


**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ЛІТО- ТА ГІДРОСФЕРИ:
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання практичних робіт за модулем № 1



УДК 502/504 (072)
Т38

Рекомендовано Науково-методичною
радою ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 4 від 30.01.2026 р.)

Укладач:

Максимова Н. М., канд. техн. наук, доцент.

Т38 Технології захисту літо- та гідросфери : методичні рекомендації до виконання практичних робіт за модулем № 1 / уклад. Н. М. Максимова. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2026. 76 с.

Методичні рекомендації містять тематику, завдання до практичних занять, критерії оцінювання, питання до самоконтролю.

УДК 502/504 (072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2026



ЗМІСТ

ВСТУП	4
Практична робота 1. Методи оцінки техногенного впливу на ґрунтовий покрив і геологічне середовище	7
1.1 Загальні відомості про методи оцінки техногенного впливу на ґрунтовий покрив і геологічне середовище	7
1.2 Обстеження та використання земель техногенно забруднених	9
1.3 Загальні відомості про сумарний показник забруднення ґрунтів	14
1.4 Приклад визначення сумарного показника забрудненості ґрунтів	18
1.5 Теоретичні відомості про поширені комплексні показники забруднення ґрунтового покриву	19
1.6 Теоретичні відомості про методи оцінки стійкості геологічного середовища	20
1.7 Завдання	23
Питання для самоперевірки	32
Рекомендовані джерела	33
Практична робота 2. Побудова карт забруднення ґрунтового покриву і аналіз просторового розподілу забруднення	34
2.1 Загальні відомості про програму « <i>Surfer</i> » та порядок роботи	34
2.2 Побудова карт, схем, планів методом інтерполяції, без застосування спеціалізованого програмного забезпечення	71
2.3 Послідовність аналізу побудованих карт	73
2.4 Завдання	74
Питання для самоперевірки	75
Рекомендовані джерела	75



ВСТУП

У методичних рекомендаціях наведено тематика практичної роботи, методичні пояснення щодо порядку виконання, питання для самоперевірки тощо.

Рівень сформованості знань та навичок здобувача вищої освіти з освітнього компоненту за виконання практичної роботи оцінюють за бальною шкалою, яка наведена як в семестровому графіку, так і в силабусі та робочій програмі.

Зміст та вимоги до контрольних точок

Оцінка за практичну роботу виставляється через платформу дистанційного навчання Moodle та після перевірки її викладачем. Оцінка виставляється через журнал оцінок Moodle і може бути оскаржена до завершення теоретичного навчання. За практичні роботи необхідно отримати оцінку до завершення теоретичного навчання у семестрі.

Для практичної роботи № 1 максимальна оцінка становить 5 балів:

– Оцінка 5 балів виставляється у випадку, якщо робота виконана вірно, розрахунки наведено повно, розмірності величин присутні, графічні зображення (за потрібністю) наведені. Висновки присутні та обґрунтовані. Робота виконана охайно.

– Оцінка 4 бали виставляється у випадку, якщо робота виконана вірно, розрахунки наведено достатньо повно, розмірності величин частково присутні, графічні зображення (за потрібністю) наведені, але є недоліки. Висновки неповні. Робота в цілому виконана охайно, але є зауваження до оформлення.


– Оцінка 3 бали виставляється у випадку, якщо робота виконана з помилками, які не мають критичного значення, розрахунки наведено неповно, розмірності величин відсутні, графічні зображення (за потрібністю) не наведені або виконані з суттєвими помилками. Висновки відсутні. Робота виконана неохайно.

– Оцінка 1-2 бали виставляється у випадку, якщо робота виконана з критичними помилками, які не дають вірного розв'язання, розрахунки наведено дуже неповно, незрозуміло або не наведені зовсім, розмірності величин відсутні, графічні зображення (за потрібністю) не наведені. Висновки відсутні. Робота виконана дуже неохайно.

Оцінка 0 балів виставляється у випадку, якщо в роботі виконано не власний варіант (власна тема завдання) або встановлено співпадіння двох або більше работ.

Для практичної роботи № 2 максимальна оцінка становить 10 балів:

– Оцінка 10 балів виставляється у випадку, якщо робота виконана вірно, розрахунки наведено повно, розмірності величин



присутні, графічні зображення (за потрібністю) наведені. Висновки присутні та обґрунтовані. Робота виконана охайно.

– Оцінка 8 бали виставляється у випадку, якщо робота виконана вірно, розрахунки наведено достатньо повно, розмірності величин частково присутні, графічні зображення (за потрібністю) наведені, але є недоліки. Висновки неповні. Робота в цілому виконана охайно, але є зауваження до оформлення.

– Оцінка 6 бали виставляється у випадку, якщо робота виконана з помилками, які не мають критичного значення, розрахунки наведено неповно, розмірності величин відсутні, графічні зображення (за потрібністю) не наведені або виконані з суттєвими помилками. Висновки відсутні. Робота виконана неохайно.

– Оцінка 2-4 бали виставляється у випадку, якщо робота виконана з критичними помилками, які не дають вірного розв'язання, розрахунки наведено дуже неповно, незрозуміло або не наведені зовсім, розмірності величин відсутні, графічні зображення (за потрібністю) не наведені. Висновки відсутні. Робота виконана дуже неохайно.

– Оцінка 0 балів виставляється у випадку, якщо в роботі виконано не власний варіант (власна тема завдання) або встановлено співпадіння двох або більше робіт.

Для робіт, оцінка яких нижча за максимальну, надається можливість виправлення недоліків та переоцінки з необмеженою кількістю спроб.

Роботи, які отримали оцінку 0 балів підлягають безумовному перескладанню.


Додаткові зауваження:

– студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#))

– оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;

Особливі підходи до визнання результатів навчання

– В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора



або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;

– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики освітнього компонента – технологій захисту літосфери та гідросфери (наприклад, Coursera, Udemu або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самосійтно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– У разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю.

Як приклад оформлення пояснювальної та розрахунково-графічної частини практичних робіт слід орієнтуватись на відповідне викладення матеріалу у методичних вказівках.



Практична робота № 1

Методи оцінки техногенного впливу на ґрунтовий покрив і геологічне середовище

1.1 Загальні відомості про методи оцінки техногенного впливу на ґрунтовий покрив і геологічне середовище

Науковці Чугай А. В., Сафранов Т. А. [5] виділяють наступні основні підходи оцінки стану і техногенного навантаження на ґрунтовий покрив та геологічне середовище (ГС):

1) заснований на прямих кількісних оцінках компонентів (породи, підземні води, ґрунти, донні відклади, геологічні явища) – порівняння з ГДК, ГДР, фонові значення і т.д.;

2) за ранжуванням території за рівнем техногенного навантаження (незмінені, слабо-, середньо-, сильно- і дуже сильно змінені, катастрофічно змінені);

3) за оцінкою ролі «геологічної матриці» у сучасному стані екосистем (ЕС).


Оцінювання стану ґрунтів може проводитись залежно від їх змін природно-техногенними процесами та за ступенем забрудненості. У першому випадку використовуються ґрунтові критерії (табл. 1.1), що відображають погіршення властивості ґрунтів [5]. Ґрунтово-ерозійні критерії пов'язані як з природними екологічними процесами, так і з антропогенною діяльністю людини, що прискорює процес деградації ґрунтового покриву.

Таблиця 1.1 – Оцінювання стану ґрунтів залежно від їх змін природно-техногенними геологічними процесами [5]

Показник	Зона екологічного стану			
	екологічної норми	екологічного ризику	екологічної кризи	екологічного лиха
Вміст гумусу, % від початкового	> 90	90–70	70–30	< 30
Площа вторинно засолених ґрунтів, %	< 5	5–20	20–50	> 50
Глибина змитості ґрунтових горизонтів, % ґрунтового профілю	< 10	10–30	30–50	> 50
Площа підґрунтових порід, % від загальної площі	< 5	5–10	10–25	> 25
Площа повітряної ерозії, %	< 5	10–20	20–40	> 40

У багатьох роботах виділяються 4 рівні (класи) природно-антропогенних порушень, а саме [5]:

1) зона екологічної норми (Н) містить у собі території без помітного зниження продуктивності та сталості екосистеми, її відносної



стабільності; значення прямих критеріїв нижчі за ГДК або фонові значення; деградація ґрунтового покриву (яружна, вітрова і водна ерозії зі знищенням гумусового шару і вторинне засолення із втратою родючості; площа земель, виведена із сільськогосподарського землекористування) складає менш 5 % території;

2) зона екологічного ризику (Р) містить у собі території з помітним зниженням продуктивності і сталості екосистеми, що веде до спонтанної деградації екосистеми, але ще зі зворотними порушеннями; територія вимагає розумного господарського використання і заходів щодо поліпшення екологічних умов; значення прямих критеріїв перевищують ГДК або фонове значення; деградовано 5 – 20 % ґрунтового покриву від загальної площі;

3) зона екологічної кризи (К) містить у собі території із сильним зниженням продуктивності і втратою сталості екосистеми і майже незворотними порушеннями; необхідне вибіркове господарське використання території із застосуванням докорінних заходів щодо поліпшення екологічних умов; значення прямих критеріїв значно перевищують ГДК або фонове значення; деградовано 20 – 50 % ґрунтового покриву від загальної площі;

4) зона екологічного лиха (Л) містить у собі території з повною втратою продуктивності і сталості екосистеми, практично необоротними порушеннями екосистеми, що виключають їх з господарського використання; значення прямих критеріїв у десятки разів перевищують ГДК або фонове значення; деградовано більш 50 % ґрунтового покриву від загальної площі.

Відповідно до ДСТУ 7875:2015 «Екологічне нормування антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив. Основні положення» система екологічних норм є головним складником системи екологічного нормування. Її має бути побудовано за ієрархічним принципом і вона має містити такі складники [4]:


- організаційно-методичні норми, які встановлюють основні положення використання та охорони земель;

- еколого-технічні та еколого-технологічні норми, які складаються з обмежень на використання техніки, агротехнологій і пестицидів у різних галузях сільського господарства;

- еколого-економічні та соціально-екологічні норми, які містять нормативи, правила, вимоги до управління в галузі охорони ґрунтів і земельними ресурсами, спрямованими на досягнення екологічних нормативів;

- ґрунтоохоронні норми, до яких належать: нормативи і правила екологічної безпеки; ресурсогосподарські нормативи і правила; екологічні норми.

За ДСТУ 7875:2015 нормативи й правила екологічної безпеки подано переважно гранично допустимими й орієнтовно допустимими



концентраціями хімічних речовин у ґрунті, методами їх контролювання й оцінки.

Групу ресурсогосподарських нормативів і правил складають нормативи використання земельних ресурсів, оптимального співвідношення земельних угідь [4].

До екологічних норм відносять екологічні нормативи якісного стану ґрунтів, екологічні нормативи й правила охорони ґрунтів і земельних ресурсів, екологічні нормативи антропогенного навантаження [4].

Екологічні нормативи якісного стану ґрунтів охоплюють параметри їхніх основних біологічних, фізичних, хімічних і фізико-хімічних властивостей, стійкості, видового різноманіття (просторової неоднорідності) тощо [4].

За ДСТУ 7875:2015 до екологічних нормативів і правил охорони ґрунтів та земельних ресурсів належать правила екологічного безпечного зрошення, осушення, застосування агрохімікатів і пестицидів, попередження розвитку деградаційних процесів, нормативи допустимого ступеня переущільнення, зміни складу обмінних катіонів, втрат ґрунту через ерозійні явища, граничні зміни інших параметрів.

Згідно з ДСТУ 7875:2015 екологічні нормативи антропогенного навантаження складаються з гранично-допустимих рівнів аеротехногенного надходження забруднюючих речовин на поверхню ґрунту, питомого тиску ходових систем техніки, сумарного пестицидного навантаження, насиченості сівозміни просапними культурами тощо.

1.2 Обстеження та використання земель техногенно забруднених

Національний стандарт України ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання» установлює порядок обстеження ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, що зазнали техногенного забруднення, та їхнього подальшого використання, установлює обсяг і форму матеріалів, необхідних для надання землям статусу техногенно забруднених, термін дії цього статусу, вимоги щодо використання цих земель і порядок здійснення моніторингу забруднення [3].


Вимоги стандарту ДСТУ 7243:2011 поширюються на органи виконавчої влади і місцевого самоврядування, власників землі та землекористувачів.

Стандарт ДСТУ 7243:2011 не поширюється на землі, що зазнали радіоактивного забруднення, та радіаційно небезпечні землі.

Деякі основні відомості за ДСТУ 7243:2011 наведено нижче.

У стандарті ДСТУ 7243:2011 використано наступні терміни [3]:

- загальне техногенне забруднення – забруднення, поширене на



великій території з нечіткими просторовими межами і незначним градієнтом концентрації речовини, що забруднює ґрунт;

- локальне техногенне забруднення – забруднення ґрунту поблизу одного або кількох джерел техногенного забруднення з чіткими просторовими межами;

- аеротехногенне забруднення – надходження речовин, що забруднюють ґрунт, до об'єктів навколишнього природного середовища з повітря;

- пробна ділянка – репрезентативна частина обстежуваної території, призначена для відбирання проб і ретельного дослідження ґрунту;

- точкова проба – матеріал, відібраний з одного місця горизонту або одного шару ґрунтового профілю, типовий для цього горизонту або профілю;

- об'єднана проба – суміш не менше ніж двох точкових проб;

- фоновий вміст речовини у ґрунті – вміст речовини у ґрунті, що відповідає її природному складові. Примітка: дозволено використовувати термін фонові концентрації хімічних елементів у ґрунті, який визначає аналогічне поняття;

- асоціація хімічних елементів – група хімічних елементів, наявних у досліджуваному об'єкті в кількості, що перевищує їх фонову концентрацію;

- модуль техногенного хімічного навантаження – кількість речовин, що забруднюють ґрунт, виражена у кілограмах, що надходить на 1 км² земної поверхні за один рік;

- показники шкідливості – показники, за якими встановлюють граничнодопустиму концентрацію речовин, що забруднюють ґрунт;

- клас персистентності – клас небезпечності речовини, що забруднює ґрунт, встановлений згідно з ГОСТ 17.4.1.02 за тривалістю її збереження у ґрунті та стійкістю до процесів розкладання і трансформування. Примітка: ГОСТ 17.4.1.02 «Охорона природи. ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднення» втратив чинність 01.01.2019;


- ступінь забруднення ґрунту – порівняльна оцінка вмісту речовини, що забруднює ґрунт, відносно граничнодопустимої концентрації або фонового вмісту;

- екологічний стан ґрунтів – придатність ґрунтів для проживання людини і сталого функціонування наземних екосистем;

- ремедіація; очищення земель – процес здійснення заходів щодо забрудненого ґрунту, ґрунтових вод чи ділянки для усунення чи контролювання ризиків для здоров'я людини або довкілля;

- фіторемедіація; фітомеліорація – очищення земель і ґрунтів за допомогою рослин;

- моніторинг забруднення ґрунту – система регулярних



спостережень, що охоплює спостереження за фактичними рівнями забруднення, визначення прогностичних рівнів, виявлення джерел забруднення ґрунту;

- моніторингова ділянка – площа, на якій виконуватимуть моніторингові спостереження.

Обстеження земель для визначення ступеня їх техногенного забруднення проводять організації та установи, які діють за дорученням органів виконавчої, судової або законодавчої влади [3].

Ступінь техногенного забруднення визначають виключно за результатами обстеження ґрунтів земельної ділянки, а за необхідності – також рослинності, поверхневих та ґрунтових вод.

Підставою для обстеження земель щодо визначення ступеня їх техногенного забруднення є поступове накопичення або разове надходження на земну поверхню речовин, що забруднюють ґрунт, внаслідок антропогенної діяльності, виникнення аварій і надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах, під час транспортування та зберігання небезпечних речовин, унаслідок військової діяльності тощо [3].


Порядок обстеження земель складається з чотирьох етапів: підготовчого, польового, аналітичного і камерального [3].

Підготовчий етап обстеження. У підготовчий період збирають матеріали, які повинні містити інформацію щодо розташування джерел забруднення, обсягів викидів, їх періодичності та тривалості, напряму вітрових потоків (рози вітрів), відомості щодо ґрунтового покриву і гідрогеологічних особливостей території, функціонального призначення земель. На основі зібраної інформації розробляють план пробовідбирання ґрунтів [3].

План пробовідбирання є робочим документом, який містить попередньо визначені місця розташування пробних ділянок та орієнтовну їх кількість, що може бути змінено на польовому етапі обстеження. Для обстеження сільськогосподарських угідь на кожній ділянці площею від 0,5 га до 20 га треба передбачити закладення окремої пробної ділянки. Розмір площі, на якій закладають одну пробну ділянку, визначають з урахуванням складності рельєфу і ґрунтового покриву.

Польовий етап обстеження. Протягом польового етапу виконують пробовідбирання ґрунтів для визначення фонового вмісту речовин, для встановлення ступеня забруднення земель і для організації їх моніторингу. За необхідності проводять також і пробовідбирання культурної або дикорослої рослинності. В усіх випадках репрезентативною пробою є об'єднана проба, яку відбирають з пробної ділянки певного розміру [3].

Для визначення фонового вмісту речовин проводять пробовідбирання ґрунтів на відстані не менше ніж за 20 км від джерела



викидів у разі загального техногенного забруднення, або за межами візуально визначеного ареалу локального техногенного забруднення. Ґрунти, на яких установлюють фоновий вміст речовин, не повинні відрізнятися від тих, що переважають у ґрунтовому покриві обстежуваної території, більше ніж на 20 % за параметрами рН водної витяжки, вмісту гумусу і часточок фізичної глини гранулометричного складу. Обсяг вибірки становить від 10 до 12 пробних ділянок, на кожній з яких об'єднана проба складається з 15—20 точкових проб [3].

Для встановлення ступеня забруднення земель у разі загального техногенного забруднення потрібно обирати рівномірну сітку пробовідбирання. Площа пробної ділянки повинна бути не менше ніж 100 м², з якої відбирають від 20 до 40 точкових проб для складання об'єднаної проби.


Для встановлення ступеня забруднення земель у разі локального техногенного забруднення допускають застосування нерівномірної сітки пробовідбирання за моделлю концентричних кіл згідно з ДСТУ ISO 10381-1:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб» (ISO 10381-1:2002, IDT). Площа пробної ділянки повинна бути не менше ніж 50 м², а кількість точкових проб для складання об'єднаної проби дорівнює від 12 до 15.

Необхідну кількість пробних ділянок треба визначати з урахуванням складності рельєфу і структури ґрунтового покриву [3].

Для організації моніторингу забруднення під час пробовідбирання відокремлюють частину пробних ділянок. Обов'язковими вимогами до них є визначення точних географічних координат, основних ґрунтових властивостей та збільшення вдвічі кількості точкових проб для складання об'єднаної проби. Щоб зменшити вплив природної неоднорідності ґрунтових властивостей, для моніторингу треба обирати пробні ділянки розміром від 50 м² до 100 м² згідно з ДСТУ ISO 16133:2005 «Якість ґрунту. Настанови щодо складання та виконання моніторингових програм» (ISO 16133:2004) та Інструкції Мінприроди України «Якість довкілля. Відбір проб ґрунтів та відходів при здійсненні хіміко-аналітичного контролю просторового (загального і локального) забруднення об'єктів навколишнього природного середовища в районах впливу промислових, сільськогосподарських, господарсько-побутових і транспортних джерел забруднення», 2005 р.

Розподіляти місця відбирання точкових проб на пробній ділянці потрібно рівномірно, але уникати нетипових елементів мікрорельєфу (ям, канав, промоїн), вогнищ, куп сміття, візуально неоднорідних за складом і кольором плям тощо. Для вибору схеми пробовідбирання треба керуватися ДСТУ ISO 10381-1.

Для вибирання технічних засобів пробовідбирання треба керуватися ДСТУ ISO 10381-2:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб» (ISO 10381-2:2002, IDT).



Проби рослинності відбирають на тих самих місцях, що й проби ґрунту. Для одержання об'єднаної проби рекомендовано відбирати не менше ніж 8-10 точкових проб масою від 10 г до 20 г кожна. Надземну частину трав'яного покриву зрізують гострим ножом або ножицями, не забруднюючи ґрунтом, і вкладають у поліетиленовий або паперовий пакет з відповідною етикеткою. Висота зрізу над поверхнею ґрунту від 3 см до 5 см [3].

Відібрані проби ґрунту і рослинності необхідно пронумерувати та зареєструвати в журналі, зазначивши такі дані; порядковий номер проби, дату відбирання, глибину, номер ділянки, її місцезнаходження та розміри, вид сільськогосподарських угідь, тип рослинності, особливі примітки.

Проби повинні мати дві етикетки, всередині та зовні, на яких треба вказати порядковий номер проби, дату відбирання, глибину. Етикетки має бути заповнено чітко, простим олівцем, що унеможливило знебарвлення записів.


Проби спаковують, транспортують, висушують до повітряно-сухого стану і зберігають в ємностях з хімічно нейтрального матеріалу. Проби ґрунту, забрудненого небезпечними речовинами 2-го і 3-го класу персистентності, треба спаковувати у герметичні контейнери. Термін зберігання цих проб до початку аналітичних робіт не може перевищувати 30 діб. Проби ґрунту, забрудненого небезпечними речовинами 1-го класу персистентності, дозволено спаковувати в поліетиленові або паперові пакети та зберігати до початку аналітичних робіт близько 180 діб. Для вибирання виду і матеріалу контейнерів треба керуватися ДСТУ ISO 10381-2.

Аналітичний етап обстеження. На аналітичному етапі у відібраних пробах визначають вміст речовин, що забруднюють ґрунт, а також основні властивості ґрунту: гранулометричний склад, вміст гумусу, рН водяної витяжки [3].

Головними вимогами до проведення аналітичних робіт з визначення вмісту речовин, що забруднюють ґрунт, є одержання кількісних характеристик для широкого кола хімічних елементів і окремих речовин та відповідність чутливості методів діапазону природної варіабельності концентрацій у ґрунті.

Мінімальне значення показника, яке може бути одержано за методикою визначення, повинно бути не менше ніж на порядок нижче за параметри граничнодопустимої концентрації [3].

Аналіз вмісту речовин, що забруднюють ґрунт, дозволено проводити лише в атестованій вимірвальній лабораторії за атестованою чи стандартизованою методикою з обов'язковим зазначенням меж похибки вимірювань. Для одержання порівняних результатів і досягнення однакової точності вимірювань необхідно використовувати найпоширеніші методи.



Камеральний етап обстеження. На камеральному етапі результати хімічного аналізування ґрунтових і рослинних проб підлягають математико-статистичному обробленню та обчисленню розрахункових показників ступеня забруднення ґрунтів [3].

Фоновий вміст речовин встановлюють статистичним аналізуванням вибірки проб. За фоновий вміст беруть середнє значення одержаної вибірки з довірчим інтервалом у межах стандартної похибки. Допускають також вираження фонового вмісту речовин у вигляді медіанного значення одержаної вибірки.

Ступінь техногенного забруднення встановлюють за результатами аналізування проб. Класифікують ґрунти за ступенем забруднення, порівнюючи з граничнодопустимою концентрацією та фоновим вмістом речовин, що забруднюють ґрунт [3].

Основними розрахунковими показниками ступеня забруднення є коефіцієнт концентрації K_C і сумарний показник забруднення Z_C .

1.3 Загальні відомості про сумарний показник забруднення ґрунтів

Оскільки ґрунти досить часто є забрудненими одночасно декількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів.

Поширення набула оцінка земель різного цільового призначення, зокрема сільськогосподарських – як зазначено у ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання», за ступенем забруднення, на підставі визначення коефіцієнту концентрації K_C і сумарного показника забруднення Z_C , знайшла поширення.

