, *net volume* – до «чистого» об'єму, *planar* і *surface area* – до площі проекції та площі поверхні.

3. Переглядати й редагувати значення функції Z у точках сіткового файлу *grd* у пункті *Grid Node Editor*;

4. Виконувати елементарні арифметичні операції зі значеннями функцій з різних *grd*-файлів у пункті *Math* (додавання, віднімання, множення, ділення).

5. Розраховувати значення для поверхні, заданої певною функцією у пункті *Function*;

6. Виконувати згладжування ізоліній сплайнами у пункті *Spline smooth* задля отримання більш гладких контурів.

7. У пункті *Transform* виконувати такі трансформації файлів: зміщувати координати (*offset*), обертати прямокутні ділянки на заданий кут (*rotate*), масштабувати координати (*scale*), дзеркально відображувати прямокутні ділянки (*mirror*).

8. Конвертувати у інший тип файлів, що розпізнаються у зовнішніх графічних програмах у пункт *Convert* у меню *Grid*; також є подібні можливості у пункті *Export* меню *File*.

9. Перевіряти точність обчислення сітки уздовж заданого розрізу у пункті *Residuals*;

10. Суміщати кілька прямокутних ділянок на єдиній координатній базі у пункті *Mosaic*.

Створення карт на основі сіткових файлів. Для створення карт можна використовувати як пункти меню *Map* (табл. 3), так і піктограми на панелі інструментів над областю рисунку. Після обрання пункту *New* вибирається потрібний тип карти. Використання пункту (*Add*) додає нові карти чи поверхні до вже існуючих.

Таблиця 3

Види карт, що створюються на основі сіткових файлів

Вид карти	Графіки, що обираються пунктами <i>New</i> або <i>Add</i>
Контурні карти	<i>Contour Map</i>
Кarti образів	<i>Image Map</i>
Кarti із тіншовим рельєфом	<i>Shaded relief maps</i>
Векторні карти	<i>Vector maps</i>
Каркасні карти	<i>Wireframe maps</i>
Тривимірні карти поверхні	<i>Surface maps</i>
Кarti вододілів	<i>Watershed maps</i>
Кarti точкових класифікованих об'єктів	<i>Classed post maps</i>

Щоб карта заповнювала весь доступний простір вікна, використовується пункт *Fit to Window* меню *View*.

Після виконання всіх робіт по створенню та редагуванню карти або на будь-якому проміжному етапі можна зберегти карту у форматі документа *Surfer* з розширенням *surf*. Цей файл буде містити всю інформацію, необхідну для продовження роботи з побудованою картою надалі. При збереженні карти параметри масштабування та форматування будуть збережені.

Меню *Map* включає, зокрема, такі можливості з обробки геоданих.

1. Визначати координати точок, визначених курсором миші, у пункті *Digitize*; результат записується у форматі *dat(txt)*-файлу і може використовуватись у подальших операціях.

2. Вимірювати відстані та площі фігур, визначених курсором миші у пункті *Measure*; при цьому виміряні значення відображаються у спеціальному вікні.

3. Повертати карту в пункті *Trackball* під потрібним кутом.

4. Редагувати мітки ізоліній у пункті *Edit contour labels*.

5. Експортувати дані у файли в Cad-сумісних форматах у пункті *Export Contours*.

Редагування карт. Зовнішній вигляд карти та осей змінюється у вкладках вікна Менеджера властивостей (*Property manager*) при виборі зображення або однієї з його осей. Всі об'єкти на листі, включно карти, осі, рисовані користувачем лінії та підписи, можна редагувати у вікні Менеджера об'єктів (*Object manager*). Положення об'єктів на листі визначається у групі піктограм «Position/Size», зазвичай під рядом стандартних піктограм; їх значення «X:» та «Y:» – крайні положення відносно горизонталі та вертикалі на листі, «W:» та «H:» – горизонтальний та вертикальний розмір об'єкту.

Значення пунктів меню та опцій наведені у табл. 4 та 5.

Таблиця 4

Пункти меню для редагування карти

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>View</i>	<i>Projection</i> <i>Rotation</i> <i>Title</i> <i>Field of view</i>	Вид на карту Поворот карти у площині рисунку точки Заголовок (назва) Зміна позиції виду на карту
<i>Scale</i>	<i>Map units per in</i> <i>Length per units</i>	Кількість одиниць виміру в дюймі Довжина (осі) в одиницях виміру (часто дюймах)
<i>Limits</i>	<i>xMin, xMax, yMin,</i> <i>yMax</i>	Діапазони координат, в яких виводиться графічна інформація

Таблиця 5

Пункти меню для редагування осей карт

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>General</i>	<i>Title text</i> <i>Offset along (from) axis</i> <i>Labels</i> <i>Angle</i> <i>Label format</i> <i>Font properties</i>	Підпис осі Зменшення підпису вздовж (від) осі Підпис осі Кут нахилу підписів Формат підписів (вид чисел) Властивості шрифтів, позначок
<i>Ticks</i>	<i>Style</i> <i>Length</i> <i>Major (minor) ticks</i>	Позиціонування рисок Довжина позначок Головні (проміжні) риси біля позначок
<i>Scaling</i>	<i>Scaling</i> <i>Axis (minimum, maximum)</i> <i>Tick positions</i> <i>Axis position</i>	Масштаб осей Нижня та верхня межа осі Межі рисок біля підписів Позиції перетину інших осей

Вкладка	Пункт меню	Призначення
	<i>Grid lines</i> <i>Major (minor) grid lines</i> <i>Line properties</i>	Лінії сітки Головні (проміжні) лінії сітки Властивості ліній

Основні властивості контурної карти, контурної області, сіткової поверхні змінюються у Менеджері об'єктів після вибору карти (Табл. 6 – 14).

Таблиця 6

Пункти меню для редагування контурної карти

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>Level</i>	<i>Minimum (maximum) contour,</i> <i>Contour interval</i> <i>Fill contours (colors)</i> <i>Color scale</i> <i>Major (minor) contours</i> <i>Line properties:</i> <i>style, color, opacity, width</i>	Контур з мінімальним і максимальним значенням Інтервал між контурами Заливка рисунку Задавати кольорову шкалу Головні (проміжні) контури Властивості ліній: тип, колір, прозорість, товщина
<i>Layer</i>	<i>Show labels</i> <i>Opacity</i>	Показати підписи Задавати прозорість шару

Таблиця 7

Пункти меню для редагування векторної карти (Vector Map)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>Symbol Properties</i>	<i>Style</i> <i>X (Y) frequency,</i> <i>Color Scaling</i>	Вибрати вид стрілки (вектору) Частота розтушування стрілок Спосіб визначення кольору стрілки відповідно до обчисленого діапазону
<i>Scaling</i>	<i>General</i> <i>Symbol origin</i>	Масштабування Точка прив'язки до стрілки
	<i>Scaling Method</i>	Вибрати спосіб масштабування стрілки
	<i>Reverse vector orientation</i>	Вибрати орієнтацію стрілок у зворотному напрямку
	<i>Show Scale Legend</i>	Підписати масштаб стрілок згідно обчисленого діапазону
	<i>Minimum (maximum)</i>	Визначити діапазон розмірів стрілок
	<i>Shaft Length</i>	Задати довжину основної частини стрілки
	<i>Head Length</i> <i>Symbol Width</i>	Задати довжину передньої частини стрілки Задати діапазон товщини стрілки

Таблиця 8

Пункти меню для редагування контурної області (Base map)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>Fill</i>	<i>Pattern Foreground (background)</i>	Задати спосіб заливки Передній (задній) фон

Таблиця 9

Пункти меню для редагування карти образу (Image Map)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>General</i>	<i>Colors</i>	Вибрати палітру зображення
	<i>Interpolate Pixels</i>	Виконати інтерполяцію між пікселями, що дає більш згладжене зображення
	<i>Show Color Scale</i>	Показувати кольорову шкалу значень

Таблиця 10

Пункти меню для редагування тіньової карти рельєфу (Shaded Relief Map)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>General</i>	<i>Colors</i>	Вибрати палітру зображення
	<i>Gradient Method</i>	Вибрати метод для розрахунку градієнту тіні
	<i>Shading Method</i>	Вибрати метод відображення тіні
	<i>Z-scale factor</i>	Задати параметр масштабування висоти. Збільшення параметру робить зображення більш контрастним.
	<i>Light Position Angles</i>	Позиціонувати кут від точки освітлення на поверхню

Таблиця 11

Пункти меню для редагування карти вододілу (Watershed Map)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>General</i>	<i>Depression: Fill Depressions Show Streams</i>	Заповнювати певним кольором області пониження рельєфу Показувати уявні струмки, що знаходяться у найбільш понижений лінії у межах виділеної «водозбірної площі»
	<i>Threshold (cells)</i>	Визначати кількість комірок сітки в одній «водозбірній площі», що дозволяє регулювати кількість таких площ у межах графіку

Таблиця 12

Пункти меню для редагування сіткової поверхні (3D Wireframe)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>General</i>	<i>Show upper (lower) surface</i>	Показувати верхню (нижню) частину поверхні
	<i>Remove hidden lines</i>	Видалити ті лінії, що є невидимими через перекривання поверхнею
	<i>Plot lines of Constant X (Y, Z)</i>	Рисувати лінії на поверхні при постійних значеннях координати X (Y , Z)
	<i>Show Base</i>	Показувати основу поверхні
<i>Z levels</i>	<i>Z levels</i>	Задавати діапазон координати Z для відображення поверхні, а також кількість і властивості ізоліній
<i>Color Zones</i>	<i>Color Zones</i>	Задавати колір та інші властивості відображуваних ліній

Таблиця 13

Пункти меню для редагування поверхні (3D Surface)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>General</i>	<i>Show Color Scale</i>	Показувати кольорову шкалу значень висоти поверхні
	<i>Material Color upper (lower)</i>	Задавати палітру для зафарбування верхньої (нижньої) частини поверхні
	<i>Shininess</i>	Редагувати параметри відблиску
	<i>Show Base</i>	Показувати основу поверхні
<i>Mesh</i>	<i>Lines of Constant X (Y): Draw Lines</i>	Рисувати лінії поверхні при постійних значеннях координати X (Y)
<i>Lighting</i>	<i>Model</i>	Освітлення (поверхні); задавати тип освітлення
	<i>Light Position</i>	Корегувати позицію джерела світла (у градусах)
	<i>Light Colors</i>	Кольори освітлення
	<i>Overlay</i>	Задавати параметри накладання рисунків