Коефіцієнт концентрації K_C обчислюють за формулою (див. пп. 4.5.4, ДСТУ 7243:2011 [3], а також за [1, 5])

$$K_C = C_i / C_{\phi}, \quad (1.1)$$

де C_i – фактичний вміст i -го елемента;
 C_{ϕ} – фоновий вміст i -го елемента.

Замість фонового значення хімічного елемента можна використовувати ГДК певної забруднюючої речовини; при цьому розраховують коефіцієнт техногенного геохімічного навантаження (K_i) [1, 5]:

$$K_i = C_i / C_{\text{ГДК}}, \quad (1.2)$$

де C_i – фактичний вміст i -го елемента;
 $C_{гдк}$ – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини.

Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті (табл. 1.2) затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 № 1595 [2].

Таблиця 1.2 – Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті [2]

№ з/п	Найменування речовини	Величина гранично допустимої концентрації (ГДК), мг/кг з урахуванням фону (кларка)	Лімітуючий показник шкідливості
1	2	4	5
1	Бенз(а)пірен	0,02	загальносанітарний
2	Бензин	0,1	повітряно-міграційний
3	Бензол	0,3	повітряно-міграційний
4	Ванадій	150,0	загальносанітарний
5	Ванадій + марганець	100 + 1000	загальносанітарний
6	Диметилбензоли (1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол)	0,3	транслокаційний
7	Комплексні гранульовані добрива (КГД)	120,0	водно-міграційний
8	Комплексні рідкі добрива (КРД) ⁻¹	80,0	водно-міграційний
9	Марганець	1500,0	загальносанітарний
10	Метаналь	7,0	повітряно-міграційний
11	Метилбензол	0,3	повітряно-міграційний
12	(1-метилетеніл)бензол	0,5	повітряно-міграційний
13	(1-метилетил)бензол	0,5	повітряно-міграційний
14	(1-метилетил)бензол + (1-метилетеніл)бензол	0,5	повітряно-міграційний
15	Арсен * (миш'як)	2,0	транслокаційний
16	Нітрати (за NO ₃)	130,0	водно-міграційний
17	Відходи флотації вугілля (ВФВ) ⁻³	3000,0	водно-міграційний; загальносанітарний
18	Ртуть*	2,1	транслокаційний
19	Свинець*	32,0	загальносанітарний
20	Свинець + ртуть*	20,0 + 1,0	транслокаційний
21	Сірка	160,0	загальносанітарний
22	Сірчана кислота (за S)	160,0	загальносанітарний
23	Сірководень (за S)	0,4	повітряно-міграційний
24	Суперфосфат (за P ₂ O ₅)	200,0	транслокаційний
25	Сурма	4,5	водно-міграційний
26	Фуран-2-карбальдегід	3,0	загальносанітарний
27	Хлорид калію (за K ₂ O)	560,0	водно-міграційний
28	Хром шестивалентний	0,05	загальносанітарний
29	Етаналь	10	повітряно-міграційний
30	Етенилбензол	0,1	повітряно-міграційний
31	Кадмій	1,5 у чорноземі за рН ґрунту 6,7-7,0	загальносанітарний

№ з/п	Найменування речовини	Величина гранично допустимої концентрації (ГДК), мг/кг з урахуванням фону (кларка)	Лімітуючий показник шкідливості
1	2	4	5
32	Нафтопродукти ²	1000,0	загальносанітарний, фітотоксичність
33	Метилтрет-бутиловий ефір (МТБЕ)	0,05	міграційно-повітряний
34	Кобальт ⁴	5,0	загальносанітарний
35	Марганець, який вилучають 0,1 н H ₂ SO ₄ :	700,0	
	Чорнозем		
	Дерново-підзолистий ґрунт:		
	pH 4,0	300,0	
	pH 5,1-6,0	400,0	
	pH _з 6,0	500,0	
	Марганець, який вилучають ацетатно-амонійним буфером з pH 4,8:		загальносанітарний
	Чорнозем	140,0	
	Дерново-підзолистий:		
	pH 4,0	60,0	
pH 5,1-6,0	80,0		
pH _з 6,0	100,0		
36	Мідь ⁵	3,0	загальносанітарний
37	Нікель ^{5**}	4,0	
38	Свинець ^{5*}	6,0	загальносанітарний
39	Фтор ⁶	2,8	транслокаційний
40	Хром тривалентний ⁵	6,0	загальносанітарний
41	Цинк ^{5*}	23,0	транслокаційний
42	Фтор	10,0	транслокаційний

Примітки: 1. КГД – комплексні гранульовані добрива складу N : P : K = 64 : 0 : 15. ГДК КГД контролюється за вмістом нітратів у ґрунті, що не має перевищувати 76,8 мг/кг абсолютно сухої маси ґрунту. КРД – комплексні рідкі добрива складу N : P : K = 10 : 34 : 0 (за ТУ 6-08-290-74) з домішками марганцю (не більше 0,6 % від загальної маси). ГДК КРД контролюється за вмістом рухливих форм фосфатів у ґрунті, що не має перевищувати 27,2 мг/кг абсолютно сухої маси ґрунту.

2. Нафтопродукти передбачають також і дизельне паливо у чорноземі звичайному малогумусному – визначають гравіметричним (арбітражним) методом екстрагування гексаном.

3. ВФВ – відходи флотації вугілля. ГДК ВФВ контролюється за вмістом бенз(а)пірену у ґрунті, що не має перевищувати ГДК бенз(а)пірену.

4. Рухливу форму кобальту вилучають з ґрунту ацетатно-натрієвим буферним розчином з pH 3,5 і pH 4,7 для сіроземів і ацетатно-амонійним буферним розчином з pH 4,8 для інших типів ґрунтів.

5. Рухливу форму елемента вилучають з ґрунту ацетатно-амонійним буферним розчином з pH 4,8.

6. Рухливу форму фтору вилучають з ґрунту з pH ≤ 6,5 0,006 н HCl, з pH > 6,5 – 0,03 н K₂SO₄.

Характеристика шкідливих хімічних речовин за характером дії на організм:

«*» Канцерогенні (бластомогенні) сполуки: бенз(а)пірен, арсен (As),



меркурій (Hg), плюмбум (Pb), цинк (Zn), молібден (Mo), нікель (Ni).
 «**» Сенсibiliзуючі хімічні речовини або алергени (нікель (Ni)).
 «***» Мутагенні речовини (плюмбум (Pb), марганець (Mn)).
 «****» Проявляють репродуктивну токсичність (меркурій (Hg), плюмбум (Pb) марганець (Mn)).

У випадку поліелементного складу техногенної або природної аномалії розраховуються сумарний показник забруднення (Z_c) або сумарний показник навантаження (Z_p), які характеризують ефект впливу на групи елементів.

Сумарний показник забруднення Z_c обчислюють за формулою (див. пп. 4.5.4.2, ДСТУ 7243:2011 [3], а також за [1, 5]):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1), \quad (1.3)$$

де Z_c – сумарний показник забруднення ґрунтів;
 n – кількість хімічних елементів, які відповідають умові $C_i > C_\phi$ й утворюють асоціацію.

Сумарний показник навантаження (Z_p) розраховується за формулою [5]:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n K_i - (n - 1), \quad (1.4)$$

де n – число аномальних компонентів, що враховуються.

Ступінь техногенного забруднення визначають за показником сумарного забруднення ґрунтів Z_c з градаціями, наведеними у табл. 1.3 – за даними ДСТУ 7243:2011 [3] та табл. 1.4 – за науковими підходами [1, 5] та інші. Слід відзначити, що у ДСТУ 7243:2011 надаються відомості про ступінь техногенного забруднення ґрунтів у відповідності до значень сумарного показника забруднення Z_c (табл. 1.3) [3], а орієнтовна оціночна шкала, градація якої розроблена на підставі вивчення стану здоров'я населення, яке мешкає на територіях з різними рівнями забрудненості ґрунтів (табл. 1.4) [1, 5], – у роботах науковців, зокрема А. В. Чугай, Т. А. Сафранов [5], С. П. Кармазиненко, І. В. Кураєва, А. І. Самчук, Ю. Ю. Войтюк, В. Й. Манічев [1].

Таблиця 1.3 – Визначення ступеня техногенного забруднення земель за сумарним показником (за ДСТУ 7243:2011)

Ступінь техногенного забруднення	Сумарний показник забруднення Z_c
Допустимий	менше ніж 16
Помірно небезпечний	від 16 до 32
Небезпечний	від 32 до 64

Ступінь техногенного забруднення	Сумарний показник забруднення Z_c
Дуже небезпечний	від 64 до 128
Надзвичайно небезпечний	більше ніж 128

Таблиця 1.4 – Орієнтована шкала оцінки безпеки забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення (Z_c) (за [1, 5] та інші)

Категорія забруднення ґрунтів	Сумарний показник забруднення Z_c	Зміни показників здоров'я населення в осередках забруднення
Припустима	Менше ніж 16	Найбільш низький рівень захворюваності дітей і мінімальна частота функціональних відхилень.
Помірно небезпечна	16-32	Збільшення загальної захворюваності.
Небезпечна	32-128	Збільшення загальної захворюваності, числа дітей, які часто хворіють, дітей із хронічними захворюваннями, порушеннями функціонального стану серцево-судинної системи.
Надзвичайно небезпечна	Більше 128	Збільшення захворюваності дитячого населення, порушення репродуктивної функції жінок (збільшення токсикозу вагітності, числа передчасних пологів, мертвонароджуваності, гіпотрофій немовлят)

Сумарний показник забрудненості може бути визначений як для всіх елементів однієї проби, так і для ділянки території за геохімічною вибіркою [1, 5].

1.4 Приклад визначення сумарного показника забрудненості ґрунтів

Задача (приклад)

Ґрунт в населеному пункті одночасно забруднений кількома хімічними інгредієнтами, їх концентрація, мг/кг, становить: нітрати – 390; суперфосфат – 290; фториди – 67; миш'як – 18.


Необхідно визначити сумарний показник забруднення ґрунтів.

Фоновий вміст цих інгредієнтів наступний, мг/кг: нітрати – 130; суперфосфат – 200; фториди – 10; миш'як – 20.

Рішення

Розраховується сумарний показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами (не органічні сполуки) за формулою (1.3):

$$Z_c = \frac{390}{130} + \frac{290}{200} + \frac{67}{10} + \frac{18}{20} - (4 - 1) = 9,05.$$



Висновок. Оцінка небезпеки забруднення ґрунту в населеному пункті припустима (див. табл. 1.4) [1, 5].

1.5 Теоретичні відомості про поширені комплексні показники забруднення ґрунтового покриву

У випадку полікомпонентного техногенного забруднення можна визначати комплексний показник забруднення (*КПЗ*) за формулою [5]:

$$КПЗ = \sum_{i=1}^n K_i, \quad (1.5)$$

де n – число забруднюючих речовин.

Еколого-геохімічна оцінка забруднення родючих ґрунтів за значенням *КПЗ* наведена в табл. 1.5 (n – кількість елементів, що включені у розрахунки) [5].

Таблиця 1.5 – Орієнтована шкала оцінки небезпеки забруднення ґрунтів за *КПЗ* [5]

Рівень забруднення ґрунтів	Величина <i>КПЗ</i>
Помірний	$n < КПЗ < 3n$
Високий	$3n < КПЗ < 10n$
Надзвичайно високий	$КПЗ > 10n$

Також одним з показників якості ґрунтів є індекс забруднення ґрунтів (*ІЗГ*) [5]:

$$ІЗГ = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{C_{ГДК}} \right) / n, \quad (1.6)$$

За значенням *ІЗГ* виділяють такі категорії якості ґрунтів: $ІЗГ < 0,75$ – ґрунти чисті; $ІЗГ = 0,75 - 1,0$ – ґрунти проблемні; $ІЗГ > 1,0$ – ґрунти забруднені.

У тих випадках, коли для забруднюючих речовин не встановлено *ГДК*, визначення ступеня забруднення проводиться в порівнянні з фоновими чи кларковими значеннями, зафіксованими на незабруднених територіях. При цьому необхідно диференціювати забруднюючі речовини за класом небезпеки. Для ґрунтів, наприклад, за ГОСТ17.4.1.02-83, який втратив чинність 01.01.2019, наводилась класифікація (табл. 1.6), яка поширена у використанні й досі [5].

Таблиця 1.6 – Загальна оцінка ступеня забруднення компонентів літосфери з виділенням класів і станів [5]

Оціночний показник	Класи (зони) екологічного стану			
	З (Н)	УЗ (Р)	НЗ (К)	К (Л)
концентрація всіх елементів і сполук	фонові чи < 1 ГДК	компоненти 2 і 3-го класів небезпеки в межах 1 – 5 ГДК; 1 класу – на рівні 1 ГДК	компоненти 2 і 3-го класів небезпеки в межах 5 – 10 ГДК; 1 класу – 1 – 5 ГДК	компоненти 2 і 3-го класів небезпеки > 10 ГДК; 1 класу – > 5 ГДК

Також відомі методи оцінки стану складових геологічного середовища. Наприклад, для характеристики взаємозв'язку забруднення підземних вод (ПВ) із загальним забрудненням довкілля використовується показник схильності до забруднення підземних вод (ПСЗ) [5]:

$$ПСЗ = МТН / ПЗ, \quad (1.7)$$

де *МТН* – сума вагових одиниць всіх видів відходів (твердих, рідких, газоподібних) промислових, сільськогосподарських і комунальних об'єктів за часовий проміжок (1 рік), віднесений до площі адміністративного району або області, в межах якої розташовані ці об'єкти, т/км² на рік;

ПЗ – показник захищеності підземних вод, що виражається в балах.

Виділяють такі градації *ПСЗ* [5]:

- 1) *ПСЗ* < 0,01 (дуже низький ступінь схильності);
- 2) *ПСЗ* = 0,01 – 0,1 (низький ступінь схильності);
- 3) *ПСЗ* = 0,1 – 1 (помірний ступінь схильності);
- 4) *ПСЗ* = 1 – 10 (середній ступінь схильності);
- 5) *ПСЗ* = 10 – 100 (високий ступінь схильності);
- 6) *ПСЗ* > 100 (дуже високий ступінь схильності).

1.6 Теоретичні відомості про методи оцінки стійкості геологічного середовища

Для виявлення закономірностей просторового поширення і характеру мінливості техногенних впливів на певній території, а також для оцінки ступеня різноспрямованості техногенного впливу використовуються такі показники як коефіцієнти розподілу площинного $K_{рпн}$ і лінійного $K_{рлн}$ техногенного навантаження (табл. 1.7) [5].

Таблиця 1.7 – Кількісні показники джерел техногенного впливу [5]

Кількісний показник джерел техногенного впливу	Формула	Діапазон зміни показників	Назва діапазону техногенного навантаження
Коефіцієнт розподілу площинного техногенного навантаження	$K_{рпн} = S_{тн} / S_{кв}$	$0 \leq K_{рпн} \leq 0,2$	відсутня
		$0,2 < K_{рпн} \leq 0,8$	середня
		$0,8 < K_{рпн} \leq 1,0$	висока
Коефіцієнт розподілу лінійного техногенного навантаження	$K_{рлн} = L_{тн} / S_{кв}$	$K_{рлн} = 0$	відсутня
		$0 < K_{рлн} \leq 0,01$	дуже слабка
		$0,01 < K_{рлн} \leq 0,03$	слабка
		$0,03 < K_{рлн} \leq 0,05$	середня
		$K_{рлн} > 0,05$	висока


При розрахунках коефіцієнтів площинного і лінійного техногенного навантаження в якості одиниці площі використовується квадрат координатної сітки плану забудови масштабу 1:1000. У формулах у табл. 1.7: $S_{тн}$ – площа квадрата, зайнята техногенними об'єктами; $L_{тн}$ – протяжність транспортної лінії; $S_{кв}$ – площа квадрата [5].

Згідно типізації джерел техногенного впливу коефіцієнти площинного і лінійного техногенного навантаження є кількісними характеристиками просторового поширення і ступеня різноспрямованості ($K_{рпн}$ – «вниз», $K_{рлн}$ – «вздовж») техногенного впливу об'єктів об'ємно-площинної (будівлі, споруди) і лінійної (інженерні комунікації, дороги) спрямованості. Для оцінки спільного впливу на геологічне середовище різних за типом джерел техногенного впливу в якості узагальнюючого критерію запропоновано коефіцієнт сумарного впливу $K_{стн}$, який є середньозваженим значенням кількісних показників джерел техногенного впливу на геологічне середовище [5]:

$$K_{стн} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (1.8)$$

де K_i – коефіцієнт техногенного навантаження (лінійного, площинного, об'ємного і т.д.);
 P_i – вага (ступінь впливу або значимість) i -го коефіцієнта;
 n – число чинників, що враховуються.

Величини P_i можна розглядати як масштабні множники. Для уніфікації підходів при встановленні розмірності того чи іншого коефіцієнта техногенного навантаження слід враховувати єдину для всіх величин K_i розмірність. Наприклад, якщо $K_{рпн}$ за суттю – частина одиничного квадрата, зайнятого забудовою, а $K_{рлн}$ – протяжність комунікацій, яка припадає на одиницю площі, то коефіцієнт $K_{стн}$ повинен мати розмірність, єдину і для площинних, і для лінійних об'єктів. Таким чином, вже при типізації джерел техногенного впливу слід встановлювати кількісні характеристики, що дозволяють оцінювати різні



види впливу в однакових одиницях. Оскільки мова йде про вплив тих чи інших об'єктів міської інфраструктури на геологічне середовище, то логічно було б розглядати їх як «вбудовані» в це середовище. Тоді ступінь техногенного навантаження буде ступенем «вбудови» об'єкта в середовище. Так, для площинних і об'ємно-площинних об'єктів важливо врахувати величину навантаження на основу фундаменту, глибину розподілу навантаження під підставою будівлі або споруди, тип фундаменту і т.д. Для лінійних підземних об'єктів важливо знати і враховувати не тільки їх протяжність, а й глибину закладення, розміри прохідних каналів, діаметр і матеріали труб комунікацій і т.д. [5].

Для кількісної оцінки стійкості геологічного середовища (ГС) пропонується використовувати коефіцієнт стійкості (K_c), значення якого змінюється від 0 до 1 [5]. У випадку, коли зниження еколого-геологічної якості системи супроводжується зменшенням будь-якого показника, величина коефіцієнту стійкості визначається за формулою:

$$K_c = N_t/N_o, \quad (1.8)$$

де N_t – показник будь-якої ознаки ґрунту або іншого компонента геологічного середовища, що зазнав техногенного впливу;
 N_o – той же показник до впливу.

У випадку, коли зниження якості системи характеризується збільшенням будь-якого показника, K_c визначається за формулою:

$$K_c = \frac{N_o}{N_t}. \quad (1.9)$$

За величиною коефіцієнту стійкості виділяються такі категорії стійкості компонентів геологічного середовища до техногенного впливу [5]:

- дуже висока ($K_c = 1,0 - 0,95$);
- висока ($K_c = 0,95 - 0,8$);
- середня ($K_c = 0,8 - 0,5$);
- низька ($K_c = 0,5 - 0,1$);
- нестійка ($K_c = 0,1 - 0$).

На думку [5], існуючі підходи до оцінки стану і техногенного навантаження на ґрунти і свідчать, що:

- оцінка еколого-геологічного стану території базується на використанні як прямих нормованих критеріїв оцінки її компонентів (ГДК, ГПР та ін.), так і непрямих показників (тематичних, площинних і динамічних) самого геологічного середовища і взаємопов'язаних з ним природних середовищ;
- забезпеченість оцінки стану літосфери прямими оціночними

критеріями суттєво різняться як за складовими її компонентів (породи, ПВ, рельєф, ґрунти, донні відклади), так і за функціональним статусом цих компонентів (найбільш розроблені геохімічні і гідродинамічні критерії, а показники ресурсного значення літосфери й оцінки геофізичних полів розроблені лише на якісному рівні);

- існуюча нормативна база для прямих критеріїв оцінки (ГДК та ін.) потребує суттєвого удосконалювання для надання об'єктивної оцінки про рівень біологічного дискомфорту тієї або іншої території.

1.7 Завдання

Ознайомтесь з наведеними теоретичними відомостями про методи оцінки техногенного впливу на ґрунтовий покрив і геологічне середовище (див. пп. 1.1-1.6). Надайте стисло відповідь на одне з поставлених питань для самоперевірки: для непарних варіантів – слід обрати одне з питань під непарним номером, для парних варіантів – слід обрати одне з питань під парним номером. Оформіть відповідь на запитання не більше як 0,5-1,0 сторінки (шрифт *Arial*, розмір шрифту 14 pt, інтервал 1,0).

Визначить сумарний показник навантаження (Z_p) (див. пп. 1.3-1.4) з урахуванням вихідних даних, наведених у табл. 1.8-1.20. Точки відбору проб ґрунтів розташовані поблизу устя свердловини. Зверніть увагу, що результати розрахунку сумарного показника навантаження (Z_p) на ґрунтовий покрив будуть задіяні як вихідні дані для виконання практичної роботи № 2.

Таблиця 1.8 – Вихідні дані (варіант № 1)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	96,2	520	234	31	182	9,4	494
2	96,4	215	97	13	75	3,9	204
3	114,8	180	81	11	63	3,2	171
4	82,8	320	144	19	112	5,8	304
5	87,6	175	79	11	61	3,2	166
6	127,4	670	302	40	235	12,1	637
7	106,1	555	250	33	194	10	527
8	84,8	294	132	18	103	5,3	279
9	66,3	150	68	9	53	2,7	143
10	93,9	490	221	29	172	8,8	466
11	64,6	120	54	7	42	2,2	114
12	62,8	160	72	10	56	2,9	152
13	58,1	130	59	8	46	2,3	124
14	54,4	210	95	13	74	3,8	200
15	76,2	250	113	15	88	4,5	238
16	73,3	160	72	10	56	2,9	152
17	68,2	190	86	11	67	3,4	181

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
18	94,4	210	95	13	74	3,8	200
19	78,1	250	113	15	88	4,5	238
20	94,7	230	104	14	81	4,1	219
21	108,1	270	122	16	95	4,9	257
22	118,2	240	108	14	84	4,3	228
23	74,8	180	81	11	63	3,2	171
24	98,1	150	68	9	53	2,7	143
25	82,3	130	59	8	46	2,3	124
26	107,4	170	77	10	60	3,1	162
27	68,2	210	95	13	74	3,8	200
28	74,1	230	104	14	81	4,1	219
29	91,8	165	74	10	58	3	157
30	133,3	250	113	15	88	4,5	238

Таблиця 1.9 – Вихідні дані (варіант № 2)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	32,4	270	122	16	95	4,9	257
2	34,6	670	302	40	235	12,1	637
3	56,4	780	351	47	273	14	741
4	38,7	290	131	17	102	5,2	276
5	32,6	475	214	29	166	8,6	451
6	103,8	320	144	19	112	5,8	304
7	86,4	276	124	17	97	5	262
8	62,1	250	113	15	88	4,5	238
9	38,7	350	158	21	123	6,3	333
10	77,2	275	124	17	96	5	261
11	31,2	170	77	10	60	3,1	162
12	36,4	215	97	13	75	3,9	204
13	28,6	145	65	9	51	2,6	138
14	21,2	275	124	17	96	5	261
15	52,4	290	131	17	102	5,2	276
16	47,3	325	146	20	114	5,9	309
17	33,2	330	149	20	116	5,9	314
18	59,2	356	160	21	125	6,4	338
19	46,3	370	167	22	130	6,7	352
20	61,3	180	81	11	63	3,2	171
21	73,4	260	117	16	91	4,7	247
22	68,9	165	74	10	58	3	157
23	48,6	270	122	16	95	4,9	257
24	68,7	240	108	14	84	4,3	228
25	48,9	355	160	21	124	6,4	337
26	81,4	255	115	15	89	4,6	242
27	37,1	380	171	23	133	6,8	361
28	44,3	210	95	13	74	3,8	200
29	84,6	190	86	11	67	3,4	181
30	97,2	165	74	10	58	3	157

Таблиця 1.10 – Вихідні дані (варіант № 3)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	112,6	370	167	22	130	6,7	352
2	121,6	415	187	25	145	7,5	394
3	136,4	380	171	23	133	6,8	361
4	108,3	295	133	18	103	5,3	280
5	100,4	315	142	19	110	5,7	299
6	153,2	370	167	22	130	6,7	352
7	164,4	430	194	26	151	7,7	409
8	123,6	450	203	27	158	8,1	428
9	83,4	410	185	25	144	7,4	390
10	119,4	360	162	22	126	6,5	342
11	80,6	330	149	20	116	5,9	314
12	88,6	300	135	18	105	5,4	285
13	76,1	310	140	19	109	5,6	295
14	68,2	325	146	20	114	5,9	309
15	94,6	370	167	22	130	6,7	352
16	106,3	420	189	25	147	7,6	399
17	89,4	360	162	22	126	6,5	342
18	137,2	390	176	23	137	7	371
19	102,6	355	160	21	124	6,4	337
20	134,4	275	124	17	96	5	261
21	142,6	375	169	23	131	6,8	356
22	171,4	415	187	25	145	7,5	394
23	94,7	230	104	14	81	4,1	219
24	149,8	265	119	16	93	4,8	252
25	106,3	760	342	46	266	13,7	722
26	176,6	955	430	57	334	17,2	907
27	86,4	675	304	41	236	12,2	641
28	99,1	845	380	51	296	15,2	803
29	112,4	750	338	45	263	13,5	713
30	194,6	545	245	33	191	9,8	518

Таблиця 1.11 – Вихідні дані (варіант № 4)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	67,2	185	83	11	65	3,3	176
2	66,3	250	113	15	88	4,5	238
3	88,1	270	122	16	95	4,9	257
4	51,2	235	106	14	82	4,2	223
5	54,4	240	108	14	84	4,3	228
6	59,3	220	99	13	77	4	209
7	78,3	165	74	10	58	3	157
8	53,4	170	77	10	60	3,1	162
9	33,4	190	86	11	67	3,4	181
10	61,4	165	74	10	58	3	157
11	31,6	180	81	11	63	3,2	171
12	33,7	270	122	16	95	4,9	257
13	21,8	280	126	17	98	5	266
14	26,4	290	131	17	102	5,2	276
15	46,5	230	104	14	81	4,1	219
16	48,7	290	131	17	102	5,2	276

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
17	35,4	650	293	39	228	11,7	618
18	57,8	690	311	41	242	12,4	656
19	43,6	670	302	40	235	12,1	637
20	63,2	310	140	19	109	5,6	295
21	78,4	740	333	44	259	13,3	703
22	93,6	785	353	47	275	14,1	746
23	51,2	720	324	43	252	13	684
24	71,3	720	324	43	252	13	684
25	58,4	290	131	17	102	5,2	276
26	76,4	335	151	20	117	6	318
27	37,6	265	119	16	93	4,8	252
28	41,2	670	302	40	235	12,1	637
29	88,4	710	320	43	249	12,8	675
30	104,4	350	158	21	123	6,3	333

Таблиця 1.12 – Вихідні дані (варіант № 5)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	107,4	110	50	7	39	2	105
2	101,6	125	56	8	44	2,3	119
3	123,4	135	61	8	47	2,4	128
4	94,3	115	52	7	40	2,1	109
5	89,7	165	74	10	58	3	157
6	157,6	150	68	9	53	2,7	143
7	123,4	140	63	8	49	2,5	133
8	91,7	180	81	11	63	3,2	171
9	74,6	215	97	13	75	3,9	204
10	110,2	435	196	26	152	7,8	413
11	72,1	410	185	25	144	7,4	390
12	71,3	380	171	23	133	6,8	361
13	67,4	420	189	25	147	7,6	399
14	66,3	435	196	26	152	7,8	413
15	82,6	260	117	16	91	4,7	247
16	92,3	555	250	33	194	10	527
17	72,4	510	230	31	179	9,2	485
18	110,3	535	241	32	187	9,6	508
19	92,3	470	212	28	165	8,5	447
20	121,7	580	261	35	203	10,4	551
21	137,4	265	119	16	93	4,8	252
22	136,6	250	113	15	88	4,5	238
23	79,2	230	104	14	81	4,1	219
24	105,3	200	90	12	70	3,6	190
25	92,6	185	83	11	65	3,3	176
26	126,4	160	72	10	56	2,9	152
27	73,8	190	86	11	67	3,4	181
28	87,3	210	95	13	74	3,8	200
29	111,2	235	106	14	82	4,2	223
30	147,3	270	122	16	95	4,9	257

Таблиця 1.13 – Вихідні дані (варіант № 6)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	131,2	730	329	44	256	13,1	694
2	133,4	780	351	47	273	14	741
3	148,8	270	122	16	95	4,9	257
4	117,6	690	311	41	242	12,4	656
5	119,2	715	322	43	250	12,9	679
6	168,8	375	169	23	131	6,8	356
7	148,7	315	142	19	110	5,7	299
8	111,6	290	131	17	102	5,2	276
9	109,2	675	304	41	236	12,2	641
10	132,2	295	133	18	103	5,3	280
11	101,6	650	293	39	228	11,7	618
12	105,2	630	284	38	221	11,3	599
13	106,8	600	270	36	210	10,8	570
14	109,2	575	259	35	201	10,4	546
15	117,8	270	122	16	95	4,9	257
16	127,8	230	104	14	81	4,1	219
17	101,1	205	92	12	72	3,7	195
18	134,7	190	86	11	67	3,4	181
19	119,7	175	79	11	61	3,2	166
20	132,4	230	104	14	81	4,1	219
21	142,2	255	115	15	89	4,6	242
22	151,2	275	124	17	96	5	261
23	121,4	205	92	12	72	3,7	195
24	162,2	260	117	16	91	4,7	247
25	121,4	270	122	16	95	4,9	257
26	137,8	210	95	13	74	3,8	200
27	101,6	295	133	18	103	5,3	280
28	114,8	250	113	15	88	4,5	238
29	128,6	235	106	14	82	4,2	223
30	154,3	190	86	11	67	3,4	181

Таблиця 1.14 – Вихідні дані (варіант № 7)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	113,2	210	95	13	74	3,8	200
2	71,4	230	104	14	81	4,1	219
3	93,4	205	92	12	72	3,7	195
4	92,3	380	171	23	133	6,8	361
5	64,2	360	162	22	126	6,5	342
6	106,6	290	131	17	102	5,2	276
7	111,4	375	169	23	131	6,8	356
8	97,8	415	187	25	145	7,5	394
9	49,6	290	131	17	102	5,2	276
10	84,3	380	171	23	133	6,8	361
11	47,4	555	250	33	194	10	527
12	42,3	525	236	32	184	9,5	499
13	39,8	490	221	29	172	8,8	466
14	27,8	465	209	28	163	8,4	442
15	42,7	360	162	22	126	6,5	342
16	57,6	165	74	10	58	3	157

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
17	42,3	200	90	12	70	3,6	190
18	92,6	275	124	17	96	5	261
19	64,3	235	106	14	82	4,2	223
20	71,3	180	81	11	63	3,2	171
21	127,6	295	133	18	103	5,3	280
22	114,3	315	142	19	110	5,7	299
23	61,3	230	104	14	81	4,1	219
24	83,4	540	243	32	189	9,7	513
25	73,6	490	221	29	172	8,8	466
26	147,4	795	358	48	278	14,3	755
27	47,8	360	162	22	126	6,5	342
28	68,3	745	335	45	261	13,4	708
29	121,2	780	351	47	273	14	741
30	159,6	830	374	50	291	14,9	789

Таблиця 1.15 – Вихідні дані (варіант № 8)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	124,3	180	81	11	63	3,2	171
2	113,6	265	119	16	93	4,8	252
3	127,6	295	133	18	103	5,3	280
4	141,6	200	90	12	70	3,6	190
5	114,6	240	108	14	84	4,3	228
6	154,3	215	97	13	75	3,9	204
7	137,4	195	88	12	68	3,5	185
8	116,7	140	63	8	49	2,5	133
9	96,2	135	61	8	47	2,4	128
10	124,3	170	77	10	60	3,1	162
11	94,4	150	68	9	53	2,7	143
12	93,2	250	113	15	88	4,5	238
13	84,3	215	97	13	75	3,9	204
14	82,1	200	90	12	70	3,6	190
15	102,3	165	74	10	58	3	157
16	106,3	250	113	15	88	4,5	238
17	93,4	380	171	23	133	6,8	361
18	117,4	460	207	28	161	8,3	437
19	102,3	435	196	26	152	7,8	413
20	124,4	270	122	16	95	4,9	257
21	135,6	495	223	30	173	8,9	470
22	146,7	290	131	17	102	5,2	276
23	119,6	275	124	17	96	5	261
24	137,6	250	113	15	88	4,5	238
25	142,1	180	81	11	63	3,2	171
26	164,3	160	72	10	56	2,9	152
27	98,6	155	70	9	54	2,8	147
28	121,2	145	65	9	51	2,6	138
29	153,4	190	86	11	67	3,4	181
30	173,2	215	97	13	75	3,9	204

Таблиця 1.16 – Вихідні дані (варіант № 9)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	82,4	215	118	15	97	4,5	183
2	87,4	195	107	14	88	4,1	166
3	106,2	240	132	17	108	5	204
4	72,3	210	116	15	95	4,4	179
5	73,2	175	96	12	79	3,7	149
6	132,4	195	107	14	88	4,1	166
7	77,6	265	146	19	119	5,6	225
8	74,4	240	132	17	108	5	204
9	56,2	190	105	13	86	4	162
10	84,6	275	151	19	124	5,8	234
11	50,1	480	264	34	216	10,1	408
12	51,3	740	407	52	333	15,5	629
13	48,3	750	413	53	338	15,8	638
14	42,4	780	429	55	351	16,4	663
15	64,3	360	198	25	162	7,6	306
16	61,2	810	446	57	365	17	689
17	52,4	780	429	55	351	16,4	663
18	91,6	550	303	39	248	11,6	468
19	73,4	720	396	50	324	15,1	612
20	92,4	380	209	27	171	8	323
21	124,3	290	160	20	131	6,1	247
22	136,7	265	146	19	119	5,6	225
23	64,2	215	118	15	97	4,5	183
24	113,4	235	129	16	106	4,9	200
25	98,4	205	113	14	92	4,3	174
26	127,4	235	129	16	106	4,9	200
27	55,5	190	105	13	86	4	162
28	67,1	210	116	15	95	4,4	179
29	115,6	180	99	13	81	3,8	153
30	143,4	160	88	11	72	3,4	136

Таблиця 1.17 – Вихідні дані (варіант № 10)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	54,4	290	218	20	189	6,1	247
2	53,3	210	158	15	137	4,4	179
3	67,2	190	143	13	124	4	162
4	42,6	410	308	29	267	8,6	349
5	41,6	230	173	16	150	4,8	196
6	54,7	190	143	13	124	4	162
7	38,9	200	150	14	130	4,2	170
8	49,2	460	345	32	299	9,7	391
9	38,2	320	240	22	208	6,7	272
10	49,9	495	371	35	322	10,4	421
11	33,4	105	79	7	68	2,2	89
12	31,6	225	169	16	146	4,7	191
13	28,7	355	266	25	231	7,5	302
14	16,7	470	353	33	306	9,9	400
15	34,6	565	424	40	367	11,9	480
16	34,4	310	233	22	202	6,5	264

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
17	31,2	290	218	20	189	6,1	247
18	64,7	215	161	15	140	4,5	183
19	52,1	260	195	18	169	5,5	221
20	58,3	210	158	15	137	4,4	179
21	63,2	180	135	13	117	3,8	153
22	83,4	155	116	11	101	3,3	132
23	43,6	160	120	11	104	3,4	136
24	76,8	110	83	8	72	2,3	94
25	58,4	185	139	13	120	3,9	157
26	82,4	200	150	14	130	4,2	170
27	38,4	160	120	11	104	3,4	136
28	49,2	170	128	12	111	3,6	145
29	67,3	135	101	9	88	2,8	115
30	78,2	115	86	8	75	2,4	98

Таблиця 1.18 – Вихідні дані (варіант № 11)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	185,2	513	140	18	108	1,4	602
2	184	270	171	22	132	1,7	735
3	229,9	243	161	21	123	1,7	693
4	160,4	891	358	48	276	3,6	1541
5	157,6	351	207	28	160	2,1	890
6	220,9	270	172	22	133	1,8	741
7	170,5	324	193	25	148	2	830
8	159	972	372	49	287	3,8	1602
9	135	648	265	35	203	2,7	1138
10	157,4	1067	398	53	305	4,1	1709
11	130,5	81	120	15	92	1,3	518
12	129,2	297	197	27	151	2	848
13	127,7	702	237	32	182	2,4	1018
14	123,6	999	581	90	505	5,9	1918
15	178,4	1296	1196	301	1165	12,2	1554
16	157,9	621	259	35	199	2,7	1114
17	128,9	527	301	41	231	3,1	1295
18	192,1	311	258	35	199	2,7	1107
19	166,3	405	228	31	175	2,4	981
20	188,6	311	172	22	133	1,8	741
21	202,6	216	88	11	67	0,8	379
22	235,5	176	109	14	84	1,1	469
23	152	203	118	15	91	1,3	505
24	181,4	68	50	7	39	0,6	217
25	163	243	161	21	123	1,7	693
26	193,8	297	235	31	181	2,4	1011
27	132,2	162	123	17	95	1,3	529
28	151,6	203	106	14	81	1,1	458
29	170,2	122	45	6	35	0,4	193
30	241,4	54	62	8	48	0,6	265

Таблиця 1.19 – Вихідні дані (варіант № 12)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	218,3	703	125	16	96	1,3	538
2	216,8	370	153	20	118	1,5	656
3	270,9	333	144	19	110	1,5	619
4	189,1	1221	320	43	246	3,3	1376
5	185,8	481	185	25	143	1,9	795
6	260,4	370	154	20	119	1,6	661
7	201	444	173	23	133	1,8	741
8	187,4	1332	333	44	256	3,4	1430
9	159,1	888	236	31	181	2,4	1016
10	185,5	1462	355	48	273	3,6	1526
11	153,8	111	108	14	83	1,1	463
12	152,3	407	176	24	135	1,8	758
13	150,5	962	211	29	163	2,1	909
14	145,7	1369	519	80	451	5,3	1713
15	210,2	1776	1068	269	1040	10,9	1388
16	186,1	851	231	31	178	2,4	995
17	152	722	269	36	206	2,8	1156
18	226,4	426	230	31	178	2,4	989
19	196	555	204	28	156	2,1	876
20	222,3	426	154	20	119	1,6	661
21	238,8	296	79	10	60	0,8	339
22	277,5	241	98	13	75	1	419
23	179,2	278	105	14	81	1,1	451
24	213,8	93	45	6	35	0,5	194
25	192,1	333	144	19	110	1,5	619
26	228,4	407	210	28	161	2,1	903
27	155,8	222	110	15	85	1,1	473
28	178,7	278	95	13	73	1	409
29	200,6	167	40	5	31	0,4	173
30	284,5	74	55	8	43	0,5	236

Таблиця 1.20 – Вихідні дані (варіант № 13)

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні $H_{абс}$, м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
1	191,8	390	120	16	92	1,2	516
2	190,5	205	146	19	113	1,4	630
3	238,1	185	138	18	106	1,4	594
4	166,2	677	307	41	236	3,1	1321
5	163,3	267	178	24	137	1,8	763
6	228,8	205	148	19	114	1,6	635
7	176,6	246	166	22	127	1,7	712
8	164,7	738	319	42	246	3,2	1373
9	139,8	492	227	30	174	2,3	976
10	163	810	341	46	262	3,5	1465
11	135,1	62	103	13	79	1,1	444
12	133,8	226	169	23	130	1,7	727
13	132,2	533	203	28	156	2	872
14	128	759	498	77	433	5	1644
15	184,7	984	1025	258	998	10,4	1332
16	163,6	472	222	30	170	2,3	955

№ точки відбору проб	Абсолютні відмітки поверхні <i>H_{абс}</i> , м	Мінералізація по свердловинам, мг/л	Концентрація барію, мг/кг	Концентрація бору, мг/кг	Концентрація ванадію, мг/кг	Концентрація кадмію, мг/кг	Концентрація марганцю, мг/кг
17	133,5	400	258	35	198	2,6	1110
18	198,9	236	221	30	170	2,3	949
19	172,3	308	196	26	150	2	841
20	195,3	236	148	19	114	1,6	635
21	209,8	164	76	10	58	0,7	325
22	243,9	133	94	12	72	1	402
23	157,5	154	101	13	78	1,1	433
24	187,9	51	43	6	34	0,5	186
25	168,8	185	138	18	106	1,4	594
26	200,7	226	202	26	155	2	866
27	136,9	123	106	14	82	1,1	454
28	157	154	91	12	70	1	392
29	176,3	92	38	5	30	0,4	166
30	250	41	53	7	41	0,5	227

Питання для самоперевірки

1. Які відомі Вам методи оцінки ступеня забруднення ґрунтового покриву? Наведіть стислий опис їх змісту.

2. Які етапи передбачає порядок обстеження потенційно забруднених земель сільськогосподарського призначення за рекомендаціями національного стандарту України ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання»?

3. Що передбачає підготовчий етап порядку обстеження земель за національним стандартом України ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання»?

4. Що передбачає польовий етап порядку обстеження земель за національним стандартом України ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання»?

5. Що передбачає аналітичний етап порядку обстеження земель за національним стандартом України ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання»?

6. Що передбачає камеральний етап порядку обстеження земель за національним стандартом України ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання»?

7. На підставі чого саме визначається ступінь техногенного забруднення земельної ділянки (за національним стандартом України ДСТУ 7243:2011 «Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання»)?

8. Які методи оцінки стійкості геологічного середовища Вам відомі? Наведіть стислий опис їх змісту.



Рекомендовані джерела

1. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) / С. П. Кармазиненко та ін. Київ : Інтерсервіс, 2014. 168 с. URL: <https://lib.in.ua/154804-vazhki-metaly-u-komponentah-navkolyshnogo-seredovyshha-m-mariupol-ekologo-geohimichni-aspekty/> (дата звернення: 05.01.2026).
2. Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 № 1595. Верховна Рада України : офіційний веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text> (дата звернення: 05.01.2026).
3. ДСТУ 7243:2011. Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання. [Чинний від 2012-01-01]. Київ : Мінекоресурсів України, 2012. 24 с.
4. ДСТУ 7875:2015. Екологічне нормування антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив. Основні положення. [Чинний від 2016-01-01]. Київ : Мінприроди України, 2016. 16 с.
5. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля : навч. посіб. / А.В. Чугай, Т.А. Сафранов. Одеса : Видавець Букаєв В. В., 2021. 118 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi76/0056835.pdf> (дата звернення: 05.01.2026).



Практична робота № 2

Побудова карт забруднення ґрунтового покриву і аналіз просторового розподілу забруднення

Метою роботи є ознайомитись з основами роботи у спеціалізованій програмі «*Surfer*» [1-3].

Зверніть увагу, на необхідність окрім наявності/доступу до ноутбуку та інших технічних засобів, корпоративного облікового запису @*mipolytech.education* та встановлених *Microsoft Teams* та *Microsoft Office 365*, також можливе безоплатного встановлення програмного забезпечення (ПЗ) «*Surfer*». Самостійне встановлення здобувачем програми «*Surfer*» можливе за умови отримання ключа доступу від викладача курсу тощо. Консультацію щодо встановлення можна отримати у викладача курсу, куратора групи або гаранта ОПП. Як частина вихідних даних використовуються результати розрахунків, виконаних здобувачем за варіантами в практичній роботі № 1.

2.1 Загальні відомості про програму «*Surfer*» та порядок роботи

«*Surfer 28*» – програма, яка надає можливість на підставі набору геопросторових даних побудувати 2D і 3D моделі карт. Програма працює в середовищі *Microsoft Windows*.

Одним з основних призначень «*Surfer*» є обробка та візуалізація двовимірних наборів даних, що описуються функцією типу $z=f(x, y)$. Логіку роботи з пакетом можна уявити у вигляді трьох основних функціональних блоків: а) побудова цифрової моделі поверхні; б) допоміжні операції з цифровими моделями поверхні; в) візуалізація поверхні.

Створіть електронну таблицю з вихідними даними: назвіть файл своїм прізвищем та ініціалами, зазначивши номер варіанту (наприклад, *Ivanenko_I_25.xls*; тип файлу: *Microsoft Excel*; тека: Технології захисту літо- та гідросфери ТЗ-23-1б) (див. практичну роботу № 1).

Запустіть програму «*Surfer*» (рис. 2.1).

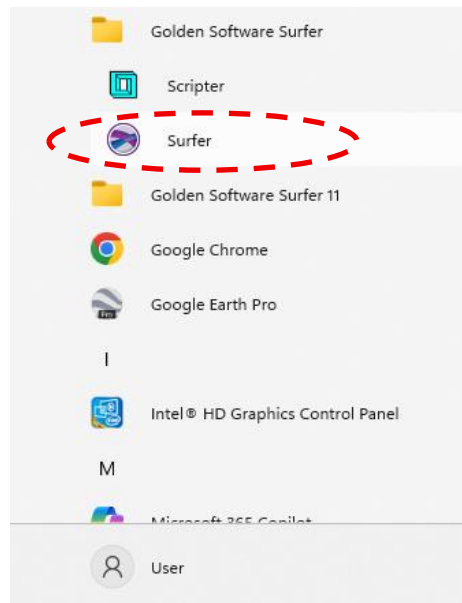


Рисунок 2.1 – Шлях запуску програми «*Surfer*»

Перевірте одиниці лінійних розмірів. Для переходу побудови лінійних розмірів з дюймів на сантиметри (метрична система побудови – бажана для подальшого використання) слід зайти у налаштування програми та виконати заміну за наступним алгоритмом дій: *File* → *Options* → *General* → *Page units* → *Centimeteres* (рис. 2.2-2.3).