Пункти меню для редагування карти точкових об'єктів (Post та Classed Post)

Вкладка	Пункт меню	Призначення
<i>General</i>	<i>X (Y) coordinates, Symbol, Angle</i>	Визначати колонки, з яких зчитуються координати точок, їх позначки та кут нахилу позначки на графіку
	<i>Default Symbol</i>	Задавати символ, що використовується за замовченням
	<i>Symbol Set</i>	Вказати шрифт, з якого відображується символ
	<i>Default angle</i>	Звичайний кут нахилу символу
	<i>Sizing method</i>	Спосіб задавати розмір символу (фіксований або пропорційний значенням з певної колонки)
	<i>Symbol Size</i>	Розмір символу
<i>Labels</i>	<i>Worksheet column</i>	Вказати імена колонки, з якої зчитуються символи – позначки зображуваних пунктів (A, B, C, D...)
	<i>Position relative to symbol</i>	Позиціонувати позначку певним чином біля символу (праворуч, ліворуч, по центру, вище, нижче)
<i>Classed Post</i>	<i>Classes</i>	Визначити символи для відображення різних пунктів
	<i>Minimum, maximum %</i>	Діапазон, значенням з якого відповідає даний символ; частина всього діапазону, що припадає на даний символ;
	<i>#</i>	кількість символів у певному класі символів
	<i>Symbol Size</i>	Символ та його розмір

1.2. Інструкції до виконання практичних робіт

У всіх роботах необхідно перенести сформований рисунок до звіту у документ *Word*, вирівняти його розміри строго по ширині сторінки, підписати рисунок згідно виконаного завдання. Звіт з виконання робіт має містити формулювання завдання і копію рисунка, створеного у програмі *Surfer*.

1. Дано файли «*Tar1_ng.dat*» (рівень підземних вод – РПВ), «*NeogenSkvag.txt*» (координати спостережних свердловин), «*1sec_m.blm*» і «*2sec_m.blm*» (контури секцій хвостосховища).

Необхідно побудувати контурну карту РПВ, відобразити на ній контури секцій хвостосховища, положення свердловин та їх номери, напрямки течії підземних вод. Зробити заливку карти РПВ наступними кольорами: блакитний

– максимум, темно-синій – мінімум. Підписати осі координат. Результат виконання роботи має бути сформовано, як показано на рис. 1.

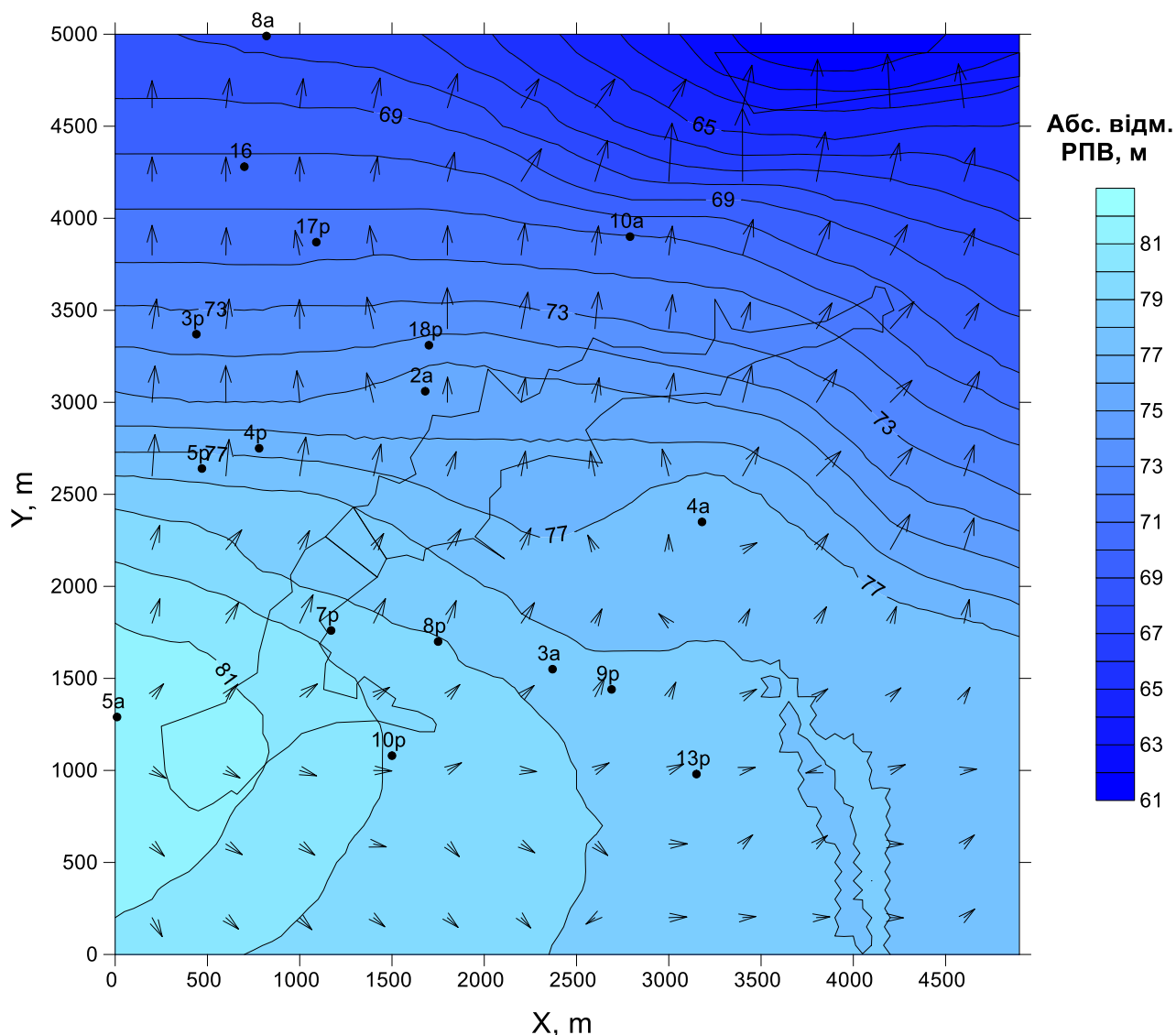


Рисунок 1 – Результат виконання роботи 1

2. Дано файли «GroundWater.dat» (рівень підземних вод), «wells.dat» (координати водозабірних свердловин), «Conc1.dat», «Conc2.dat», «Conc3.dat» (концентрація забруднюючих речовин в підземних водах в різні моменти часу).

Необхідно побудувати контурні карти РПВ, та контури зони забруднення підземних вод в різні моменти часу, показавши ізолінії ГДК з концентрацією 0.1. На карті відобразити положення свердловин та їх номери, напрямлення течії підземних вод. Підписати показані червоним кольором та товщиною 0.25 мм (0.01 дюйма) ізолінії концентрації цифрами «1», «2» і «3», відповідні заданим моментів часу. Зафарбувати внутрішню частину найменшої зони рожевим кольором.

Результат виконання роботи має бути сформовано, як показано на рис. 2.

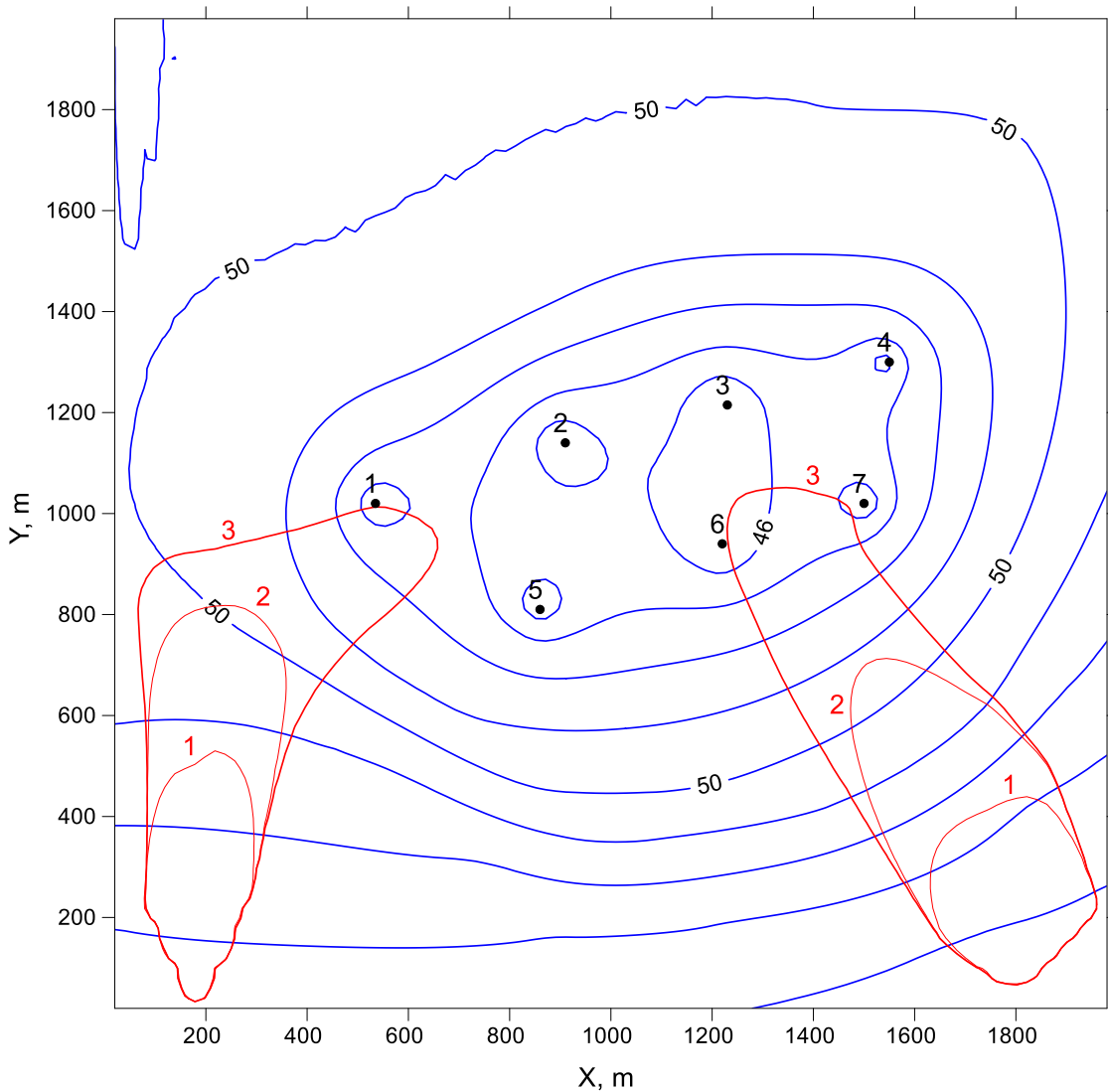


Рисунок 2 – Результат виконання роботи 2

3. Дано файли «Tar1_ng.dat» (рівень підземних вод), «1sec_m.blн» і «2sec_m.blн» (контури секцій хвостосховища), «PDK2.dat» (концентрація забруднюючих речовин в підземних водах в долях ГДК).