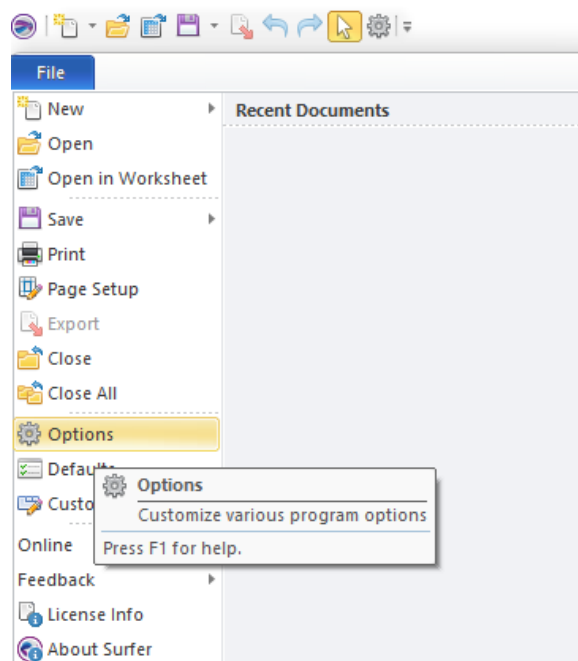


Рисунок 2.2 – Шлях налаштування одиниць розмірів для подальшої побудови карт в програмі «*Surfer*»: відкриття діалогового вікна налаштувань програми

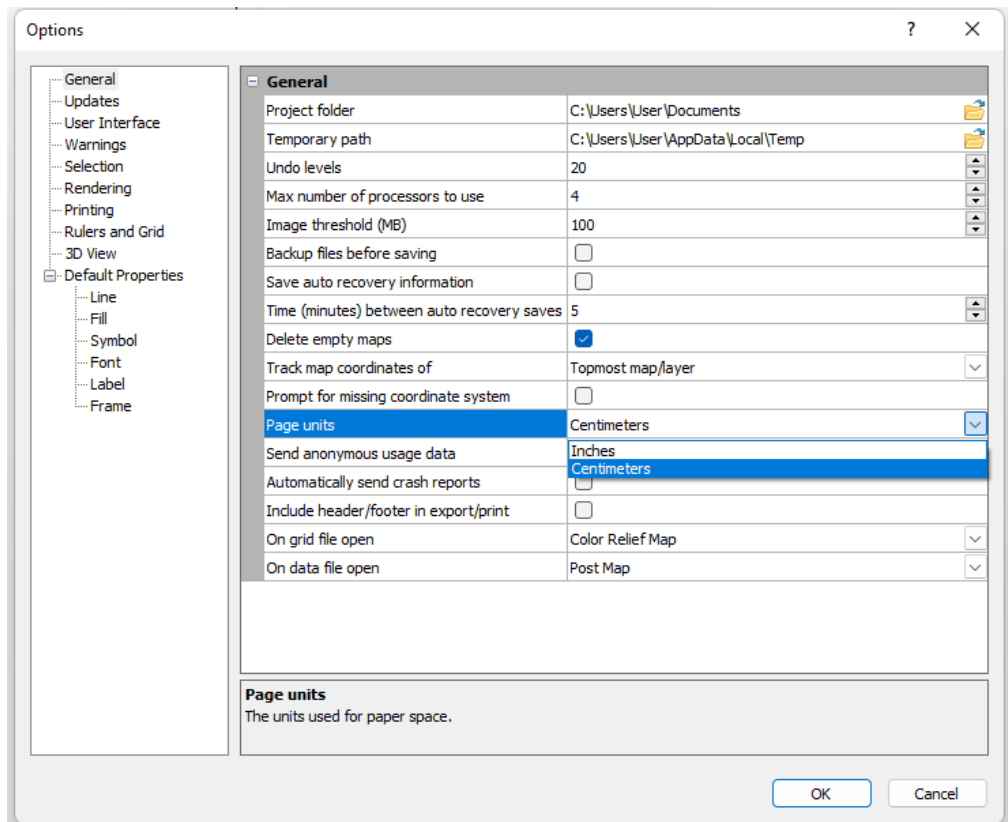


Рисунок 2.3 – Перехід побудови лінійних розмірів з дюймів на сантиметри (вікно налаштувань програми «Surfer»)

Також, у разі виникнення необхідності, можна використати інший шлях для переходу між лінійними розмірами дюйми/сантиметри (рис. 2.4).

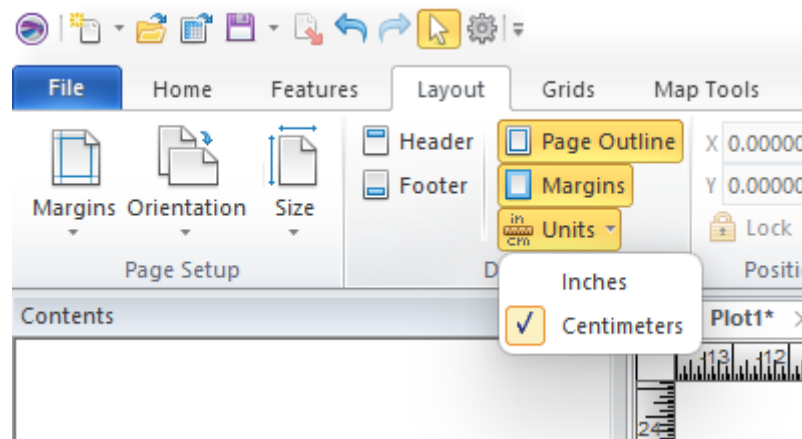


Рисунок 2.4 – Перехід побудови лінійних розмірів з дюймів на сантиметри (вікно налаштувань шарів в програмі «Surfer»)

Зробити орієнтування листа горизонтального (альбомного) формату можна наступним чином: *File* → *Orientation* (рис. 2.5).

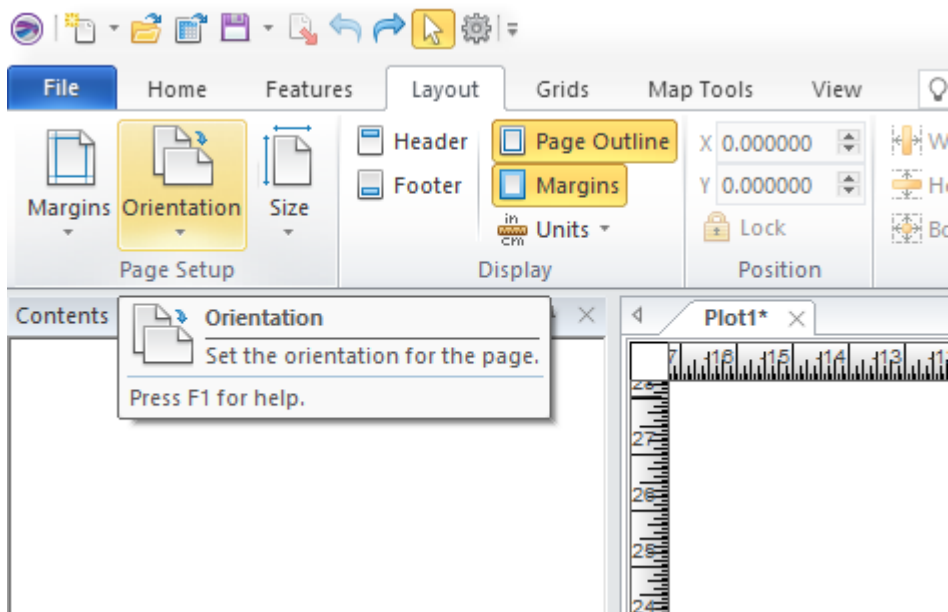


Рисунок 2.5 – Зміна орієнтування листа з вертикального на горизонтальний

Перенесіть вихідні дані для побудови комплекту карт у базу даних програми (з підготовленого попередньо файлу: наприклад, *Ivanenko_1_25.xls*; тип файлу: *Microsoft Excel*; папка: Технології захисту літо- та гідросфери ТЗ-23-16). Нижче наведено приклад для варіанту № 25.

Знайдіть серед елементів вікна *Open Data File* (з позначкою як таблиця) та натисніть на нього (рис. 2.6-2.7). Зверніть увагу, що в подальшому при конвертуванні даних може відбутись неточність відображення даних, тому бажано в шапочці таблиці зазначати стисло текстову інформацію (пояснення до колонки); бажано – кількість стовбців в таблиці зменшити, залишити лише основні дані, а другорядні/допоміжні – видалити (кількість стовбців бажано до стовбця AA).

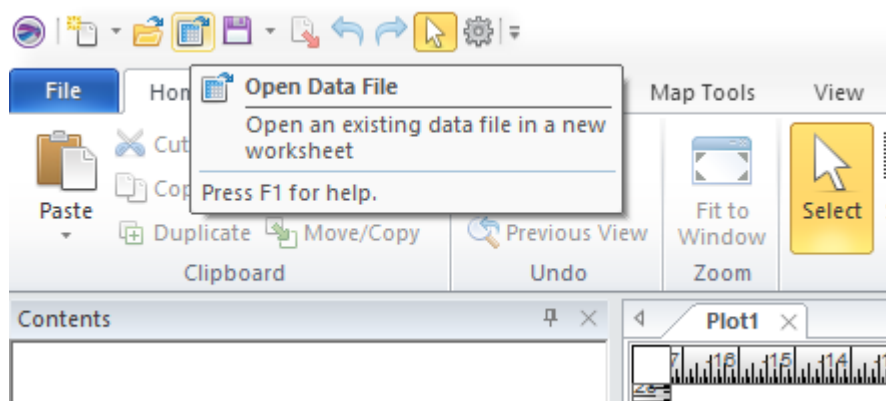


Рисунок 2.6 – Відкриття форми для створення бази даних для побудови карт

№	X	Y	Абсолютні	Мікродат	Концентрація	Концентрація	Концентрація	Концентрація	Концентрація	Концентрація	Коефіцієнт	Максимум	Максимум	Суттєвості	Г	П	В	Ф	Ф	Ф	Ф	Нормалізація	Нормалізація	Нормалізація	Н	
1	30	84	132.3	190	100	13	77	1	430	-1.9333333	5000	7642.9	10.6	18.7	23.2	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
2	45	108	131.4	100	122	16	94	1.2	525	-1.48	4500	6964.3	10.2	18.3	22.5	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
3	64	112	164.2	90	115	15	88	1.2	495	-0.6033333	4500	7178.6	14.2	22.3	30.5	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
4	44	72	114.6	330	256	34	197	2.6	1501	1.2733333	1000	2969	2.1	10	5.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
5	61	86	112.6	130	148	20	114	1.5	636	-0.9093333	3750	6171.4	3.3	11.3	8.7	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
6	14	59	157.8	100	123	16	95	1.3	529	-1.4323333	4250	6935.7	14	21.8	28.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
7	31	60	121.8	120	138	18	106	1.4	593	-1.1413333	4000	6478.6	7.3	15.2	16.1	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
8	45	51	113.6	360	266	35	205	2.7	1144	1.526	750	2542.9	3.6	11.7	9.1	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
9	62	62	96.4	240	189	25	145	1.9	813	-0.0796667	2750	4907.1	0.8	8.7	3.6	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
10	31	39	112.4	395	284	38	218	2.9	1221	1.9206667	250	1992.9	3.4	11.5	8.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
11	75	51	93.2	30	86	11	66	0.9	370	-2.1666667	5250	8071.4	0.2	8.3	3.2	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
12	61	40	92.3	110	141	19	108	1.4	606	-1.071	4000	6365.7	0.1	8	1.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
13	45	29	91.2	260	169	23	130	1.7	727	-0.4783333	3250	5521.4	0.1	8.1	2	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
14	32	17	88.3	370	415	64	361	4.2	1370	4.9283333	-3000	928.6	0	8.1	1.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
15	11	14	127.4	480	854	215	832	8.7	1110	16.623333	-14250	2785.7	9.1	17.3	20.6	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
16	51	19	112.6	230	185	25	142	1.9	796	-0.131	2750	5028.6	4.1	12.2	10.3	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
17	87	27	92.1	195	215	29	165	2.2	925	0.4916667	2000	4107.1	0.4	8.3	2.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
18	110	34	137.2	115	184	25	142	1.9	791	-0.1333333	2750	5064.3	11.6	19.5	25.1	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
19	103	18	118.8	150	163	22	125	1.7	701	-0.5843333	3250	5707.1	5.9	13.8	14.1	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
20	78	11	134.7	115	123	16	95	1.3	529	-1.4323333	4250	6935.7	10.8	18.7	23.8	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
21	128	14	144.7	80	63	8	48	0.6	271	-2.7196667	6000	8778.6	12.5	20.6	27.1	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
22	134	41	168.2	65	78	10	60	0.8	335	-2.3866667	5500	8321.4	14.6	22.5	31.2	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
23	96	48	108.6	75	84	11	65	0.9	361	-2.2393333	5250	8135.7	2.9	10.8	7.5	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
24	124	59	125.6	25	36	5	28	0.4	155	-3.23	6500	9607.1	10.1	18	21.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
25	116.4	90	115	15	88	1.2	485	-0.6033333	4500	7178.6	4.9	12.7	11.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3						
26	90	30	138.4	110	168	22	129	1.7	722	-0.5186667	3250	5557.1	11.6	19.7	25	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
27	83	72	94.4	60	88	12	68	0.9	378	-2.1546667	5250	8014.3	0.5	8.6	3.2	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
28	110	67	108.3	75	76	10	58	0.8	327	-2.4153333	5500	8378.6	2.8	10.7	7.6	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
29	135	76	121.6	45	32	4	25	0.3	138	-3.348	6750	9728.6	7.4	15.5	16.9	0.02	15	0.008	200	30	150	3				
30	144	101	172.4	20	44	6	34	0.4	189	-3.094	6500	9364.3	15.1	23.2	31.8	0.02	15	0.008	200	30	150	3				

Рисунок 2.7 – Перенесення даних у *Data File* для побудови карт в програмі «*Surfer*»

Після перенесення у форму таблиці даних з файлу *.xls, який створено раніше, необхідно зберегти масив даних як «*Data File*», з розширенням *.dat (рис. 2.8-2.10).

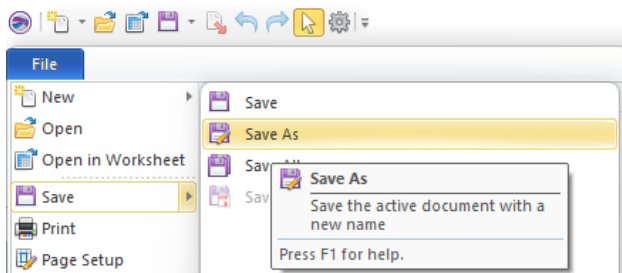


Рисунок 2.8 – Зберегти масив даних як *Data File*

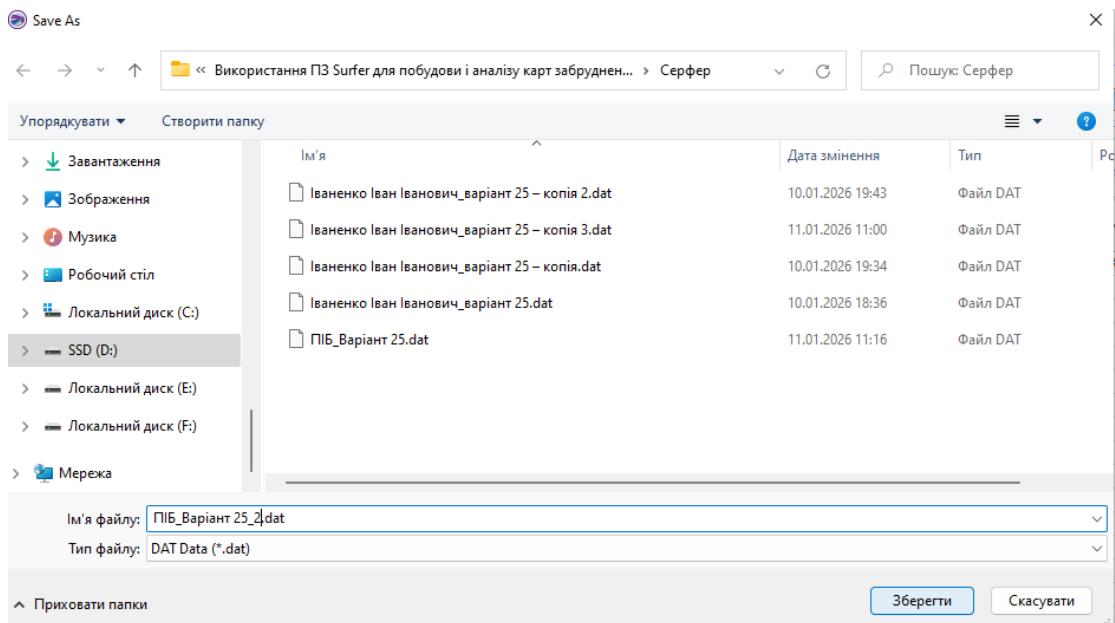


Рисунок 2.9 – Зберегти масив даних як *Data File*, з розширенням *.dat

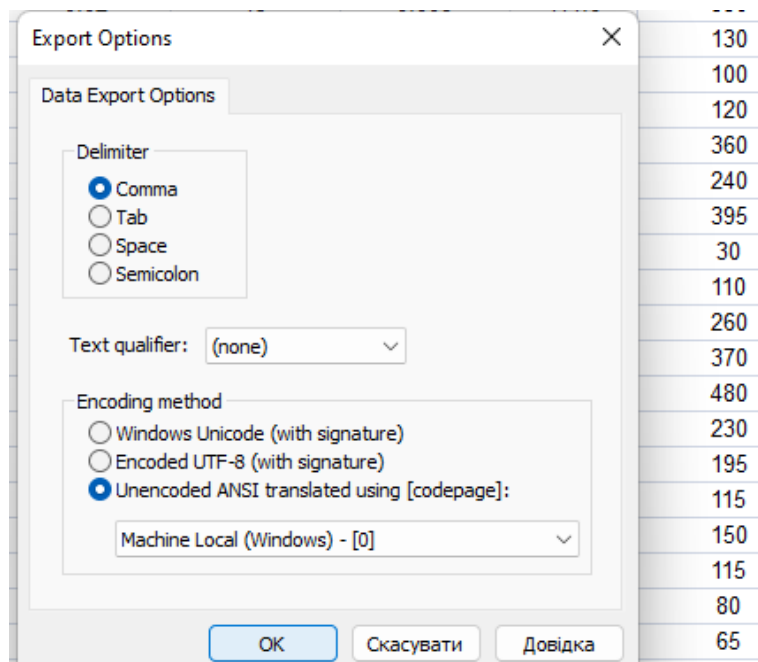


Рисунок 2.10 – Вікно підтвердження експортних опцій даних за умовчанням (слід натиснути підтвердження: кнопку ОК)

Після цього може бути видане попередження про те, що вихідне форматування файлу може бути знищено, оскільки використаний тип файлу *.dat, та поставлене питання про продовження роботи (рис. 2.11). Слід погодитися, натиснувши кнопку ОК.

В результаті на жорсткому диску комп'ютера буде створений файл з заданим ім'ям та розширенням *.dat (наприклад, *Ivanenko_I_25.dat*). Вікно вводу даних можна закрити.

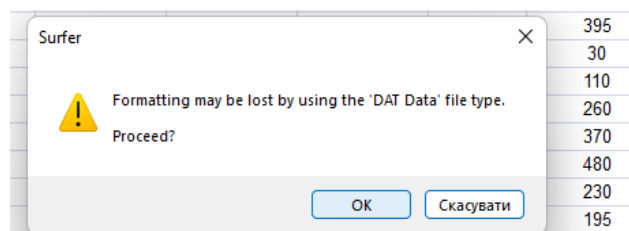


Рисунок 2.11 – Вікно попередження про втрату вихідного форматування

Перед тим, як почати будувати карту необхідно, щоб програма створила сітку точок з даними, за якою вона буде відбудовувати ізолінії. Для цього треба відкрити вікно побудови карти, вибираючи попередньо створений файл з розширенням *.dat.

Файл типу «*Surfer Grid*» (розширення *.grd) – це формат растрової 2D-рівномірної сітки «*Surfer*» (регулярна матриця вузлів X–Y з одним значенням Z у кожному вузлі).

У строчці горизонтального меню, яка знаходиться у верхній частині вікна, що з'явилося вибрати команду «*Grid*», а з розгорнутого віконця – команду «*Grid Data*» (рис. 2.12). Далі потрібно у вікні відкриття файлу

знайти та відкрити файл з власними даними (наприклад, *Ivanenko_I_25.dat*) (рис. 2.13). З'явиться вікно, у якому можна задати параметри побудови сітки даних (рис. 2.14). Після всіх дій, закрити вікно налаштувань файлу типу «*Surfer Grid*» і створити даний файл з розміщенням у відповідній теці на комп'ютері (наприклад, тека: Технології захисту літо- та гідросфери ТЗ-23-16) (рис. 2.15). Слід звернути увагу, що кожного разу для створення нового шару карти необхідно або створити новий файл типу «*Surfer Grid*», або працювати з одним і тим же файлом типу «*Surfer Grid*», але він буде оновлюватись та перезаписуватись.

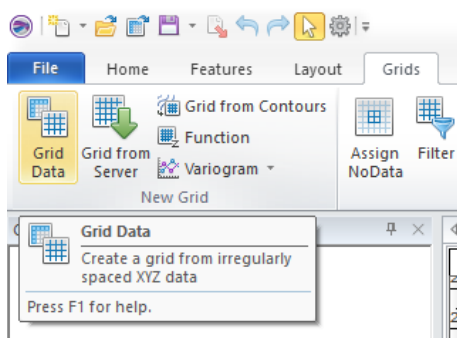


Рисунок 2.12 – Створення файлу типу *Common Grid Files*

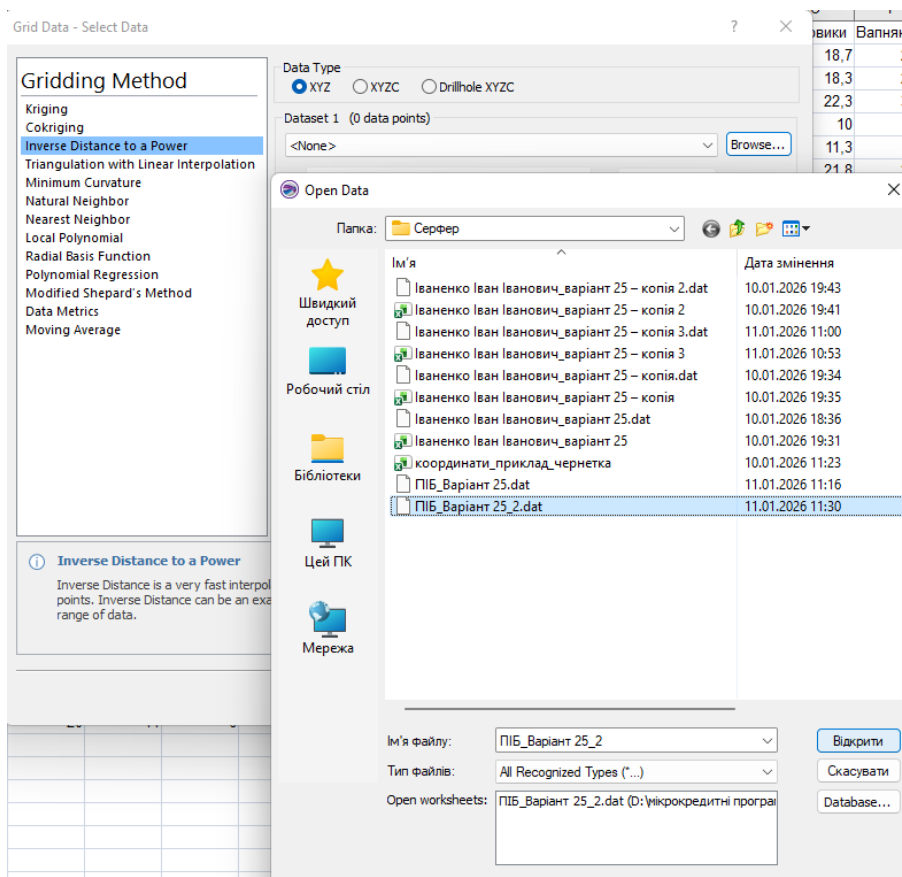


Рисунок 2.13 – Обрання файлу типу *Data File* (який містить базу даних) для створення файлу типу *Common Grid Files*

У разі зняття відмітки з чек-боксу *Grid Report*, звіт програми про виконані дії («статистична *Grid* інформація») не буде надано як файл для ознайомлення та, за потреби, збереження.