Виконати такі завдання.

1) Побудувати контурну карту РПВ, відобразити на ній напрямки течії підземних вод. Показати контури хвостосховища. Побудувати півтонову карту концентрації з квітами: червоний - максимум, зелений - мінімум. Поєднати побудовані карти, відобразивши колірну шкалу концентрації. Забрати підписи осей і показати шкалу масштабу.

2) Побудувати карту концентрації у вигляді ізоліній, що відповідають рівням 0.01 ГДК, 1 ГДК та 10 ГДК, показавши їх відповідно зеленим, помаранчевими та червоним кольорами. Показати секції хвостосховища, зафарбувавши їх блакитним кольором. Підрахувати площі зон, показаних на рисунку і показати результат відповідним фрагментом зі звіту програми.

Результат виконання роботи має бути сформовано, як показано на рис. 3.

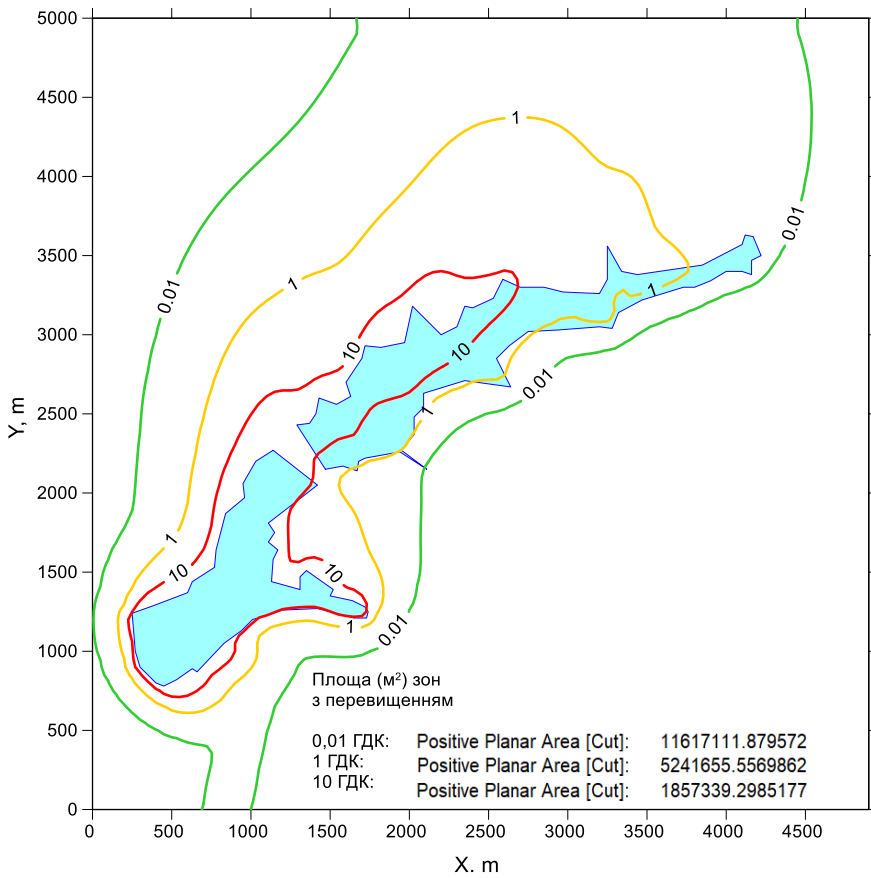
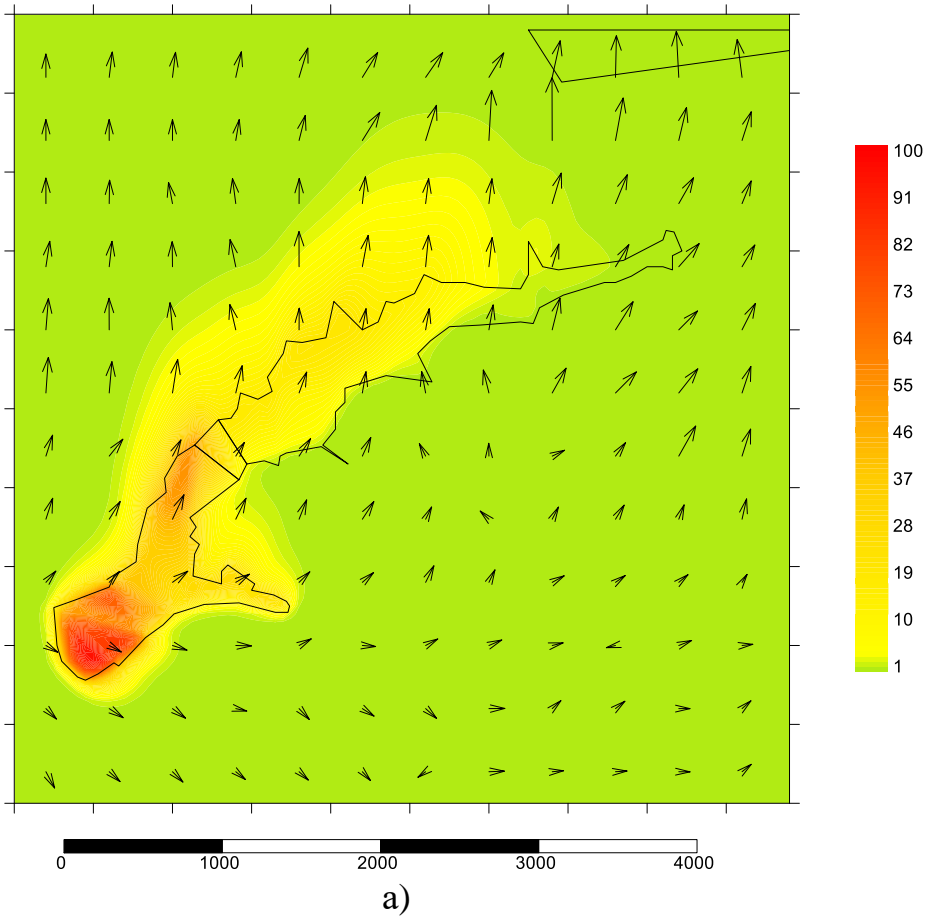


Рисунок 3 – Результат виконання роботи 3: а) завдання 1, б) завдання 2.

4. Дано файли «Tar1_ng.dat» (рівень підземних вод), «Neo-genSkvag.txt» (координати спостережних свердловин).

Необхідно побудувати ортографічну поверхню РПВ, відобразити на ній положення свердловин та їх номери, показавши їх додатково вертикальними стовпчиками над поверхнею, а також напрями течії підземних вод. Застосувати колірну шкалу поверхні РПВ з наступними кольорами: світло-блакитний – максимум, синій – мінімум. На поверхні показати горизонталі.

Результат виконання роботи має бути сформовано, як показано на рис. 4.

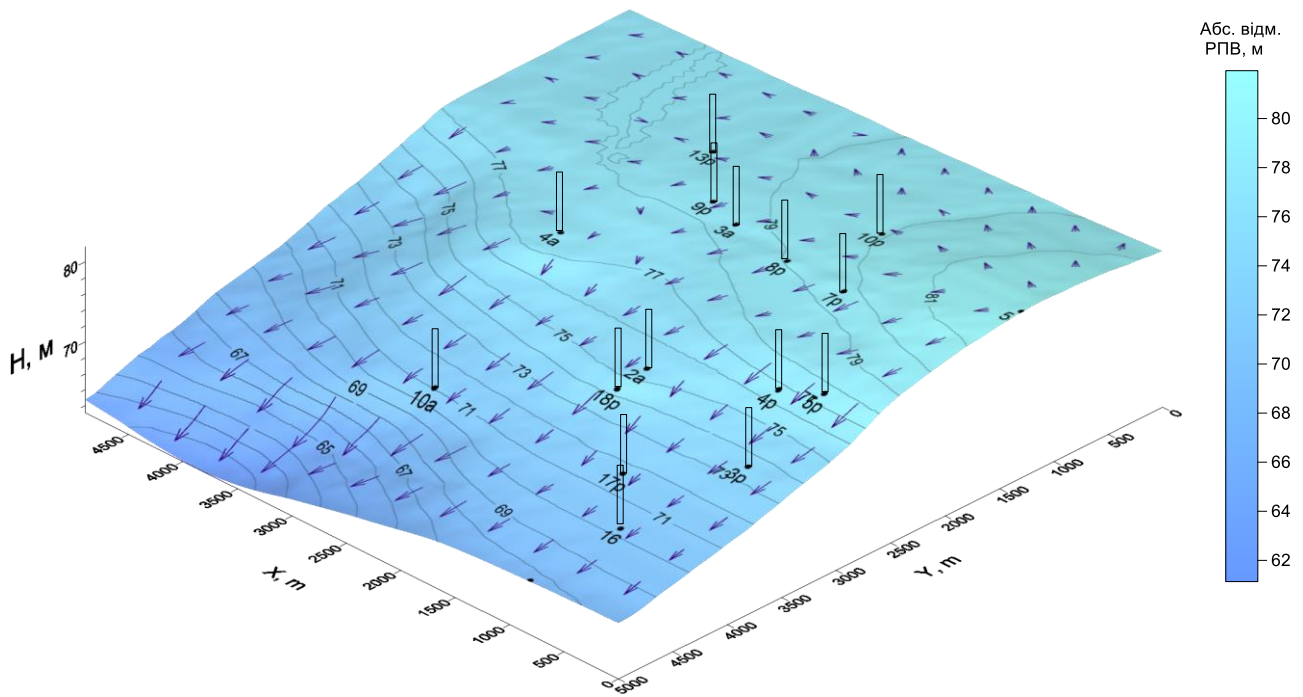


Рисунок 4 – Результат виконання роботи 4

5. Дано файли «Head_Quatern.txt» (рівень підземних вод), «Quat_wells.txt» (координати спостережних свердловин), «Surface.txt» (поверхня землі).