The image shows a software dialog box titled "Grid Data - Inverse Distance to a Power - Output". It contains several sections for configuring grid parameters:

- Output Grid Geometry:** Includes a "Copy geometry from:" dropdown (set to "<None>") and a "Browse..." button. Below are input fields for X and Y directions, with sub-fields for Minimum, Maximum, Spacing, and # of Nodes. X Direction values: Minimum 11, Maximum 144, Spacing 1.343434343434, # of Nodes 100. Y Direction values: Minimum 11, Maximum 112, Spacing 1.346666666666, # of Nodes 76.
- Grid Z Limits:** Includes "Minimum:" and "Maximum:" dropdowns (both set to "None"), "Assign NoData outside of:" dropdown (set to "<None>"), and "Z Transform:" dropdown (set to "Linear").
- NoData Polygon Boundary:** Includes a "<None>" dropdown and a "Browse..." button. Below it, it states "Loaded 0 polygons total (0 inside, 0 outside)" and has radio buttons for "NoData Inside", "NoData Outside", "Mixed", and a checkbox for "Selected objects only".
- Output Grid:** Includes a text field with the path "D:\мікрокредитні програми\Використання ПЗ Surfer для побудови і аналізу карт забг" and a folder icon.
- Grid Report:** A checkbox labeled "Grid Report" is circled in red.
- Other options:** "Add grid as layer to:" dropdown, "New layer" dropdown (set to "Color Relief"), and a "Save Settings..." button.

At the bottom of the dialog, there are navigation buttons: "< Назад", "Далі >", "Skip to End >>", and "Готово".

Рисунок 2.14 – Вікно для завдання параметрів побудови сітки даних

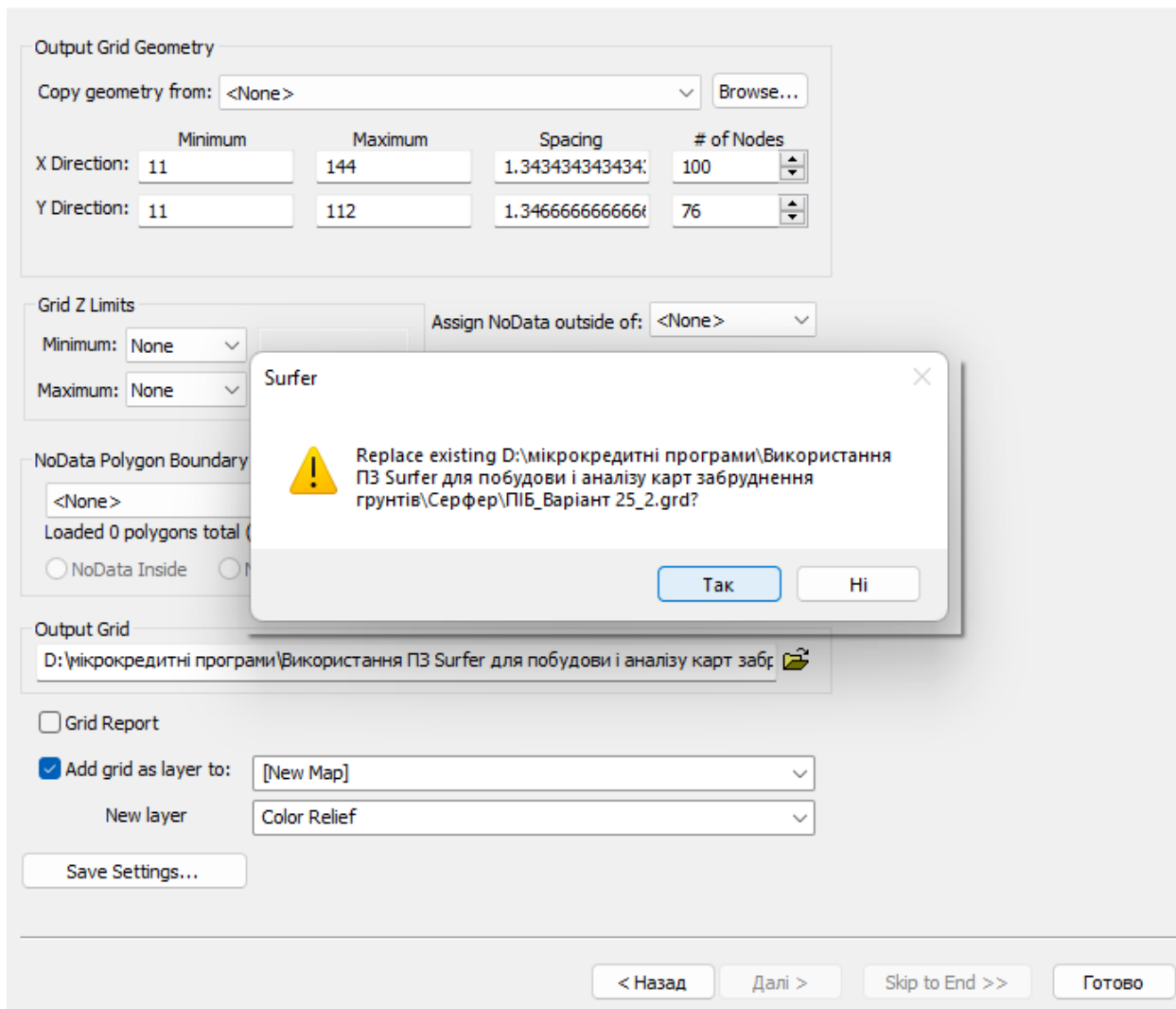


Рисунок 2.15 – Створення і збереження файлу типу «*Surfer Grid*» у відповідній теці на комп'ютері

Для побудови топографічної карти «*Relief map*» слід обрати вкладку «*Home*» на панелі налаштувань, в розділі нових шарів карти «*New Map*» обрати потрібний формат шару карти, а саме обрати «*Color Relief*», в діалоговому вікні обрати файл типу «*Surfer Grid*», який було створено раніше (рис. 2.16).

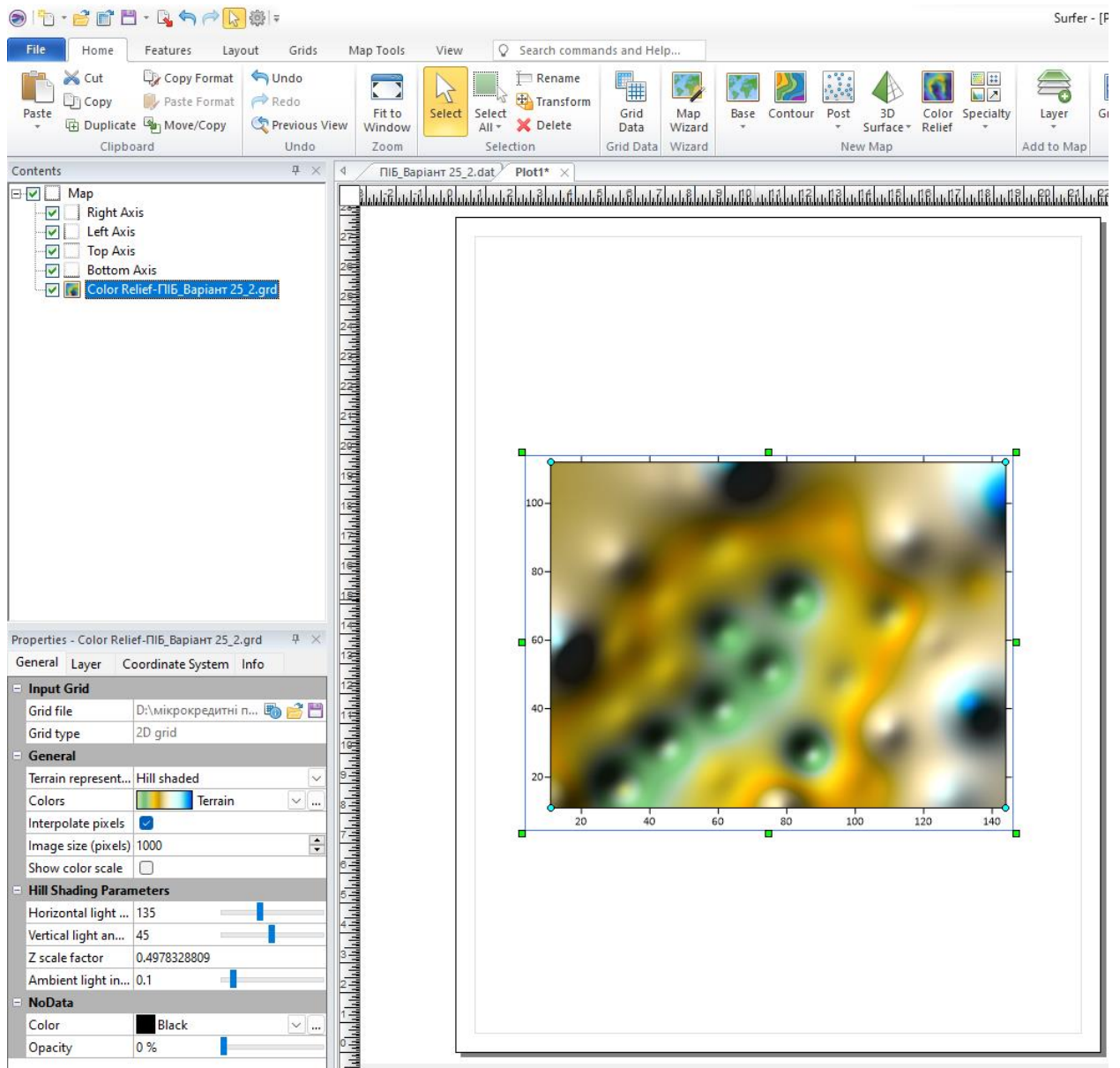


Рисунок 2.16 – Топографічна карта: 2D модель

За потреби у вікні налаштувань до шару карти можна відкоригувати шкалу кольорового відображення рельєфу (рис. 2.17).

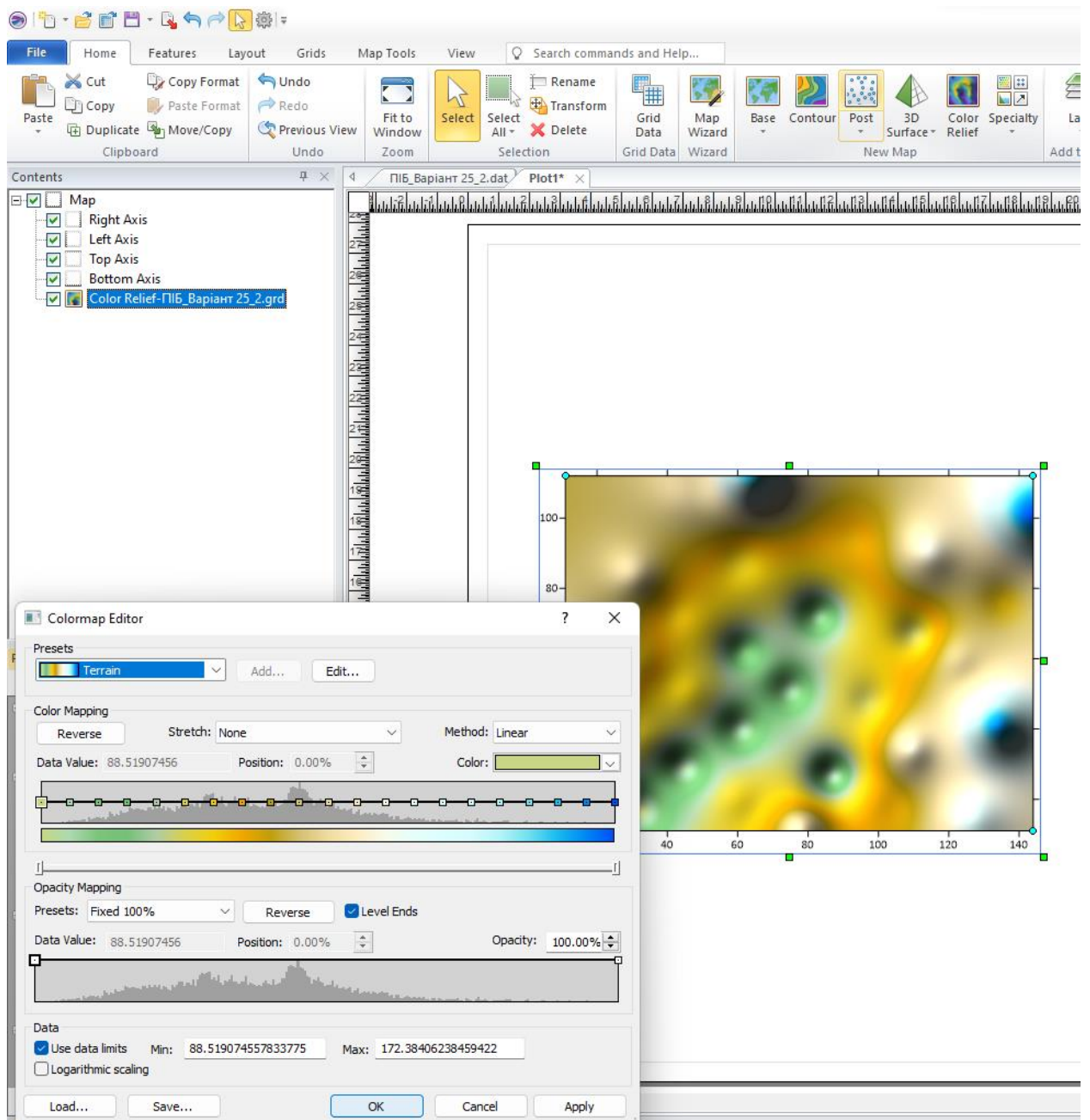


Рисунок 2.17 – Вікно редактору кольору карти «*Colormap Editor*»

Для побудови шару карти з сіткою свердловин треба побудувати шар «*Post map*». Для цього треба відкрити файл типу «*Data File*» (з розширенням *.dat), який було створено раніше (наприклад, *Ivanenko_I_25.dat*) (рис. 2.18-2.20). При побудові шару карти з сіткою свердловин (тип шару «*Post map*») за замовчуванням як координати X, Y присвоюються перші дві колонки з таблиці бази даних у файлі типу «*Data File*». Тому у вікні налаштувань шару карти «*Post map*» необхідно обрати потрібні колонки для вірного відображення сітки свердловин (рис. 2.20). Вибір колонок виконується з випадаючого списку, який відображає відомості бази даних (рис. 2.21).

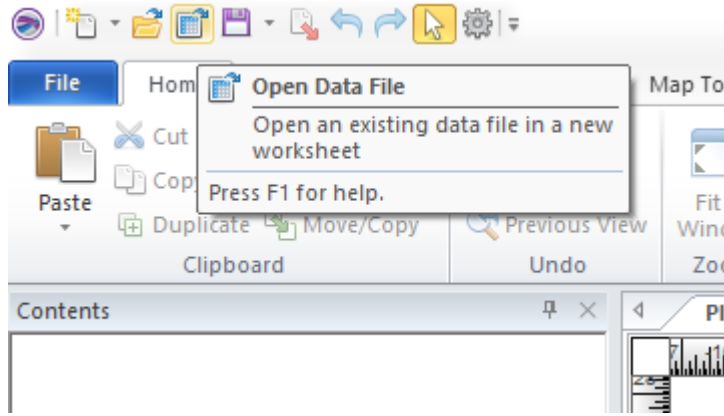


Рисунок 2.18 – Відкриття файлу типу *Data File*

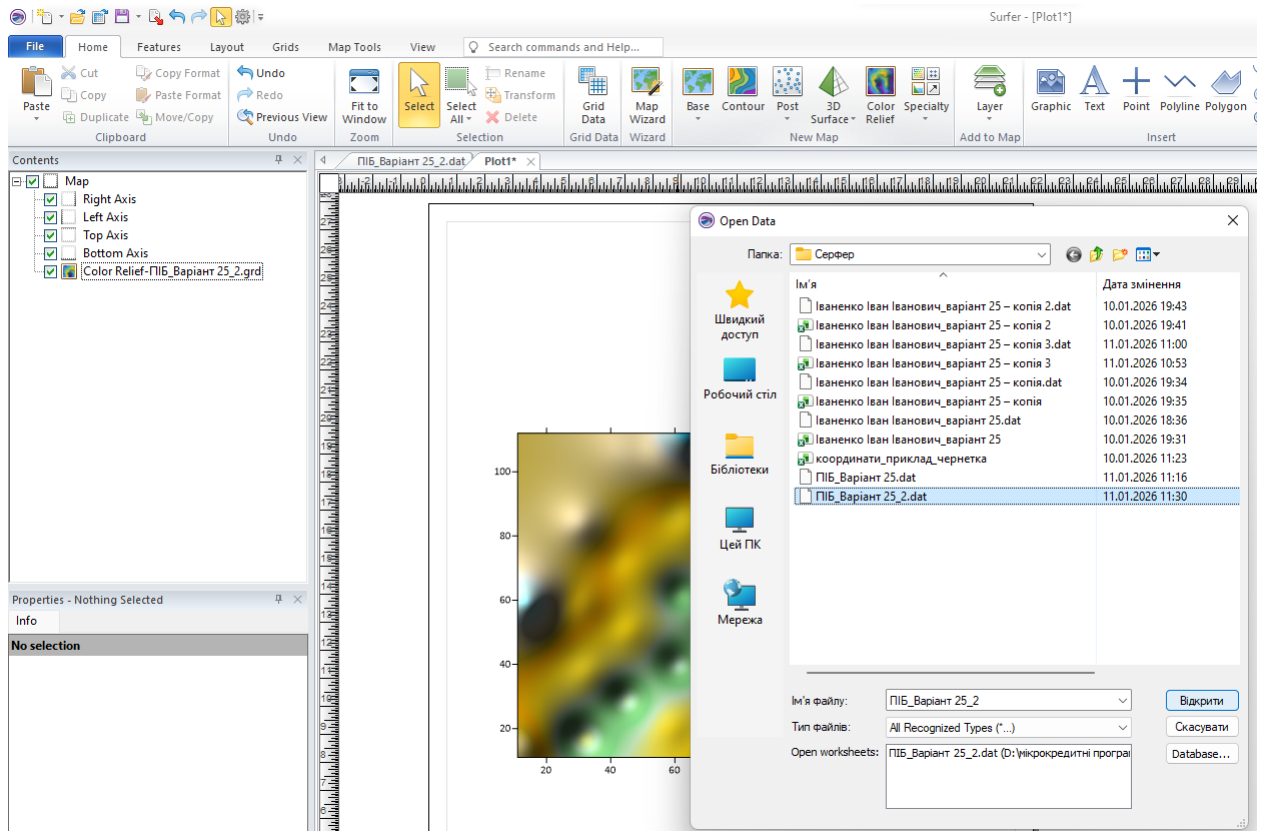


Рисунок 2.19 – Вибір файлу типу *Data File*

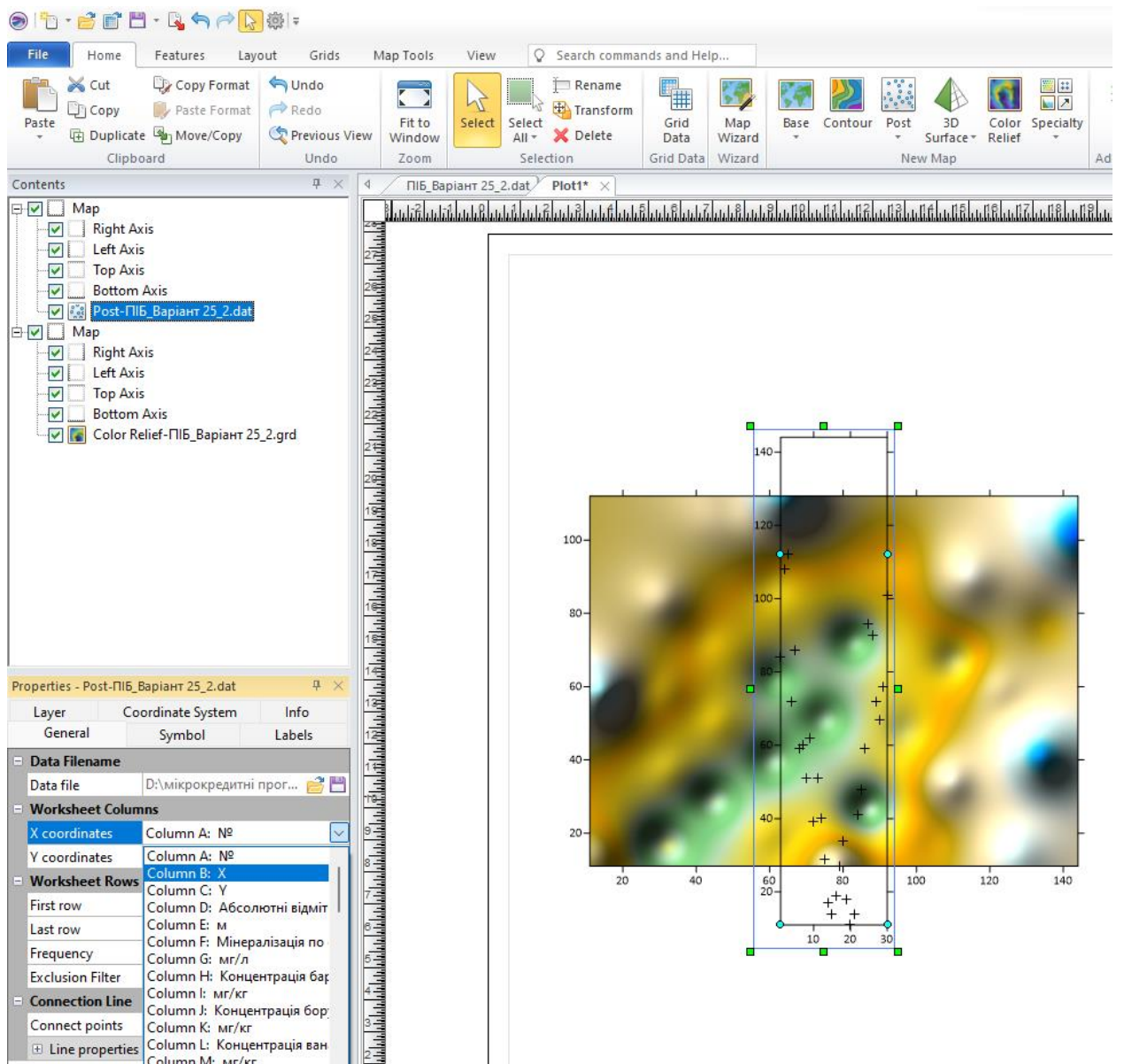


Рисунок 2.20 – Шар карти з розміщенням сітки спостережних свердловин «Post map»

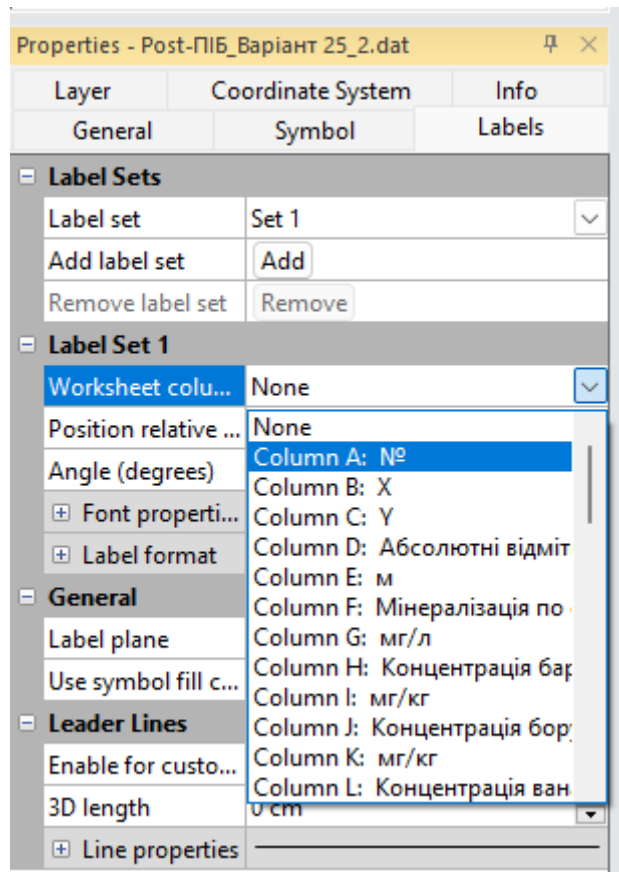


Рисунок 2.21 – Вибір колонок для корегування розміщенням сітки спостережних свердловин на шарі карти «Post map»

Для заміни позначення свердловини у вікні налаштувань треба відкрити вкладку з налаштуванням їх символічного позначення «Symbol» та вибрати відповідне позначення (рис. 2.22).