Необхідно побудувати поверхню землі та РПВ, представити їх одну над іншою в ортографічній проекції. На поверхні РПВ відобразити положення свердловин та їх номери, показавши їх додатково вертикальними стовпчиками над РПВ, а також напрями течії підземних вод. Поєднати кутові точки рисунків трьома вертикальними лініями. Для поверхні землі застосувати наступну кольорову шкалу: коричневий (максимум), жовтий (середні значення), темно-зелений (мінімум). Для РПВ застосувати наступних кольори: блакитний – максимум, темно-синій – мінімум. На поверхні показати горизонталі.

Результат виконання роботи має бути сформовано, як показано на рис. 5.

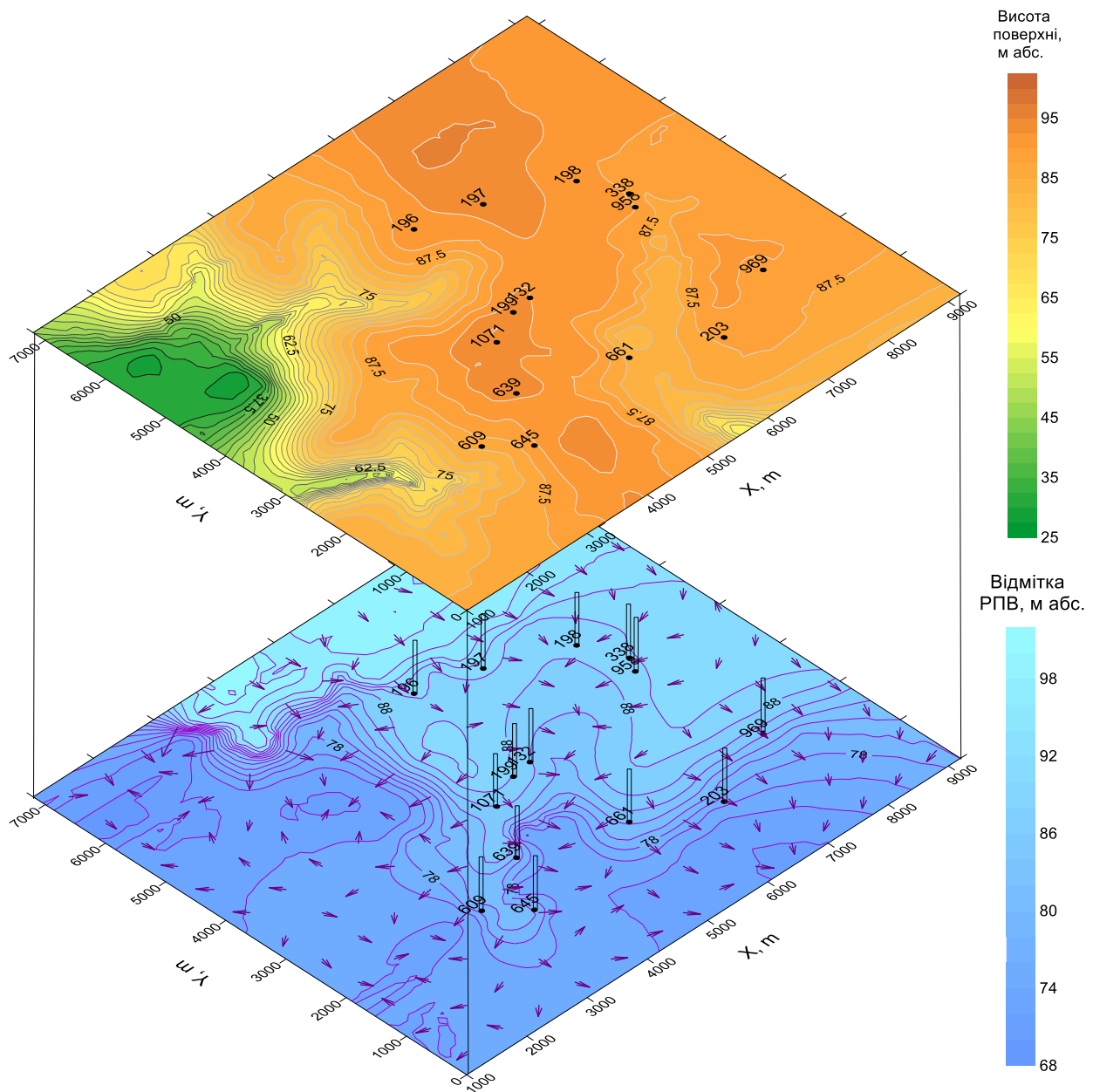


Рисунок 5 – Результат виконання роботи 5

6. Дано файли «Head_Quatern.txt» (рівень підземних вод), «Quat_wells.txt» (координати спостережних свердловин), «Surface.txt» (поверхня землі).

Необхідно побудувати контурні карти поверхні землі і РПВ, зобразити їх одну над іншою в ортографічній проекції (тривимірне зображення). Поєднати кутові точки рисунків по вертикалі. На поверхні РПВ відобразити положення свердловин та їх номери, а також напрями течії підземних вод. Для поверхні землі застосувати наступну кольорову шкалу: коричневий (максимум), темно-зелений (мінімум). Для РПВ застосувати наступні кольори: блакитний – максимум, темно-синій – мінімум.

Результат виконання роботи має бути сформовано, як показано на рис. 6.

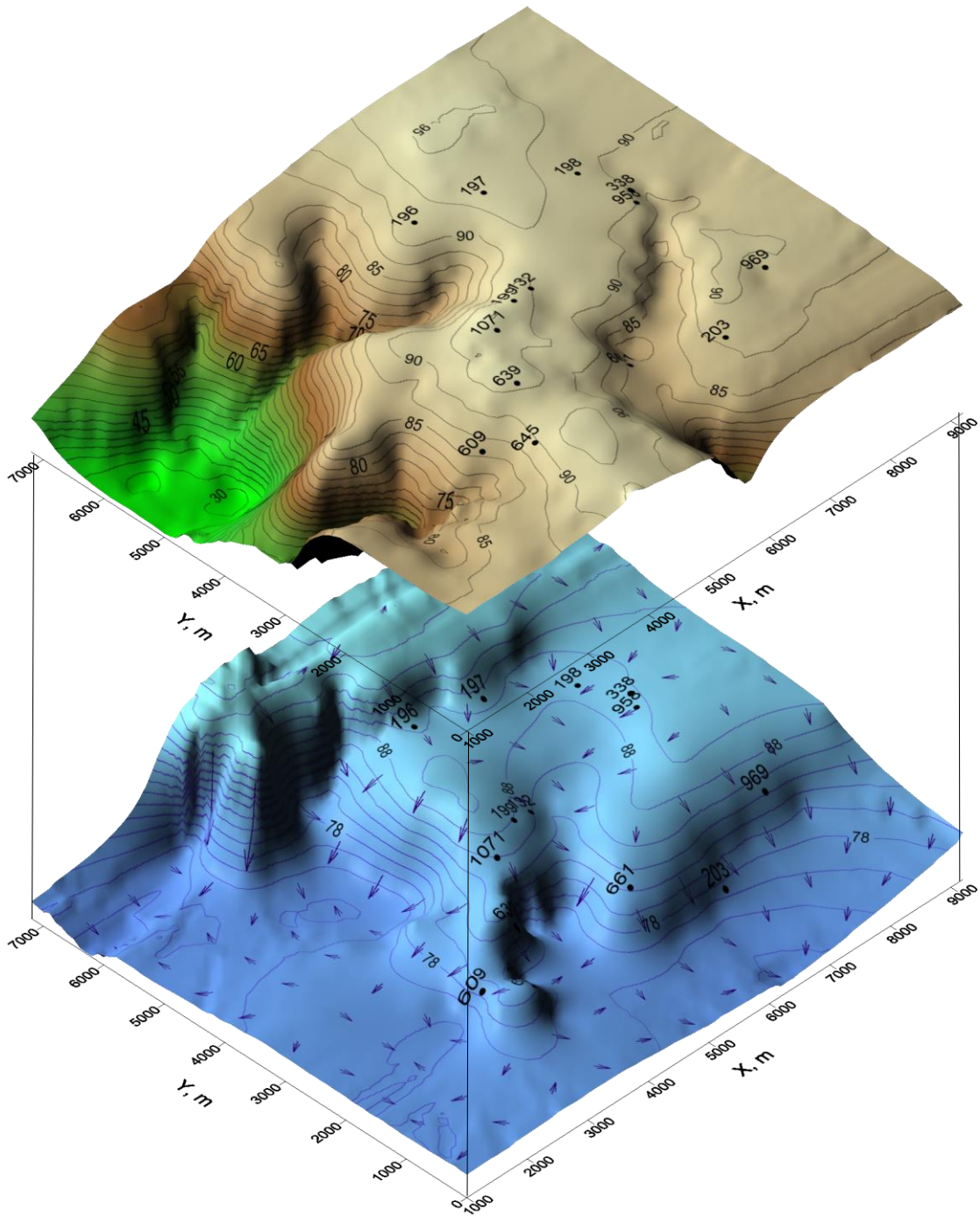


Рисунок 6 – Результат виконання роботи 6

7. Дано файли «1sec_m.blm» і «2sec_m.blm» (контури секцій хвостосховища), «NeogenSkvag_CC1.dat» (сухий залишок), «NeogenSkvag_CC2.dat» (жорсткість води).

Необхідно побудувати дві карти.

А. Показати контури секцій хвостосховища і свердловини з двома підписами «сух. зал. x мг/л» і «жорст. x », де x – значення величини. Для цього треба використовувати суфікси та префікси у підписах.

Б. Показати контури секцій хвостосховища та свердловини значком, розмір та тип якого залежить від вимірюваної величини – сухого залишку,

беручи як порогове значення середнє значення цієї величини. Використовувати меню *Classed_Post*, підписати свердловини аналогічно.

Результат виконання роботи має бути сформовано, як показано на рис. 7.

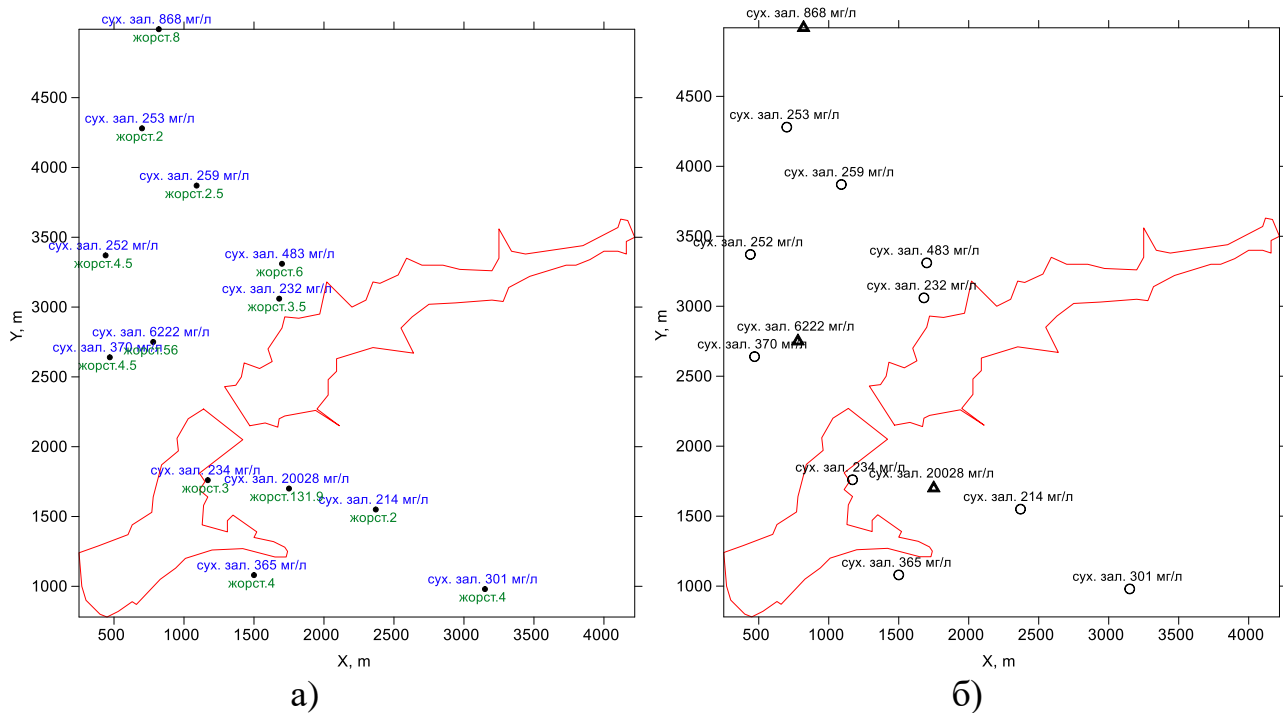


Рисунок 7 – Результат виконання роботи 7: а) завдання 1, б) завдання 2

1.3. Контрольні питання перевірки умінь роботи у програмі Surfer

1. Охарактеризуйте види даних, які обробляються в програмі Surfer.
2. Охарактеризуйте внутрішнє представлення інформації у файлах з розширеннями *dat*, *bln*, *grd*, *srf*, описати їх призначення.
3. Побудуйте *grd*-файл. Опишіть процедуру обробки *dat*-файла та можливості зміни колонок уведення, методу обробки даних, параметрів побудови *grd*-файла.
4. Опишіть використання *bln*-файлів, зміну зовнішнього вигляду контурів, заливки областей.
5. Опишіть способи відображення точкової інформації у картах *Post*.
6. Опишіть способи відображення точкової інформації у картах *ClassedPost*.
7. Як сформувати файл даних з остаточним виглядом карти, нанесенням підписів, потрібним видом значків?
8. Як змінити зовнішній вигляд контурних карт шляхом редагування проєкцій, осей, додавання надписів, символів та рисунків?
9. Охарактеризуйте параметри ліній: колір, тип, товщина, мітки, штрихи рельєфу.

10. Охарактеризуйте параметри замкнутих областей: заливка (колір, градації), кольорова шкала, зовнішній і внутрішній фон.
11. Охарактеризуйте параметри осей: штрихи, мітки, підписи, позиціонування.
12. Охарактеризуйте способи масштабування карти та зміни вигляду масштабною шкали.
13. Покажіть на прикладі накладення карт та їх подальше редагування.
14. Опишіть призначення пунктів меню *View*.
15. Опишіть призначення пунктів меню *Arrange*.
16. Як будувати векторні карти та змінювати масштаб стрілок?
17. Охарактеризуйте параметри векторних карт: вид, частота, розмір і колір символів.
18. Як будувати 3D поверхні та змінювати їх проекції?
19. Опишіть, як змінювати проекції, сітки, колір, шкалу, позицію джерела освітлення у поверхнях та картах тіньового рельєфу.
20. Опишіть, як змінювати параметри сіток у сіткових поверхнях.
21. Опишіть відмінності карти образу від карти тіньового рельєфу.
22. Опишіть параметри вододільної карти.
23. Покажіть на прикладах накладення дво- та тривимірних карт.
24. Як виконувати арифметичні операції зі стовпцями, обчислювати площі та об'єми поверхонь?
25. Як представляти декілька графіків на одному рисунку?
26. Покажіть накладення на рисунок додаткового тексту, символів, ліній і фігур.

2. СТВОРЕННЯ ДІАГРАМ У ПРОГРАМІ GRAPHER

Програма Grapher [5] надає широкий спектр інструментів для створення та гнучкого редагування різноманітних діаграм, у тому числі спеціального виду.

2.1. Основи роботи у програмі Grapher

Структура інтерфейсу змінювалася в процесі оновлення програми, її загальний вид описано в табл. 15. Простір вікна програми включає пункти меню, групи піктограм, вікна Менеджера об'єктів (*Object manager*) та Менеджера властивостей (*Property manager*), простір листа для зображень і рядок стану. До простору листа зазвичай додається робоча таблиця (*Worksheet*), подібна до листу MS Excel. Дані для діаграм можуть братися як з цього листа, так і імпортуватися з інших файлів.

Формати файлів, що обробляються у програмі Grapher, практично співпадають з тими, які використовуються у програмі Surfer.

Зміст і призначення пунктів меню програми Grapher

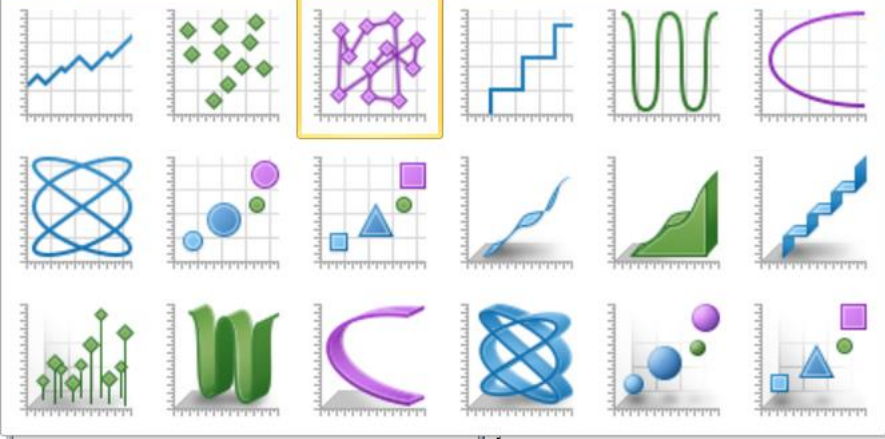
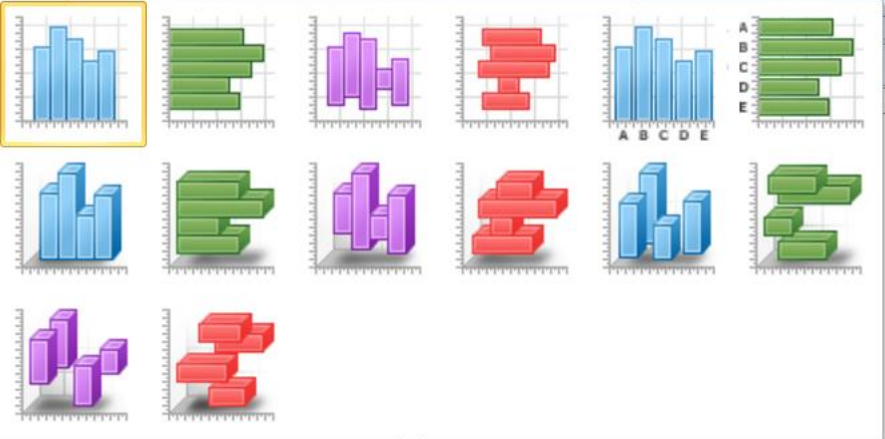
Пункт меню	Зміст
<i>File</i>	Відкриття, закриття, збереження та друк файлів, посилання на онлайн-довідники, керування параметрами та налаштуваннями, довідкова інформація щодо програми
<i>Home</i>	Скасування, повторення дії, вирізання, копіювання, вставлення, імпорту й експорту, та посилання на посібник і файл довідки.
<i>Page Layout</i>	Параметри розміру полів, орієнтації, установки принтера, розділи заповнення сторінки, верхній і нижній колонтитул. Керування відображенням контуру сторінки, лінійок, полів, сітки та блоків сторінки.
<i>Draw</i>	Додавання тексту, багатокутників, поліліній, символів, прямокутників, еліпсів, сплайнів, багатокутників-сплайнів, задання масштабу та вставки об'єктів, зміни форми об'єктів.
<i>Graphs</i>	Створення та редагування графіків, додавання елементів до графіків, їх оцифрування, обчислення площі.
<i>View</i>	Керування масштабом і перерисовуванням; відображення панелей інструментів, менеджерів, рядка стану, документів з вкладками; задання вигляду макета вікна.
<i>Arrange</i>	Упорядкування, вирівнювання, обертання, перетворення, групування та розгруповування об'єктів, керування їх розміром, положенням, виділенням та обертанням.
<i>Developer</i>	Запис або запуск сценарію та відкриття файлів довідки з автоматизації або мови BASIC.