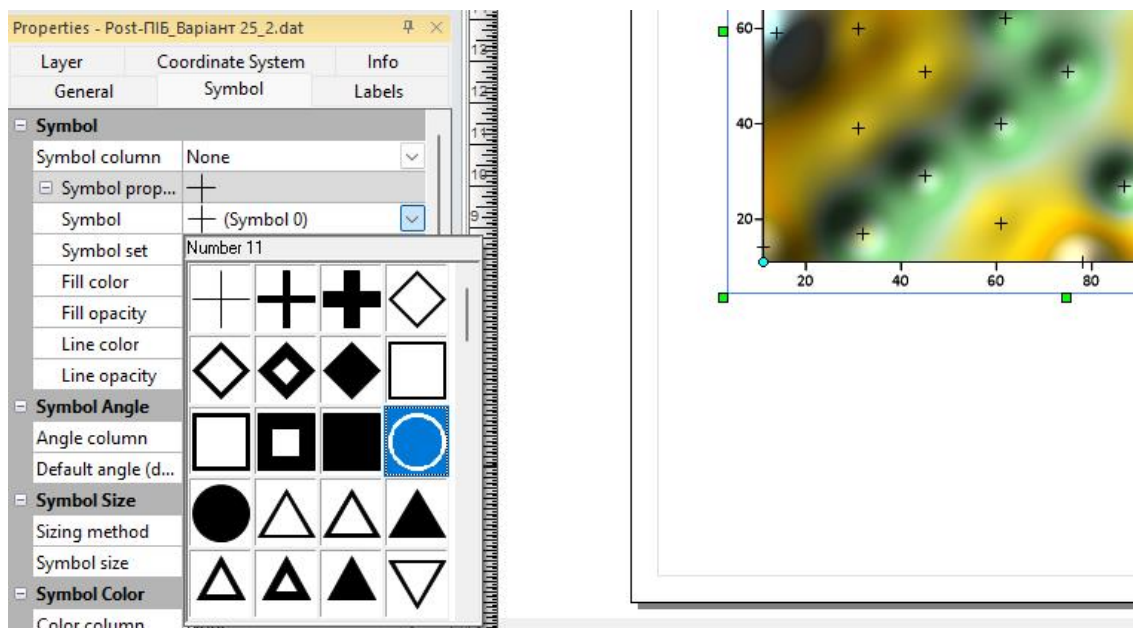


Рисунок 2.22 – Налаштування позначення спостережних свердловин на шарі карти типу «Post map»

Для відображення відомостей біля точок з заданими координатами (наприклад, нумерації свердловин або інших відомостей: значень абсолютних відміток поверхні землі, коефіцієнту забруднення ґрунтів та інше) необхідно у вікні налаштувань шару карти типу «*Post map*» обрати вкладку позначень «*Labels*» (рис. 2.23). Обрати необхідну колонку з даними, які потрібно відобразити, та налаштувати шрифт (*Arial* або *Arial Narrow*), колір і розмір шрифту (чорний колір, розмір шрифту слід обрати в діапазоні від 10 до 14 pt).

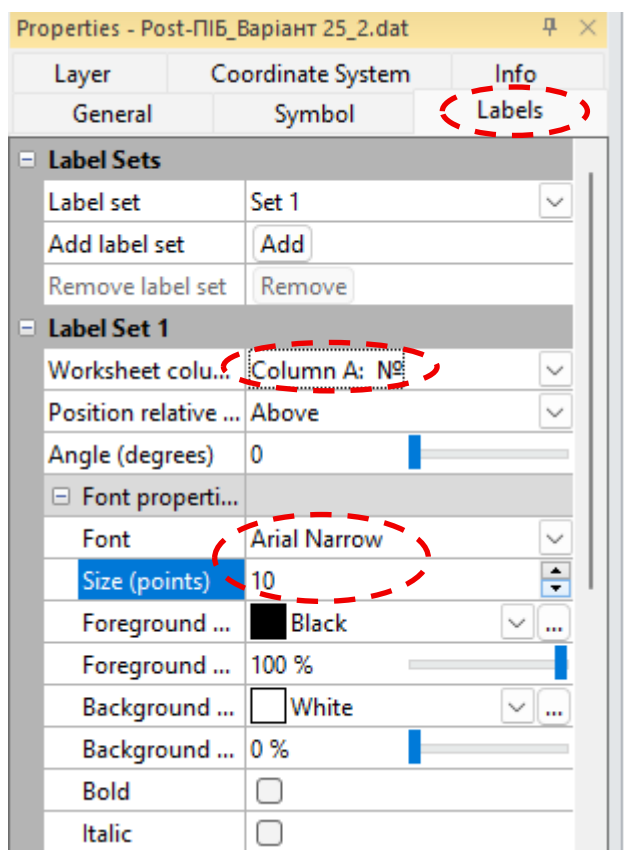


Рисунок 2.23 – Налаштування позначення спостережних свердловин на шарі карти типу «*Post map*»

Для побудови шару карти з ізолініями треба побудувати шар «*Contour map*». Для цього треба відкрити файл типу «*Surfer Grid File*», який було створено раніше (рис. 2.24).

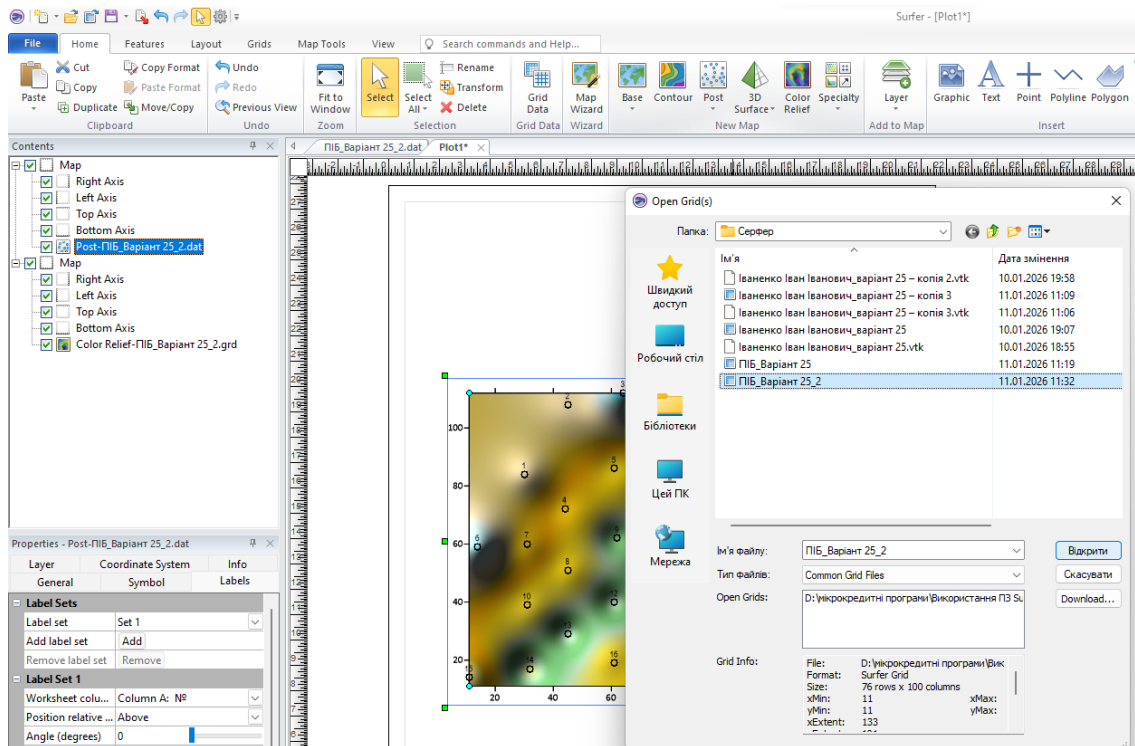


Рисунок 2.24 – Вибір файл типу *Surfer Grid File* для побудови шару карти з ізолініями *Contour map*

Побудований шар карти з ізолініями «*Contour map*» (рис. 2.25) можна налаштувати.

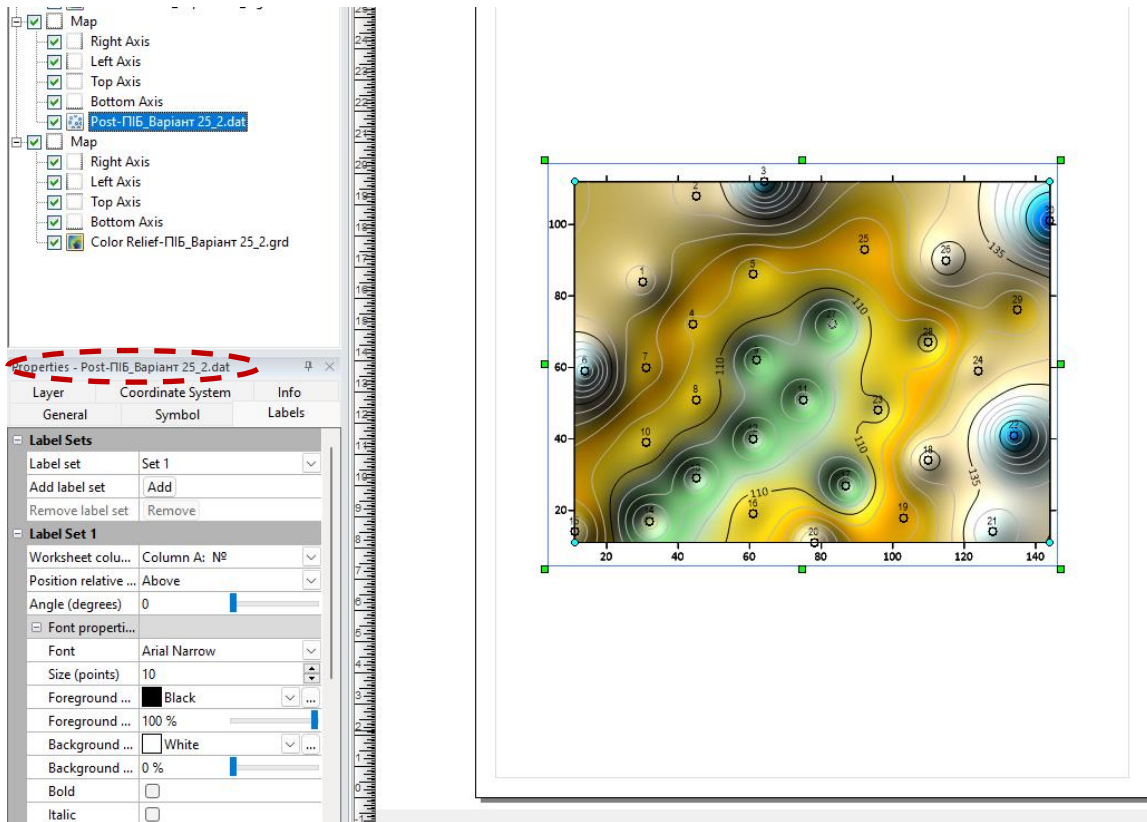


Рисунок 2.25 – Побудований шар карти з ізолініями «*Contour map*»

На топографічній карті горизонталі, які поєднують точки з однаковими відмітками висоти поверхні землі, слід відобразити коричневим кольором. Тому у вікні налаштувань слід змінити чорний колір (за замовчуванням) горизонталей на коричневий колір, але для основних горизонталей (*Major Contours*) підібрати більш насичений темний коричневий колір: *Properties – Contours – «Назва файлу.grd» → Levels → Major Contours → Color* та *Properties – Contours – «Назва файлу.grd» → Levels → Minor Contours → Color* (рис. 2.26-2.27).

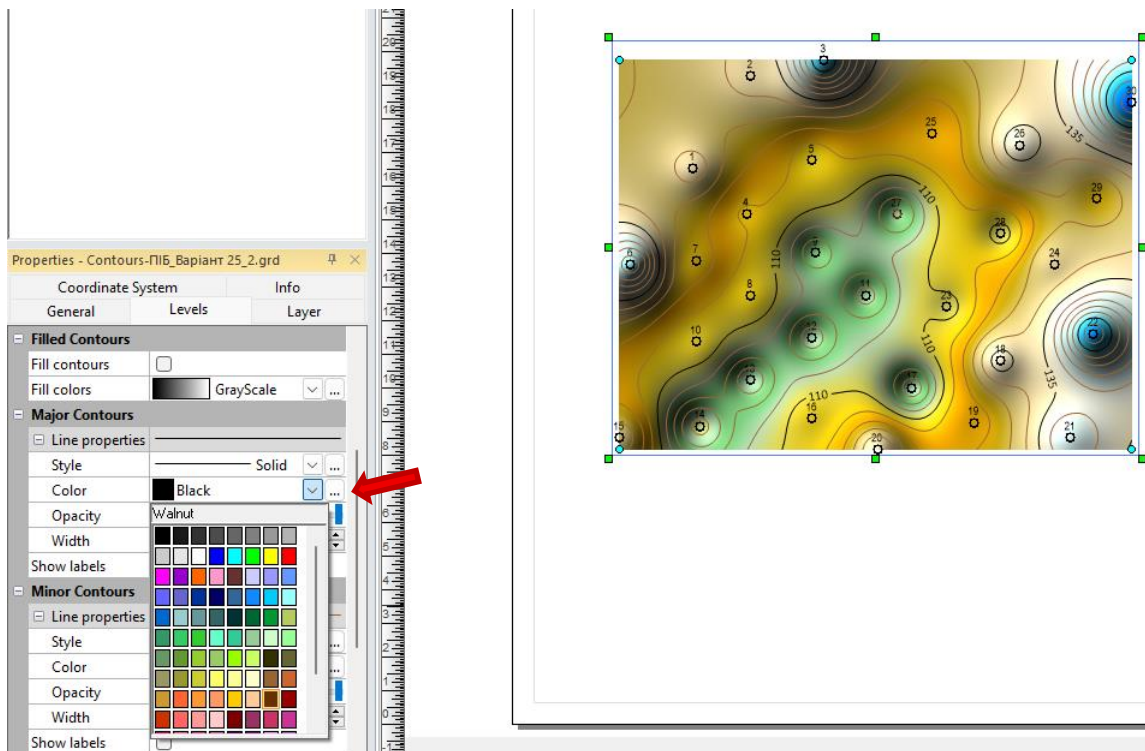


Рисунок 2.26 – Зміна кольору ізоліній на шарі карти типу *Contour map*

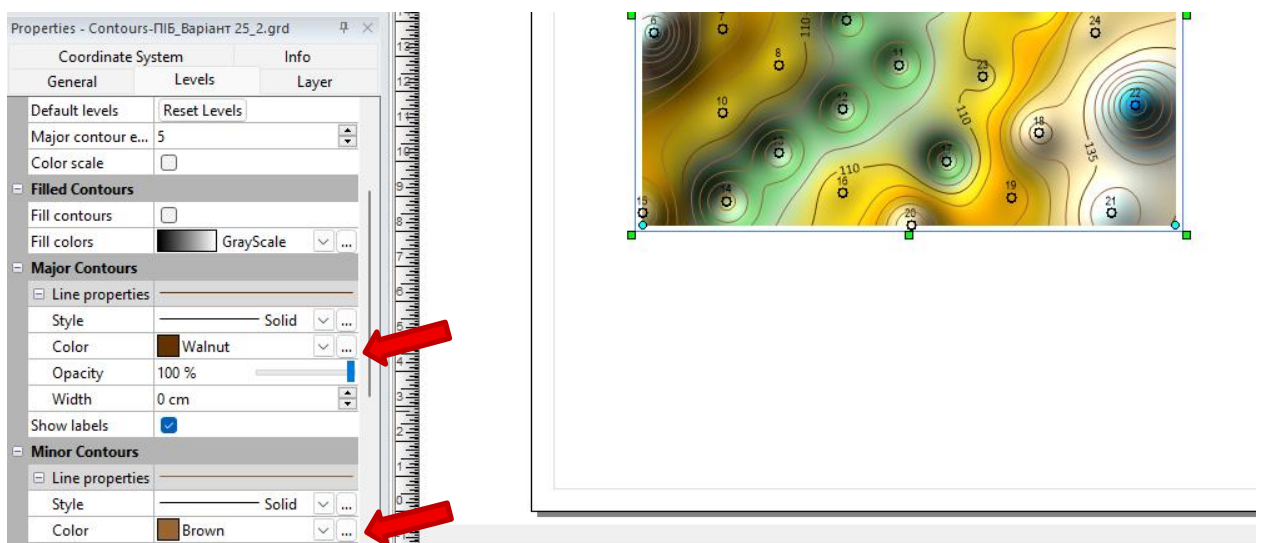


Рисунок 2.27 – Результати зміни кольору ізоліній на шарі карти типу *Contour map*

На топографічну карту також бажано додати шар карти типу «*Post map*» з відмітками гирла ($H_{абс}$) кожної свердловини, при цьому підписи даних розташовувати нижче позначки свердловини.

Коли методом інтерпретації будують топографічну схему (наприклад, в масштабі 1:1000) чи іншу карту з ізолініями (типу «*Contour map*»), необхідно щоб переріз горизонталей (ізоліній) відповідав кондиції карти. Для масштабу 1:1000 переріз (Δ) горизонталей (ізоліній) може бути 1 м, 2 м, 5 м. Переріз визначається з наступних міркувань – на кондиційній карті повинно бути представлено не менше як $15 \div 20$ ізоліній з різним перерізом. Отже для встановлення значення перерізу визначають різницю між мінімальною та максимальною відмітками і розглядають таке співвідношення:

$$\frac{H_{абс.max} - H_{абс.min}}{\Delta} \approx 15 \div 20 \quad (2.1)$$

де Δ – переріз, м.

Для збільшення інформативності карти слід відкоригувати кількість ізоліній, яка відображається. Для зміни кроку ізоліній (наприклад, на 2), необхідно у вікні налаштувань *Properties – Contours – «Назва файлу.grd» → Levels → Data range → General → Contour interval* (рис. 2.28-2.29).

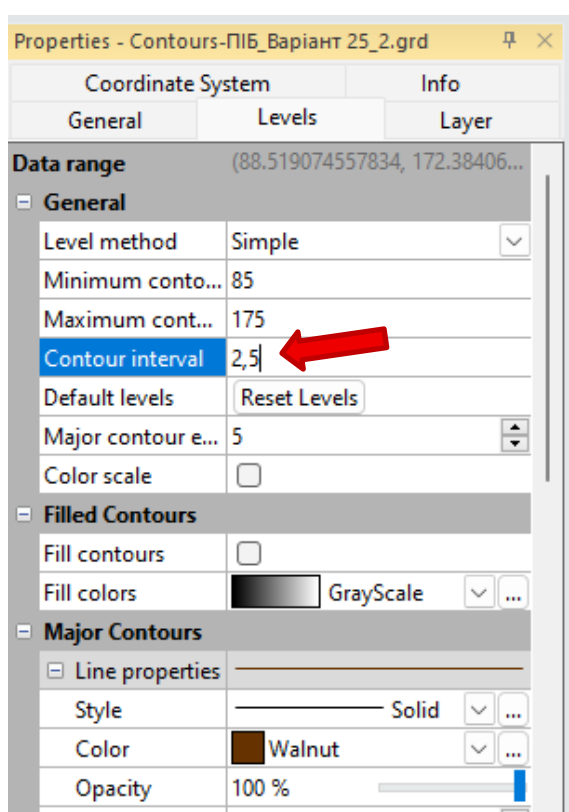


Рисунок 2.28 – Зміна кроку ізоліній на шарі карти типу *Contour map*

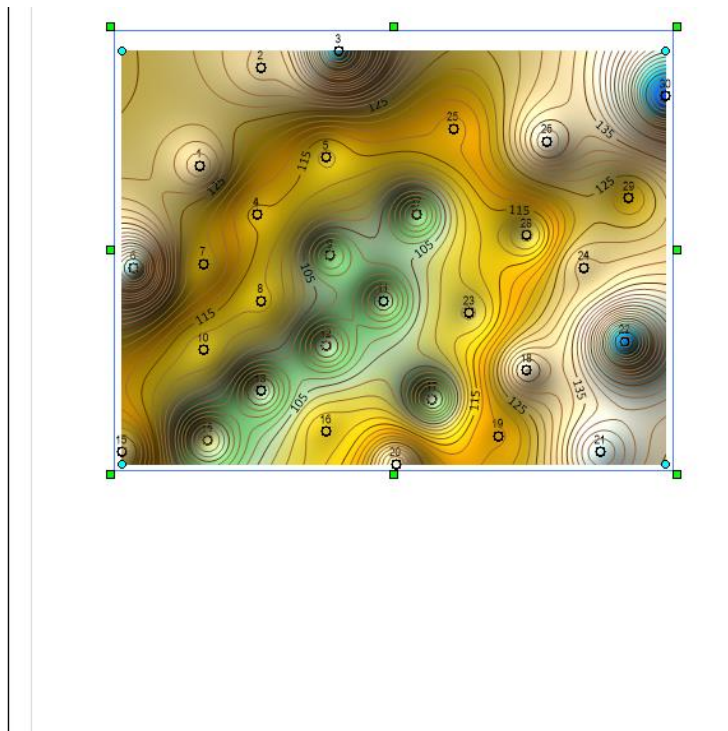
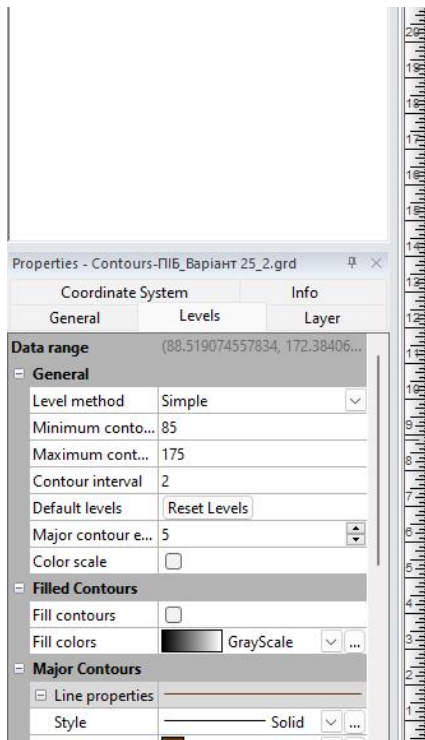


Рисунок 2.29 – Збільшення кількості відображених горизонталей на топографічній карті (шар карти типу *Contour map*) внаслідок зменшення кроку горизонталей

Для об'єднання шарів карти необхідно їх виділити та обрати на панелі задач вкладку «*Map Tools*» функцію «*Overlay Maps*» (рис. 2.30).