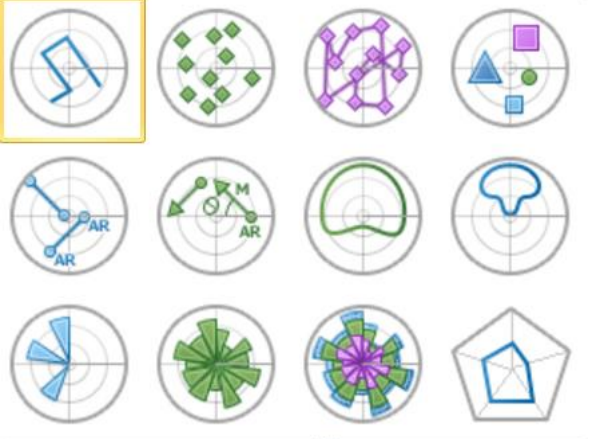

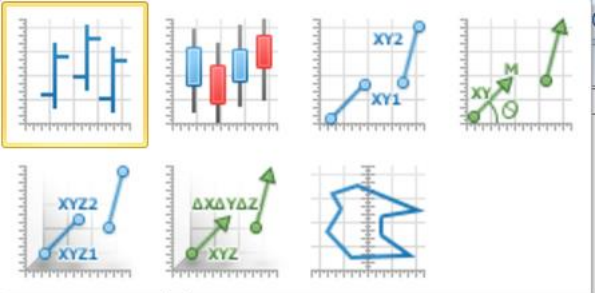
Групи піктограм містять кілька команд, які дозволяють зручно виконувати операції з обробки даних (табл. 16).


Таблиця 16

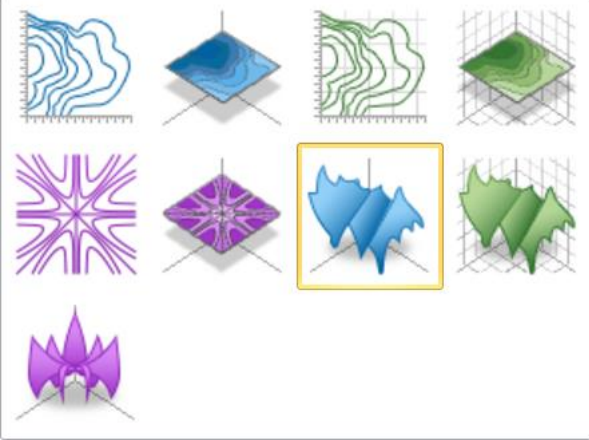
Зміст і призначення пунктів меню програми Grapher

Назва	Зміст та вигляд
<i>Basic</i>	Створення базових типів графіків (див. піктограму нижче). 1-й ряд: лінійний (<i>line</i>), точковий (<i>scatter</i>), лінійний/точковий (<i>line/scatter</i>), східчастий (<i>step</i>), функція YX (<i>YX function</i>), функція XY (<i>XY function</i>); 2-й ряд: параметрична функція (<i>parametric function</i>), бульбашковий (<i>bubble</i>), точковий з класами (<i>class scatter</i>), 3D стрічка (<i>3D ribbon</i>), 3D стіна (<i>3D wall</i>), 3D східчаста стрічка (<i>3D ribbon step</i>); 3-й ряд: 3D XYZ лінійний/точковий (<i>3D XYZ line/scatter</i>), 3D функція YX (<i>3D YX function</i>), 3D функція XY (<i>3D XY function</i>), 3D параметрична функція (<i>3D parametric function</i>), 3D бульбашковий (<i>3D bubble</i>), 3D точковий з класами (<i>3D class scatter</i>).

Назва	Зміст та вигляд
	
<p><i>Bar</i></p>	<p>Створення вертикальних та горизонтальних графіків типу гістограм. 1-й ряд: стовпчаста діаграма (<i>bar chart</i>), плаваюча гістограма (<i>floating bar chart</i>), гістограма з категоріями (<i>category bar chart</i>), 2-й ряд: 3D гістограма (<i>3D bar chart</i>), 3D плаваюча гістограма (<i>3D floating bar chart</i>), 3D гістограма XYZ (<i>3D XYZ bar chart</i>), 3-й ряд: 3D гістограма XYZ (<i>3D XYZ floating bar chart</i>).</p> 
<p><i>Polar</i></p>	<p>Відкриває список для створення графіків кругового типу у полярних координатах. 1-й ряд: лінійний (<i>line</i>), точковий (<i>scatter</i>), лінійний/точковий (<i>line/scatter</i>), точковий з класами (<i>class scatter</i>), 2-й ряд: двохточковий векторний (<i>Polar 2 point vector plot</i>), одноточковий векторний (<i>Polar 1 point vector plot</i>), функція (<i>function</i>), параметрична функція (<i>parametric function</i>), 3-й ряд стовпчастий (<i>bar</i>), полярна гістограма (<i>rose</i>), розподіл вітру (<i>wind</i>), діаграма типу радар (<i>radar</i>).</p> <p>У двоточковому векторному графіку два стовпці задають початковий кут і радіус розташування, два інших стовпця – кінцевий кут і радіус розташування. Між двома точками проведено пряму з векторною стрілкою. В одноточковому векторному графіку два</p>

Назва	Зміст та вигляд
	<p>стовпці задають початковий кут і радіус розташування, два інших стовпця – напрямок і величину вектору.</p> 
<p><i>Ternary</i></p>	<p>Створення графіків у вигляді трикутника: точковий (<i>scatter</i>), лінійний/точковий (<i>line/scatter</i>), лінійний (<i>line</i>), з класами (<i>class</i>), бульбашковий (<i>bubble</i>).</p> 
<p><i>Specialty</i></p>	<p>Відкриває список для створення спеціальних графіків. 1-й ряд: «високо-низько-близько» (<i>hi-low-close</i>), типу «свічка» (<i>candlestick</i>), векторний (<i>vector</i>), 2-й ряд: 3D векторний (<i>3D vector</i>), «графік жорсткості» (<i>stiff</i>).</p>  <p>Графіки типу «високо-низько-близько» та «свічка» часто використовуються для демонстрації змін фінансових (біржових) показників у часі, хоча можуть бути використані й для інших даних. «Графік жорсткості» може використовуватися для візуалізації іонного складу води, зразки якої взяті у різних місцях, з різних глибин або водоносних горизонтів. Значення катіонів та аніонів зазвичай показані в міліграм-еквівалентах на літр. Ліва частина діаграми показує концентрації катіонів, а права – концентрації</p>

Назва	Зміст та вигляд
	<p>аніонів. Чим далі точка від центру, тим більша концентрація іонів. Окремі точки іонів з'єднуються, щоб створити «жорсткий графік». Відносний розмір жорсткої діаграми є показником загальної концентрації розчинених твердих речовин.</p>
<p><i>Statistical</i></p>	<p>Створення графіків за статистичною обробкою даних.</p> <p>1-й ряд: вертикальна чи горизонтальна гістограма (<i>vertical or horizontal histogram</i>), вертикальна чи горизонтальна 3D гістограма (<i>vertical or horizontal 3D histogram</i>),</p> <p>2-й ряд: вертикальний чи горизонтальний графік «стовпці з вусами» (<i>vertical or horizontal box-whisker plot</i>), вертикальний чи горизонтальний графік «зазубрені стовпці з вусами» (<i>vertical or horizontal notched box-whisker plot</i>);</p> <p>3-й ряд: кругова діаграма (<i>pie chart</i>), 3D кругова діаграма (<i>3D pie chart</i>), QQ графік (<i>QQ plot</i>), нормальний QQ графік (<i>normal QQ plot</i>),</p> <p>4-й ряд: бублик (<i>doughnut</i>), 3D бублик (<i>3D doughnut</i>).</p> <p>Графік Q-Q порівнює розподіл ймовірностей двох наборів даних шляхом побудови графіків їх квантилів один проти одного. Кожна точка на графіку Q-Q, представляє той самий квантиль у кожному наборі даних. Якщо два розподіли, що порівнюються, мають подібні розподіли, точки приблизно лежатимуть на прямій $y = x$. Якщо розподіли лінійно пов'язані, точки будуть лежати на прямій, але не обов'язково на лінії $y = x$. Нормальний Q-Q графік відображає розподіл окремого набору даних відносно нормального розподілу.</p> 
<p><i>Contour Surface</i></p>	<p>Створення контурних карт або поверхонь.</p> <p>1-й ряд: контурна карта за даними XY (<i>XY Data</i>), даними XZ (<i>XZ Data</i>), сіткова карта XY (<i>XY Grid</i>), сіткова карта XZ (<i>XZ Grid</i>),</p>

Назва	Зміст та вигляд
	<p>2-й ряд: функція XY (XY Function), функція XZ (XZ Function), карта поверхні (Surface Map), сітка (Grid), 3-й ряд: функція (Function).</p> 
<i>Wizard</i>	Створює новий графік чи додає його до вже існуючого з використанням покрокового майстра побудови графіків.

Після виділення діаграми до неї за контекстним меню правою кнопкою миші можна додати вісь, іншу діаграму, легенду тощо. У програмі існує можливість підрахунку площі під кривою на графіку, зміни типу діаграми, її експорту, оцифрування даних з растрових зображень з визначенням системи координат. У робочому листі доступні операції по перетворенню даних, зокрема, їх підсумовування, множенню тощо.

2.2. Інструкції до виконання практичних робіт

Практичні роботи охоплюють лише окремі типи діаграм, які використовуються для візуалізації геоданих. До самостійного опрацювання рекомендуються також полярні діаграми, що дозволяють зображувати розподіл тріщинуватості гірських порід.

1. Побудова гістограм зі статистичною оцінкою діапазонів.

Результати досліджень хімічного складу гірських порід у кількох зонах навколо відвалів представлені у файлі *rock_chem.xlsx*, фрагмент якого показано на рис. 8. Файл містить результати вимірювань вмісту Fe_2O_3 , NiO , CoO , SiO_2 , MgO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 .

	A	B	C	D	E	F
1	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4	Зона 5	Зона 6
2	56.1	68.78	65.9	52.08	13.11	5.95
3	57.2	72.21	69.7	54.31	12.05	5.79
4	60.06	63.49	61.01	44.85	20.28	6.24
5	58.63	65.49	63.72	33.07	21.7	5.09
6		71.04	59.6	32.08		
7		70.13	61.32	33.41		
8		70.38	61.92	28.18		
9				28.58		
10				32.17		
11				45.19		
12				27.51		
13				29.83		
14						

Рисунок 8 – Вихідні дані для побудови діаграми – результати хімічного аналізу гірських порід (вміст Fe_2O_3) у файлі MS Excel

Використовуючи шаблон вертикальної гистограми з діапазонами (*Notched Box-Whisker Plot* та *Box-Whisker Plot*), створити діаграми для представлення результатів у графічному вигляді для всіх сполук (приклад показано на рис. 9 для Fe_2O_3). Створити таблицю середніх значень, мінімальних і максимальних значень і стандартних відхилень для всіх сполук.

Варіанти вихідних даних обираються відповідно до номеру студента j (а також $j+6$ і $j+12$) у списку групи: із загального набору даних для виконання роботи з 6 зон виключаються зона з номером j . Так, варіант №2 міститиме дані з усіх зон, крім другої. Звітом з виконання роботи є: 1) файли у форматі Grapher з відповідними рисунками, та 2) файл у форматі MS Word з копіями рисунків та їх підписами.