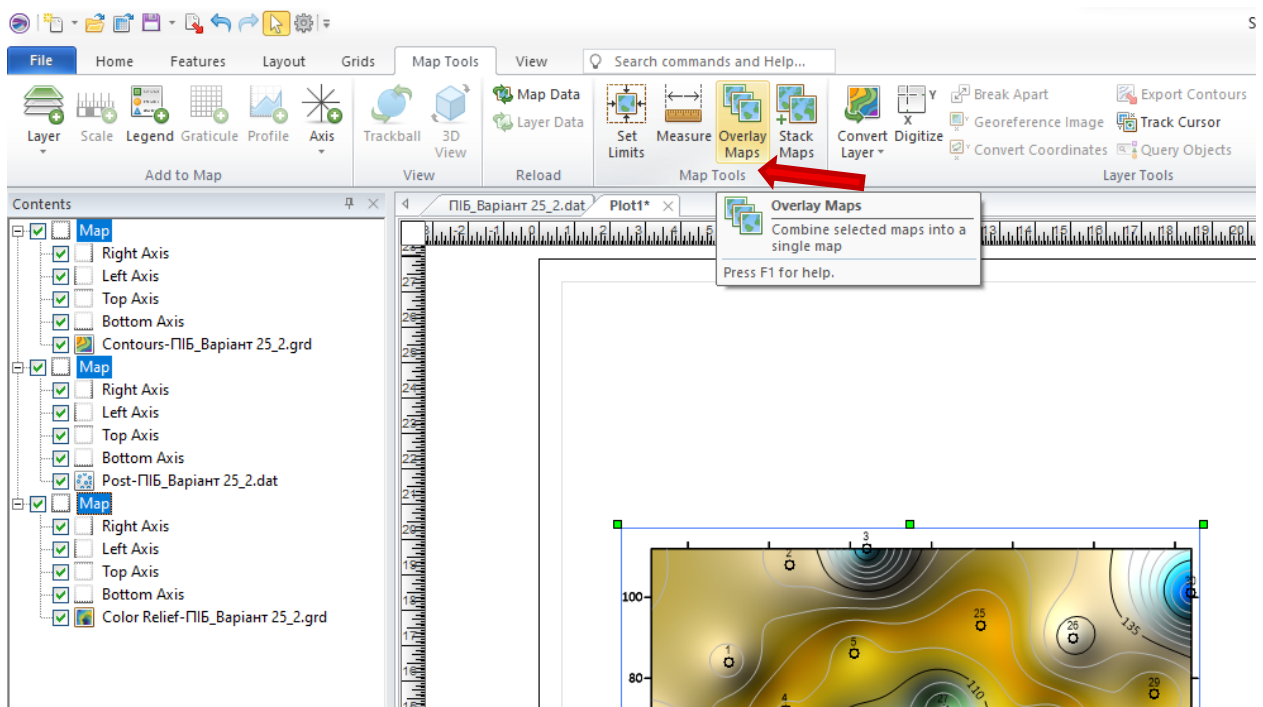


Рисунок 2.30 – Функція *Overlay Maps* для поєднання різних шарів карти

Для скриття / відображення шарів та елементів карти слід використовувати панель налаштувань «*Contents*», де треба зняти відмітку / поставити відмітку у відповідному чек-боксі (рис. 2.31).

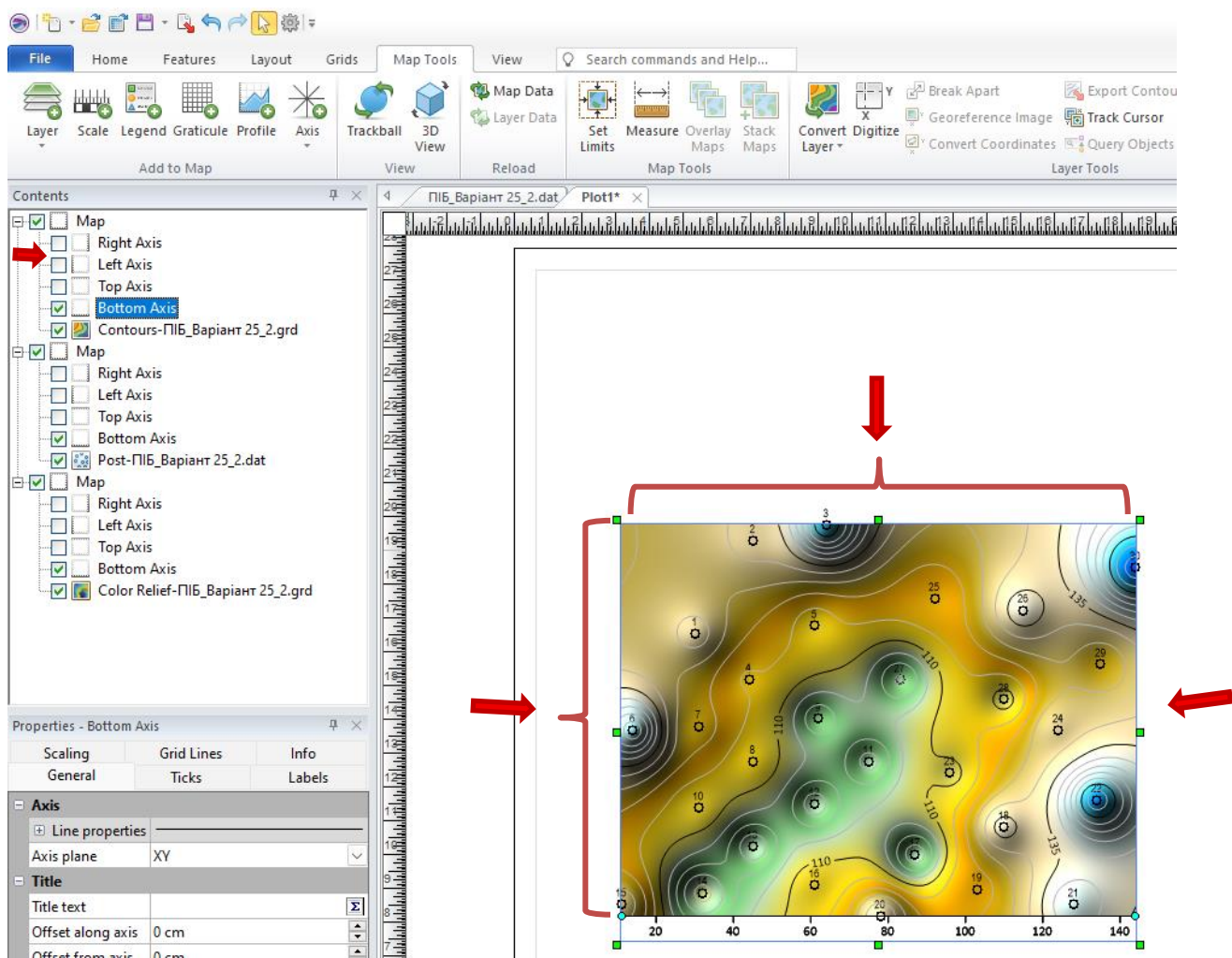


Рисунок 2.31 – Скриття підписів вісей карти вгорі, зліва і справа

Для роз'єднання шарів та елементів (наприклад, легенда, підпис) карти необхідно їх виділити та обрати на панелі задач вкладку «*Map Tools*» функцію «*Break Apart Layer*» (рис. 2.32).

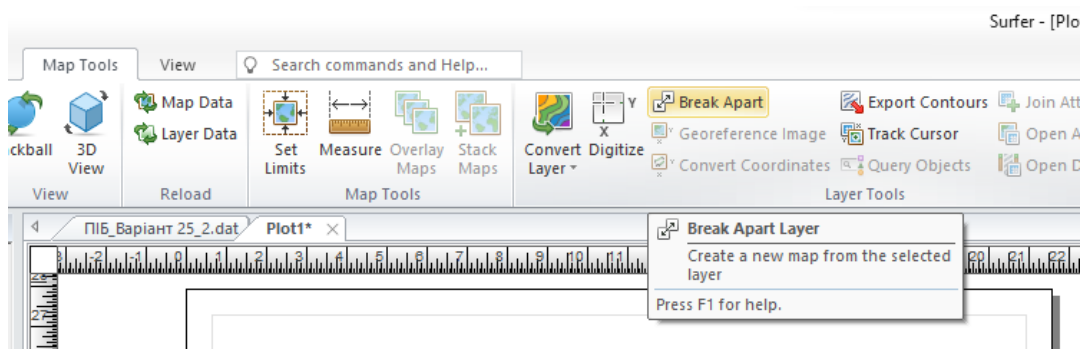


Рисунок 2.32 – Функція *Break Apart Layer* для роз'єднання різних шарів карти

Для побудови наступного шару карти слід повторити розглянуті вище кроки.

Наприклад, для побудови шару карти забруднення ґрунтів відкриємо вікно налаштувань *Grid Data – Select Data*, в якому слід обрати необхідний метод обробки даних *Inverse Distance to a Power* (може пропонуватись за замовчуванням для подібного типу даних). Потім слід вибрати необхідний файл типу «*Data File*» (з розширенням *.dat*), який було створено раніше та який містить відповідний набір даних (рис. 2.33-2.34).

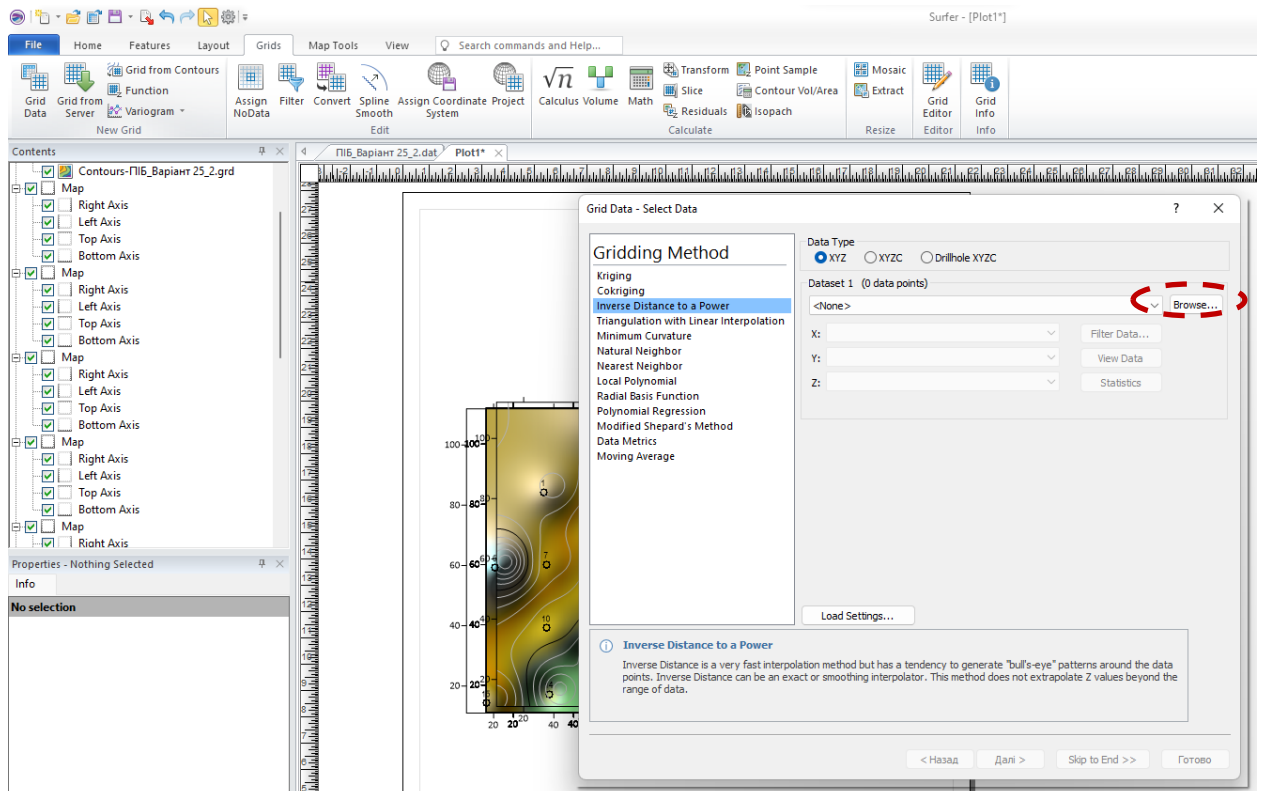


Рисунок 2.33 – Створення файл типу *Surfer Grid File* для побудови шару карти забруднення ґрунтів: вікно налаштувань *Grid Data – Select Data*

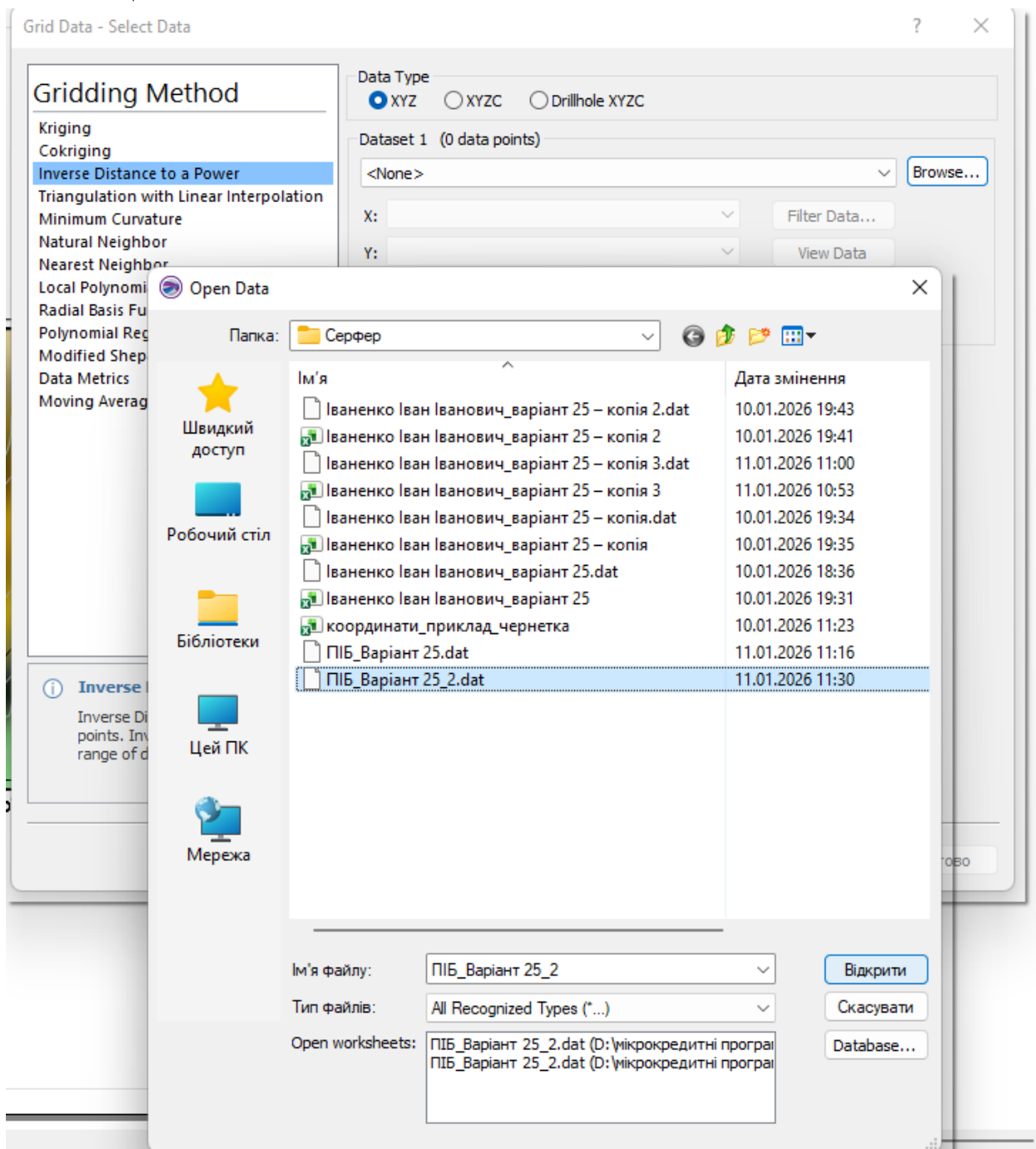


Рисунок 2.34 – Вибір файлу типу *Data File* для створення файл типу *Surfer Grid File*

Вибір даних для побудови шару карти забруднення ґрунтів, використовуючи результати розрахунків сумарного показника навантаження на ґрунти (див. практичну роботу № 1) (рис. 2.35) та тип відображення (рис. 2.36).

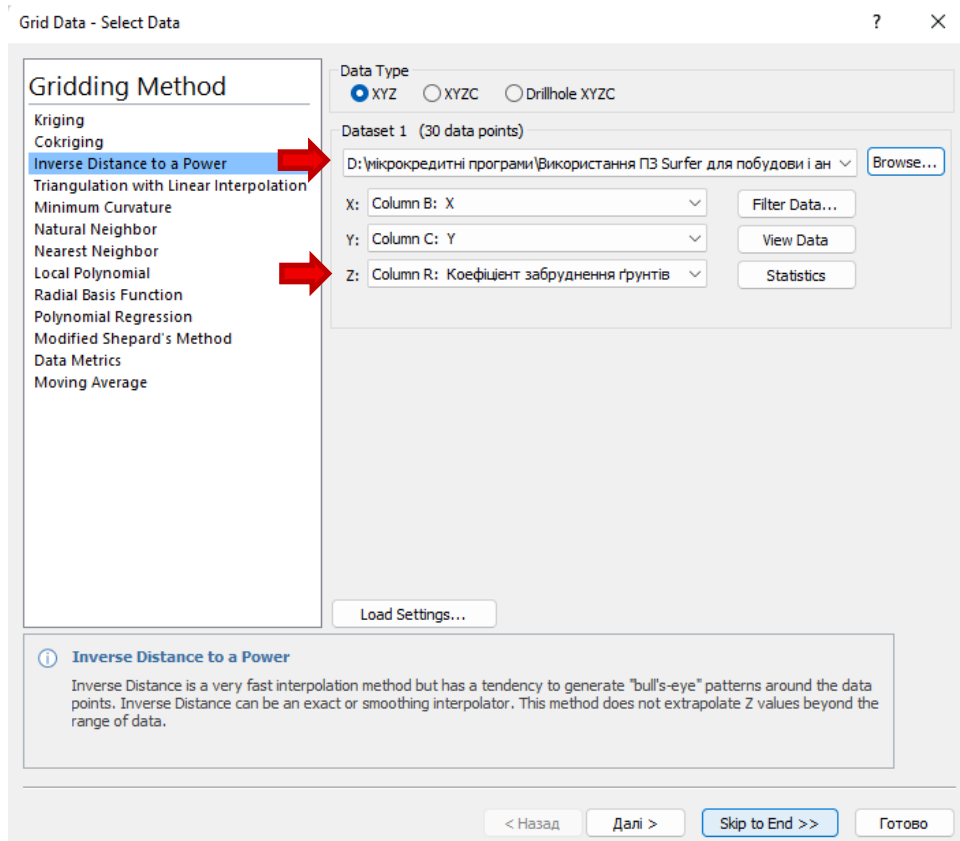


Рисунок 2.35 – Вибір даних для побудови шару карти забруднення ґрунтів

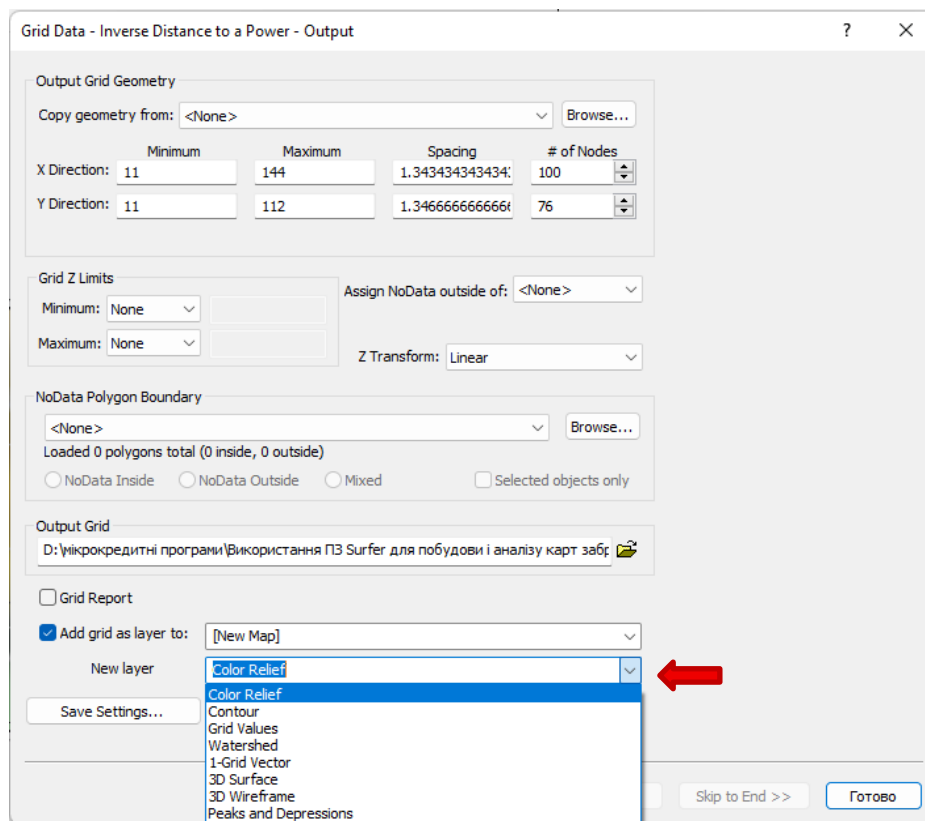


Рисунок 2.36 – Вибір типу шару карти для відображення відомостей про забруднення ґрунтів

Під час створення шару карту забруднення ґрунтів, файл типу «*Surfer Grid*» було перезаписано і оновлено (рис. 2.37-2.38).