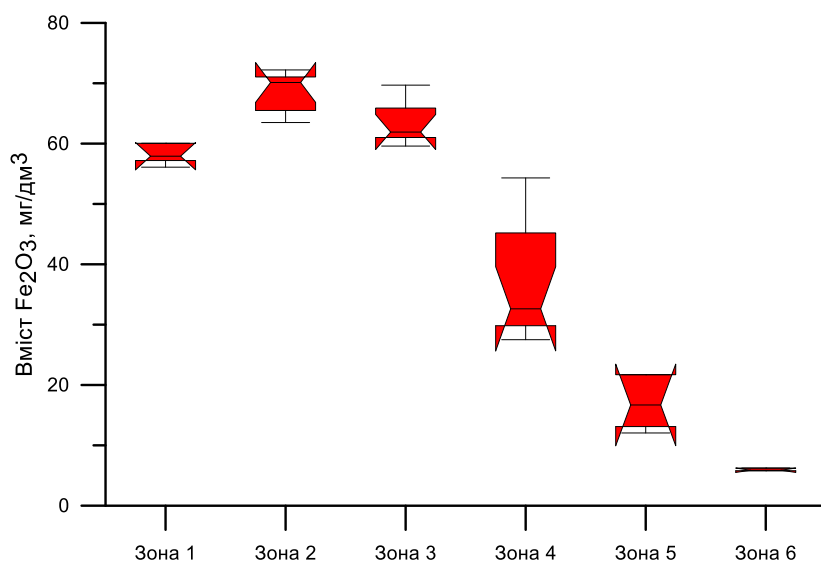


Рисунок 9 – Приклад графічного зображення результатів хімічного аналізу гірських порід (вмісту Fe_2O_3) у програмі Grapher

2. Побудова діаграми з даними, що належать різним класам.

Результати досліджень хімічного складу гірських порід з трьох зон навколо відвалів, які позначено через А, В, С, представлені у файлі rock_chem1.xlsx, фрагмент якого показано на рис. 10. Файл містить результати вимірювань вмісту Na_2O , K_2O , TiO_2 та FeO .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Na_2O	K_2O	TiO_2	FeO	Na_2O	K_2O	TiO_2	FeO	Na_2O	K_2O	TiO_2	FeO
2	№	A				B				C			
3	1	4.49	3.72	1.68	3.95	6.68	5.22	1.45	3.39	2.37	3.72	1.46	4.18
4	2	4.13	3.55	1.56	4.38	6.2	5.6	1.1	2.64	4.44	3.14	1.17	3.56
5	3	4	3.21	1.37	3.34	5.55	4.52	1.14	2.5	3.2	2.83	1.21	3.5
6	4	3.48	2.93	1.22	3.94	4.72	3.81	1.22	3.68	3.71	4.15	1.41	3.59
7	5	3.15	2.32	0.87	3.87	3.2	3.31	0.98	3	5.02	3.32	1.19	2.97
8	6	2.79	2.28	0.92	4.18	3.81	2.62	0.83	3.47	4.4	4.06	1.21	3
9	7	3.08	2.47	1.1	5.17	4.82	3.95	1.15	2.81	4.72	3.22	1.14	3.6
10	8	3.37	2.96	1.15	4.21	4.31	3.37	1.09	3.07	3.81	3.45	1.33	3.21

Рисунок 10 – Вихідні дані для побудови діаграми за результатами хімічного аналізу гірських порід, зображені як фрагмент файлу MS Excel

Використовуючи шаблон діаграми для представлення точкових даних з різних класів на площині (*Scatter Plot*), створити діаграми для представлення результатів у графічному вигляді для всіх сполук, як показано на рис. 11 на прикладі Na_2O , K_2O . Зони навколо геологічного або геотехнічного об'єкта інтерпретуються в цій діаграмі як класи.

Необхідно створити таблицю середніх значень, мінімальних і максимальних значень і стандартних відхилень для всіх сполук. На діаграмі показати більшими значками середні значення вмісту речовин відповідних класів. За допомогою критерію Ст'юдента перевірити гіпотезу про рівність середніх значень тих самих сполук у різних зонах. Положення середніх значень має геометрично відповідати середині відповідної «хмари точок».

Варіанти вихідних даних обираються відповідно до номеру студента j у списку групи відповідно до таблиці

Варіанти	Пари зі сполук
1, 4, 7, 10, 13, ...	Na_2O - K_2O , Na_2O - TiO_2 , K_2O - TiO_2
2, 5, 8, 11, 14, ...	Na_2O - K_2O , Na_2O - FeO , K_2O - FeO
3, 6, 9, 12, 15, ...	Na_2O - TiO_2 , Na_2O - FeO , TiO_2 - FeO

Звітом з виконання роботи є: 1) файли у форматі Grapher з відповідними рисунками та 2) файл у форматі MS Word з копіями рисунків (приклад на рис. 11) та їх підписами.

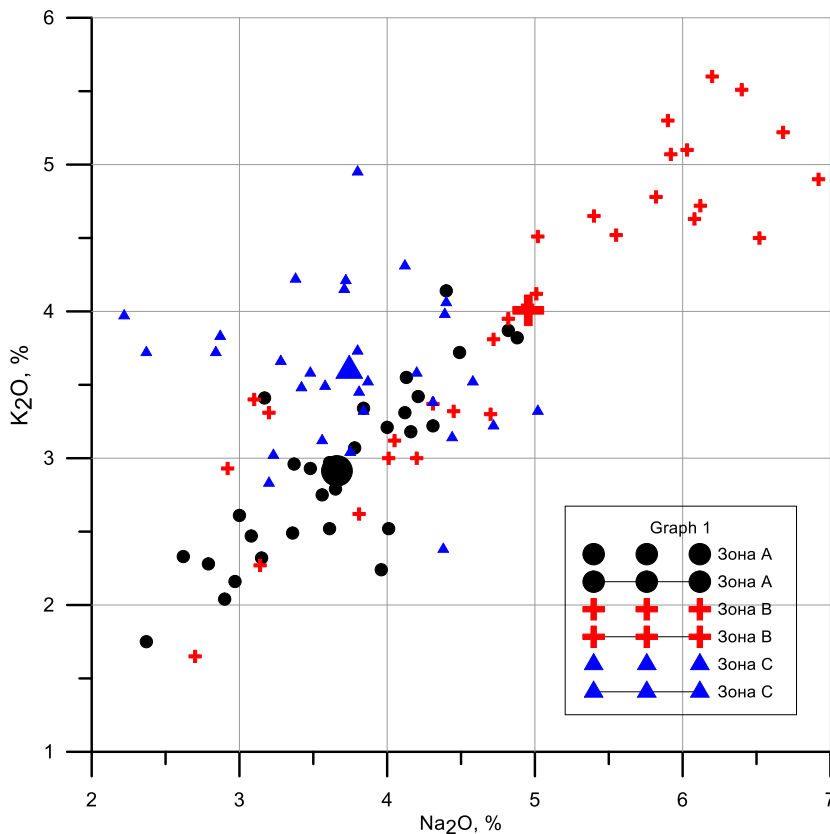


Рисунок 11 – Приклад графічного зображення результатів хімічного аналізу гірських порід у програмі Grapher (кореляція між вмістом Na_2O та K_2O)

3. **Побудова трикутних діаграм та графіку іонного складу.** Результати досліджень хімічного складу підземних вод у кількох свердловинах представлені у файлі *gw_chem.xlsx*, фрагмент якого показано на рис. 12. Використовуючи шаблон трикутної діаграми (*Ternary Scatter Plot*), створити та оформити три діаграми для представлення результатів у графічному вигляді, як показано на рис. 13: вміст аніонів, катіонів та показники кислотності та окиснюваності води.

У зв'язку з тим, що діапазони на осях трикутної діаграми зазвичай показуються у відносних одиницях, необхідно окремо обчислити діапазони величин та показати їх підписами на рисунках.

Іонний склад зразків води треба представити також за допомогою «графіка жорсткості» (*stiff plot*), приклад якого показано на рис. 14.

Варіанти вихідних даних обираються відповідно до номеру студента j у списку групи: із загального набору даних для виконання роботи з 27 свердловин виключаються свердловини з номерами від j до $j+4$ включно. Так, варіант №2 міститиме дані з усіх свердловин, крім 2-ї, 3-ї, 4-ї, 5-ї та 6-ї.

До рисунків необхідно додати результати статистичної обробки даних (мінімальне, максимальне і середнє значення показників, стандартне відхилення) у табличному вигляді. Звітом з виконання роботи є: 1) файл у форматі Grapher з відповідними рисунками та 2) файл у форматі MS Word з копіями рисунків та їх підписами.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	№	рН	СО ₂ вільн. мг/дм ³	ОКИСНОВАНІСТЬ, мг/дм ³	Аніони			Катіони		
3					НСО ₃ ⁻	Сl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
4					мг- екв дм ³	мг-екв дм ³	мг- екв дм ³	мг-екв дм ³	мг-екв дм ³	мг-екв дм ³
5	1	9.37	0.1	3.84	2.82	9.883	55.82	10.851	0.5	50
6	2	3.73	123.2	8.64	0	5.628	10.84	2.156	9	18
7	3	5.91	0.88	152	0.98	3.017	0.84	1.413	6	12
8	4	8.05	0.1	59.2	0.64	34.612	15.38	26.407	44	54
9	5	6.33	0.1	5.504	0.36	43.704	0.86	34.091	57.5	40
10	6	8.2	0.1	2.08	0.48	4.35	0.29	2.232	8	14
11	7	8.32	0.1	20.8	0.62	10.68	26.00	8.376	25	24.5
12	8	7.8	0.1	3.04	0.38	27.833	5.23	20.911	42.5	32.5
13	9	7.2	0.1	1.088	1.22	0.548	0.19	0.391	0.5	2.5
14	10	3.42	426.8	1.024	0	8.146	14.70	8.227	8	6
15	11	3.18	1020.8	1.472	0	56.605	6.67	43.919	68	65.5
16	12	4.21	32.56	0.64	0	3.805	7.79	2.387	9	13
17	13	5.45	0.88	4.608	0.32	5.54	18.09	2.987	22	22
18	14	7.3	0.1	38.4	1.18	1.602	2.98	0.918	1	10
19	15	7.34	0.1	4.8	0.62	2.78	23.51	2.589	6	20

Рисунок 12 – Результати хімічного аналізу зразків води у файлі MS Excel

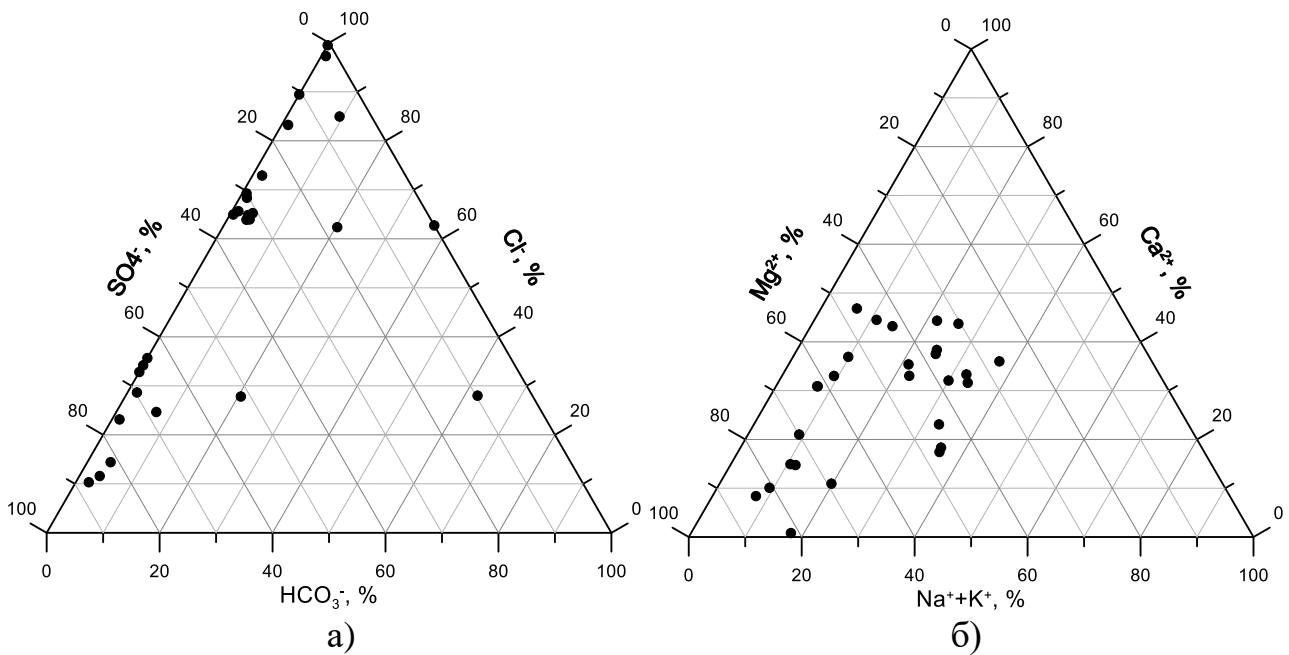


Рисунок 13 – Приклад графічного зображення результатів хімічного аналізу зразків води: а) аніони, б) катіони

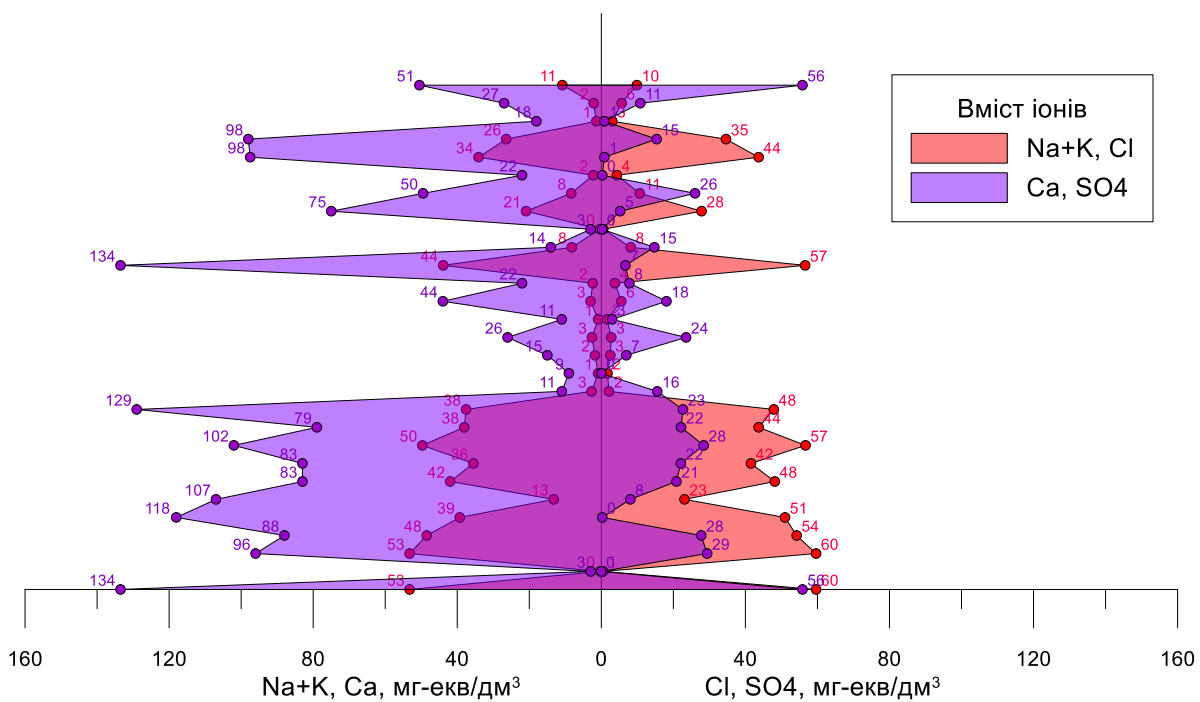


Рисунок 14 – Представлення результатів хімічного аналізу води у вигляді «графіка жорсткості»

2.3. Контрольні питання по роботі у програмі Grapher

1. Опишіть групи діаграм, які можна створити в програмі Grapher.
2. Охарактеризуйте інтерфейс програми та засоби управління ним.
3. Які типи діаграм можна створити як у програмі Grapher, так і програмі Surfer?
4. Які типи діаграм є специфічними для програми Grapher і відсутні у програмах Surfer і MS Excel?
5. Якими інструментами можна змінювати зовнішній вигляд карт?
6. Які операції можна виконувати з даними з робочої таблиці (*Worksheet*)?
7. Яким чином пов'язуються дані у діаграмі з вихідними даними у робочій таблиці або зовнішньому файлі?
8. Охарактеризуйте особливі параметри полярних діаграм?
9. Охарактеризуйте особливі параметри трикутних діаграм?
10. Опишіть процедуру оцифрування даних у програмі Grapher.
11. Для чого призначена процедура розбиття осі (*Break Axis*) в Менеджері властивостей?
12. Які інструменти існують для редагування осей та області діаграм?

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Golden Software products. URL: <https://www.goldensoftware.com/products> (Дата звернення 09.06.2023)
2. Surfer User's Guide. Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers. Golden Software, LLC. 2019. 1802 p.
3. Шевченко Р. Ю. Геоінформаційні методи обробки інформації : навчально-методичні вказівки складання карт та обробки результатів геодезичних знімачь для працівників відділу туризму та рекреації природно-заповідного фонду – К. : ПНВП «Київтуркартографія», 2016. - 53 с.
4. Землепорядне проектування землеволодінь та землекористувань засобами програм MAPINFO та SURFER: Навчальний посібник / А.М. Третяк, В.М. Другак, М.М. Романський, А.О. Музика. – Київ, ТОВ. "ЦЗРУ", 2003. – 95 с.
5. Grapher User's Guide. The Ultimate Technical Graphing Package. Golden Software, LLC. 2020. 1270 p.

Короткий англо-український словник термінів, уживаних у програмах Surfer і Grapher

Actual size	Фактичний розмір
Add	Додати
Advanced	Розширений
All	Всі
Angle	Кут
Arrange	Упорядкувати
Assign	Присвоїти
Axis	Вісь
Background	Фон
Bar Chart	Стовпчаста діаграма
Boundaries	Межі
Cell	Комірка
Circle	Коло
Clear transform	Скасувати перетворення
Color shading	Кольорове затінення
Column	Колонка (стовпець)
Contours	Конттури (ізолінії)
Copy	Копіювати
Default	Прийнятий за замовчуванням (зазвичай використовуваний)
Delete	Видалити
Direction	Напрямок
Doughnut	Кільце
Draw	Малювати
Edit	Редагувати
Elevation	Підвищення (рівень)
Erase	Стерти
Exit	Вихід
Export	Запис у зовнішній файл
Field	Поле
Fill	Заповнити
First	Перший
Font	Шрифт
General	Загальний
Grid	Сітка (з осередків)
Hachures	Риски нахилу поверхні
In. (сокp. inch)	Дюйм
Initial	Початковий
Input	Введення (даних), ввести
Invisible	Невидимий
Label	Мітка

Layer	Шар
Length	Довжина
Level	Рівень
Lighting	Освітлення
Limits	Межі
Magnitude	Величина
Map	Карта
Base map	Карта з основою
Shaded relief map	Карта рельєфу з тінню
Image map	Карта-образ у півтонах
Mesh	Сітка
Next	Наступний
Offset	Зміщення
Opacity	Непрозорість
Options	Параметри (вибору)
Order	Порядок (послідовність)
Outside	Зовнішній
Overlay	Накласти (рисунок)
Page	Сторінка
Pattern	Шаблон, зразок
Polygon	Багатокутник
Polyline	Ламана
Previous	Попередній
Properties	Властивості
Rectangle	Прямокутник
Reset	Встановити заново
Rotation	Обертання
Row	Рядок, ряд
Scale	Масштаб
Select	Вибрати
Set	Встановити
Skip	Пропустити
Surface	Поверхня
Ticks	Риски (на осях)
Ternary	Трикутний
Tools	Інструменти
Trackball	Шар обертання
Transform	Перетворення, перетворити
Units	Одиниці вимірювання
View	Вид
Width	Ширина
Wire-frame	Сітковий (дротяний)
Zoom in (zoom out)	Збільшити (зменшити) масштаб

Рудаков Дмитро Вікторович

**Методичні вказівки до виконання практичних робіт
з дисципліни «Методи обробки геоданих»
для здобувачів ступеня бакалавра
освітньо-професійних програм «Геологія» і «Водні ресурси та
геобезпека» спеціальності 103 Науки про Землю**

В авторській редакції.

Електронний ресурс.

НТУ «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.