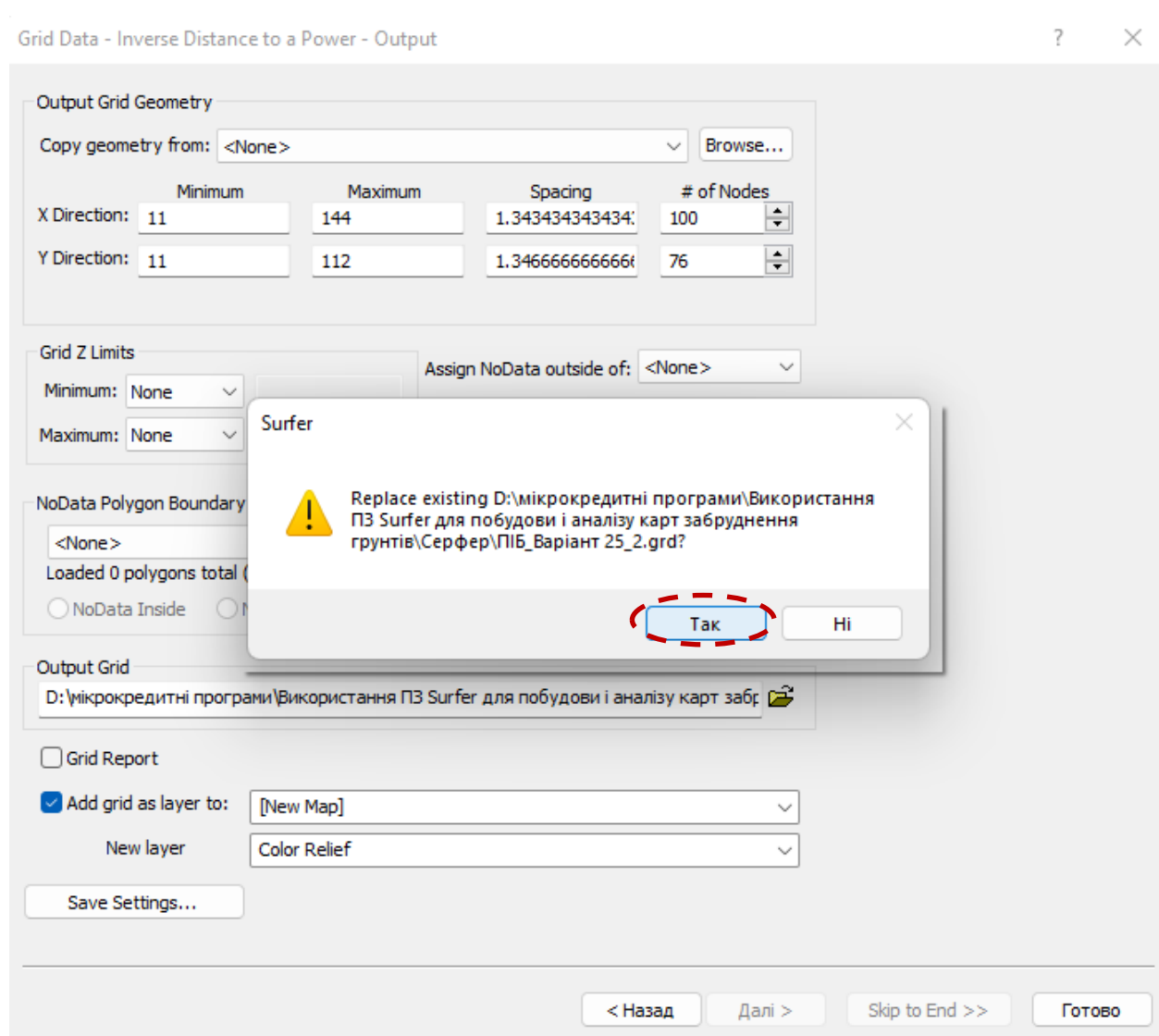


Рисунок 2.37 – Створення і збереження файлу типу «*Surfer Grid*» у відповідній теці на комп'ютері

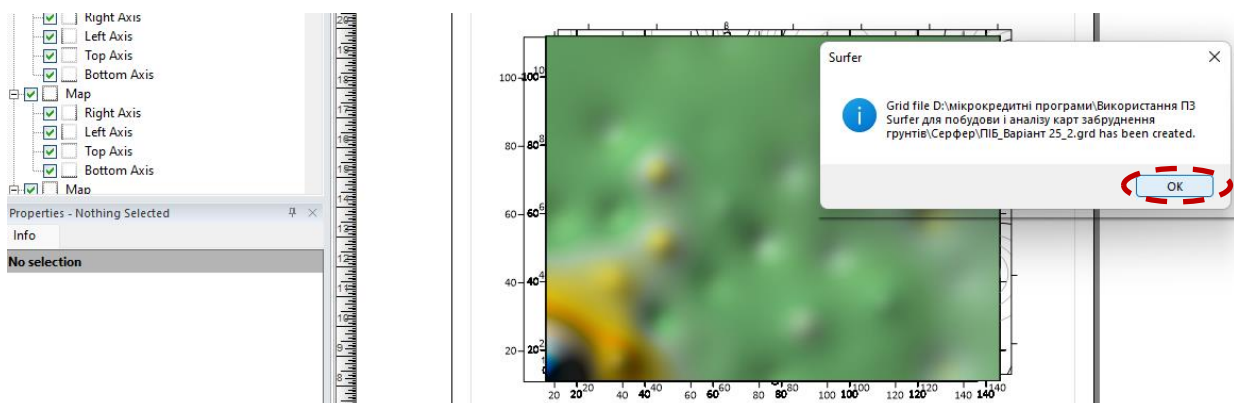


Рисунок 2.38 – Побудова шару карту забруднення ґрунтів, тип шару «*Color Relief Map*»

Для зміни кольорів шару карти слід у вікні налаштувань необхідно відкорегувати палітру кольорів: *Properties* – *Color Relief* – «Назва файлу.grd» → *General* → *Colors* → *Colormap Editor* (рис. 2.39). Наприклад, виявлені ділянки забруднення ґрунтів слід позначити червоним кольором. Для цього треба обрати потрібну позицію на палітрі, колір якої потрібно змінити використовуючи функцію «Color» (рис. 2.40). Для відображення легенди до відповідного шару карти необхідно позначити чек-бокс у вікні налаштувань шару (рис. 2.41).

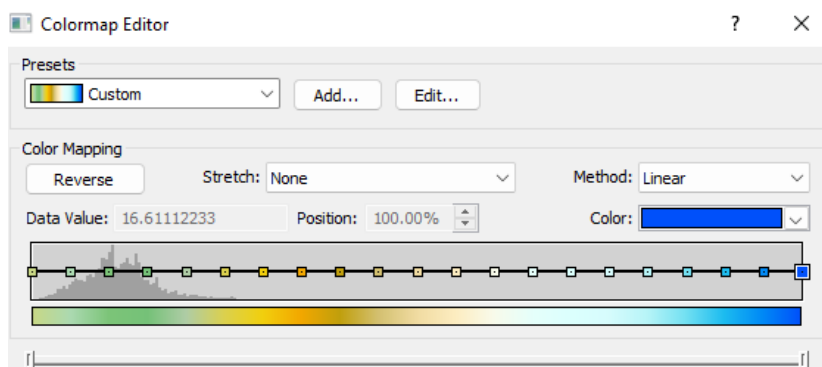


Рисунок 2.39 – Палітра кольорів шару карту забруднення ґрунтів, тип шару «*Color Relief Map*», запропонована за замовчуванням (до корегування)

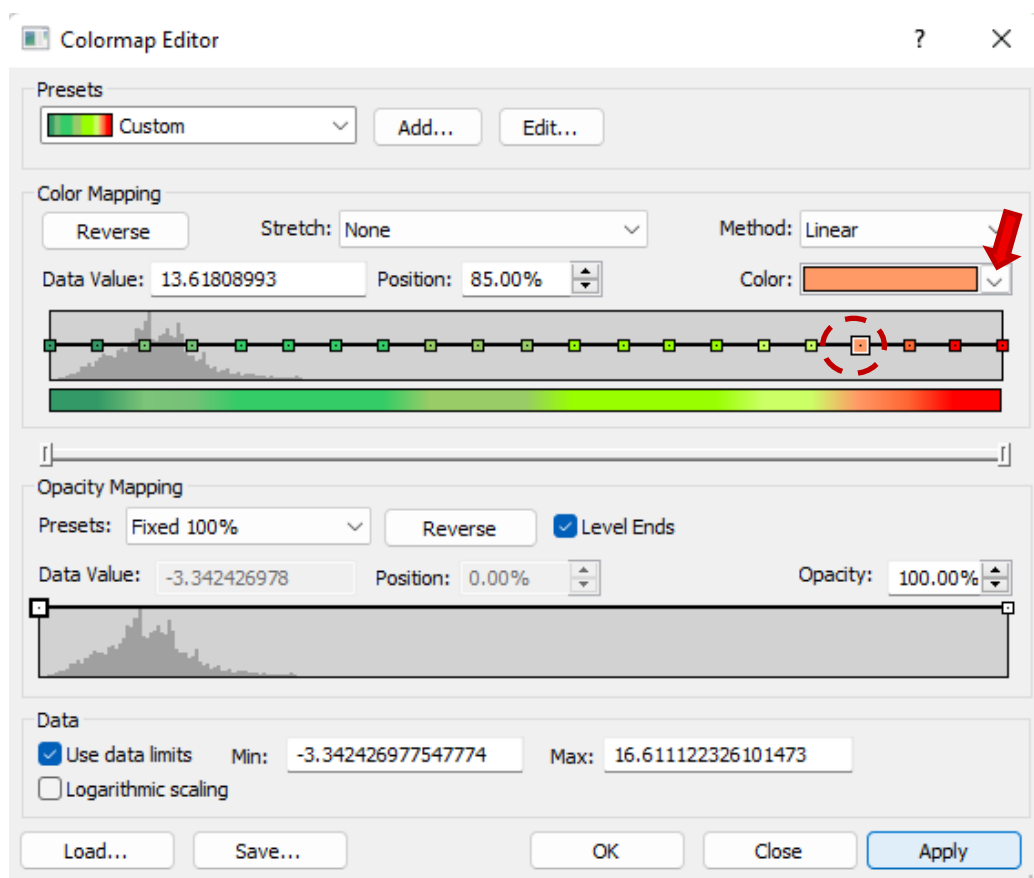


Рисунок 2.40 – Палітра кольорів шару карту забруднення ґрунтів, тип шару «*Color Relief Map*», відкоригована користувачем

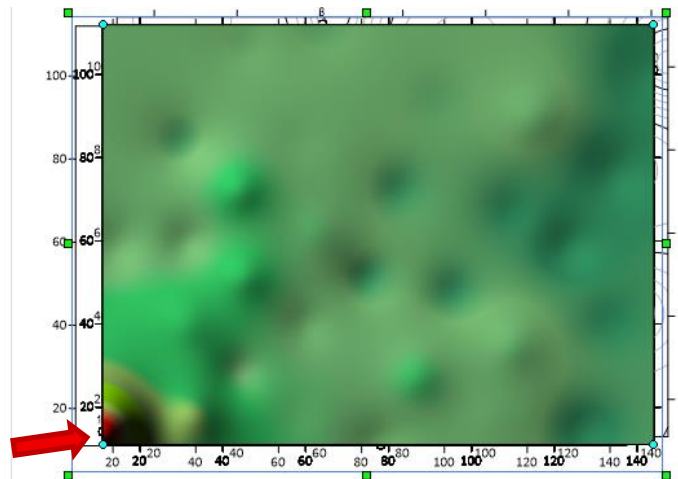
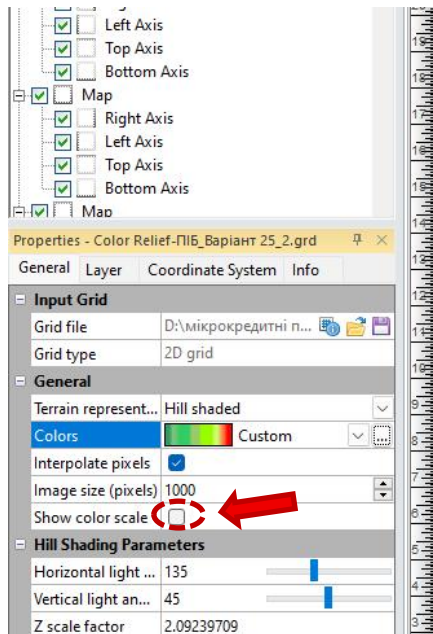


Рисунок 2.41 – Відзначення відтинками червоного кольору ділянок забруднення ґрунтів (тип шару «Color Relief Map»)

Для відображення ізоліній на карті, необхідно побудувати новий шар карти: на панелі задач обрати вкладку *Home* → *New Contour Map* (рис. 2.42). Потім обрати файл з вихідною базою даних (рис. 2.43) та отримати автоматично потрібний шар карти з ізолініями (рис. 2.44).

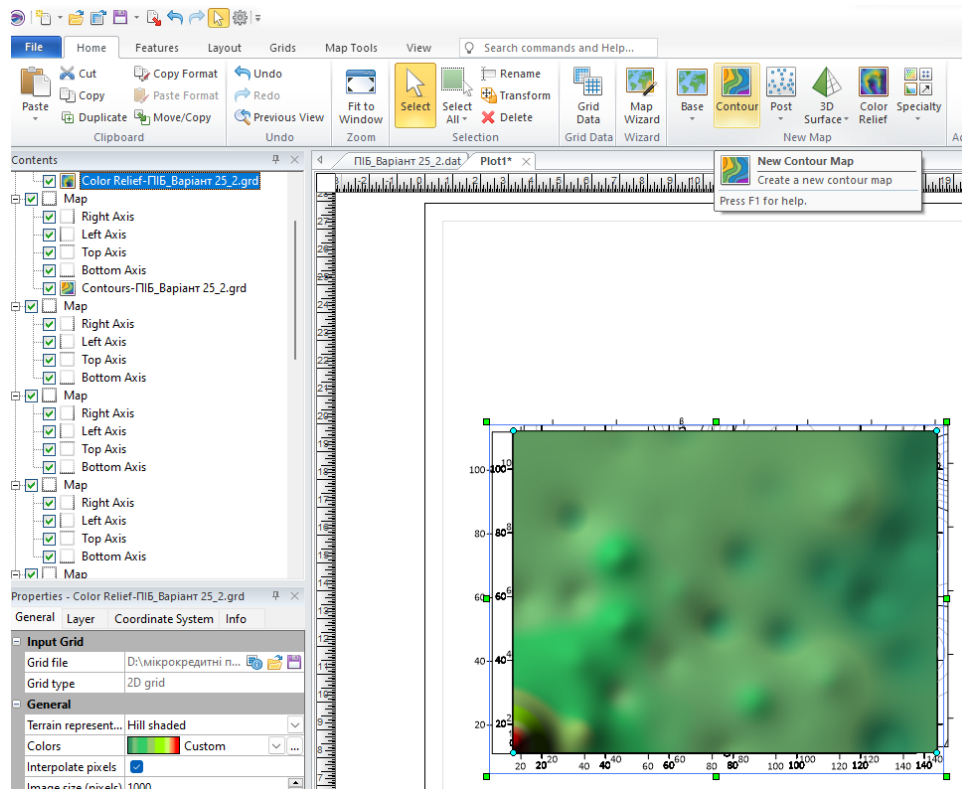


Рисунок 2.42 – Побудова шару карту з ізолініями (функція *New Contour Map*)

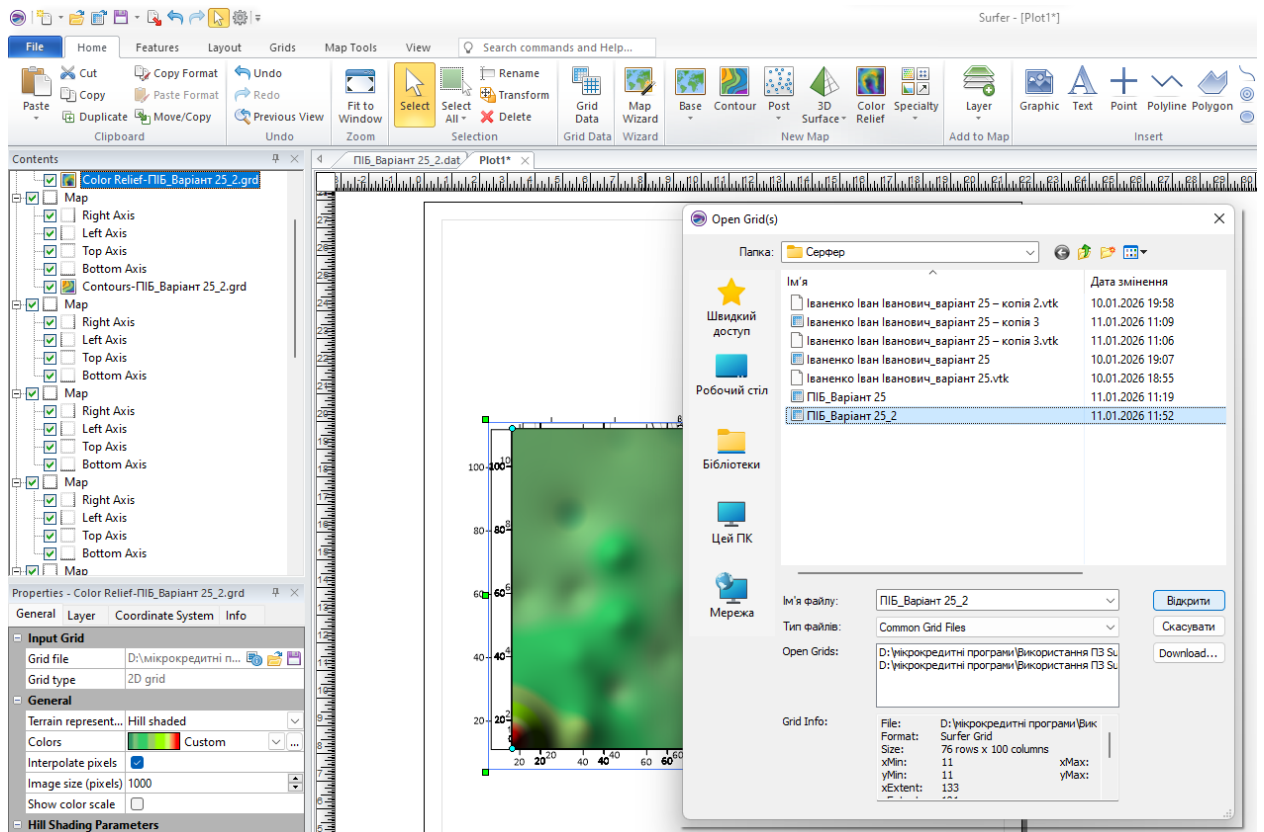


Рисунок 2.43 – Обрання файлу з вихідною базою даних для побудови шару карти *Contour Map*

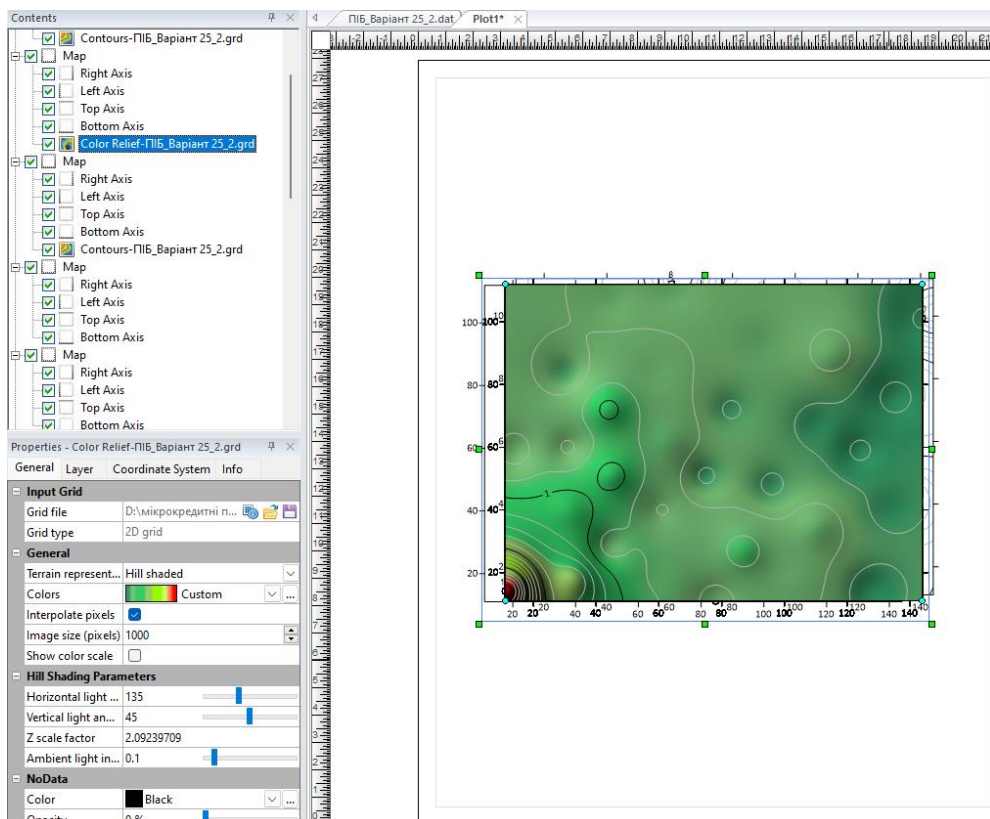


Рисунок 2.44 – Побудований шар карти забруднення ґрунтів з нанесеними ізолініями (*New Contour Map*)

В результаті всіх попередніх дій побудовано декілька шарів карти (рис. 2.45). Для об'єднання шарів карти, їх слід виділити та об'єднати, використовуючи функцію *Overlay Maps* на вкладці *Map Tools* на панелі задач. Для відображення необхідних потрібно використовувати вікно налаштувань *Contents*, вмикаючи/вимикаючи шари та елементи карти для потрібної візуалізації. Вмикання всіх шарів одночасно може навести плутанину і отримання не інформативної візуалізації (рис. 2.46), тому необхідно керувати шарами, які відображаються, використовуючи вікно налаштувань *Contents*.

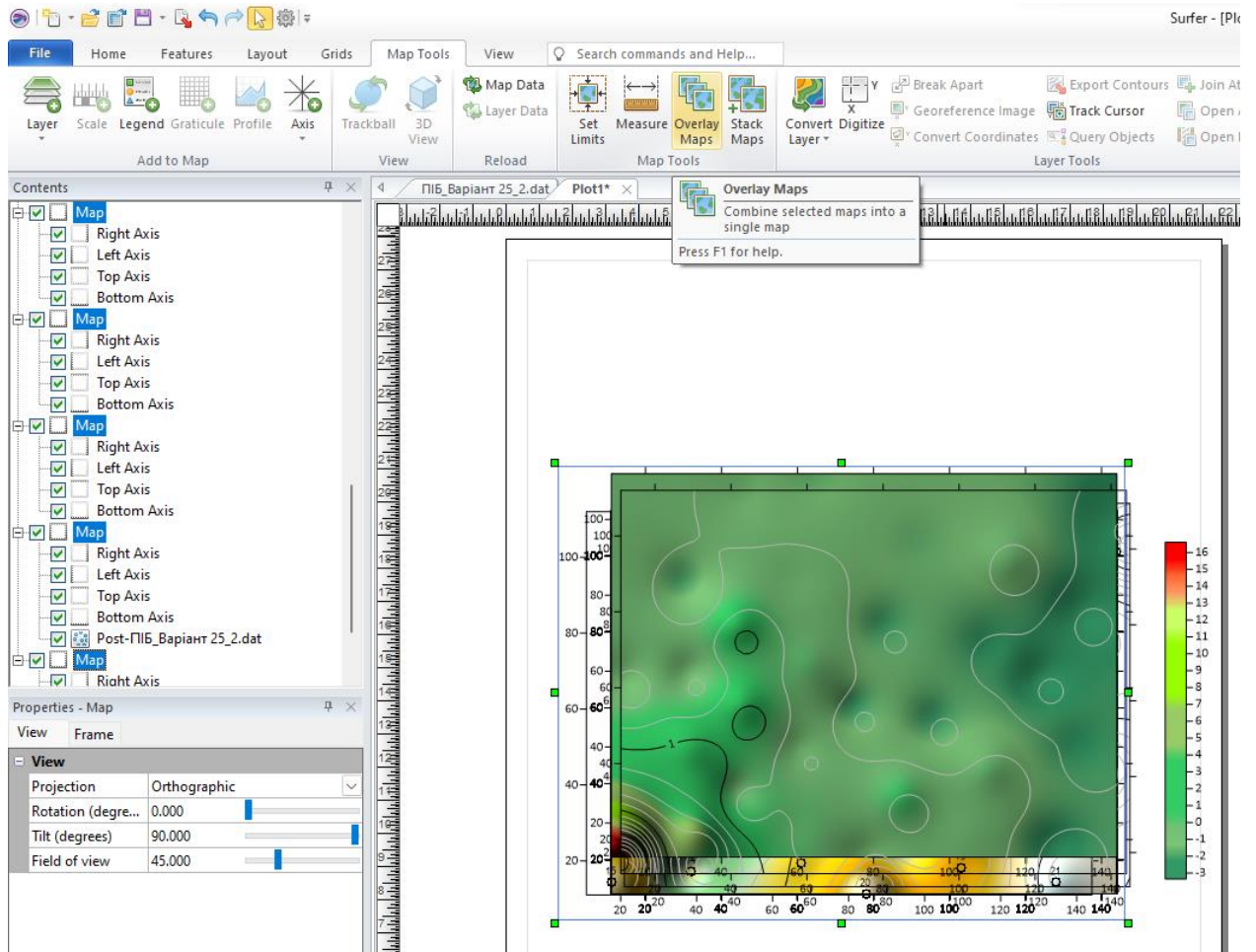


Рисунок 2.45 – Побудовані шари карти: верхній шар карти з ізолініями зі значеннями коефіцієнту забруднення ґрунтів (*Contour Map*)

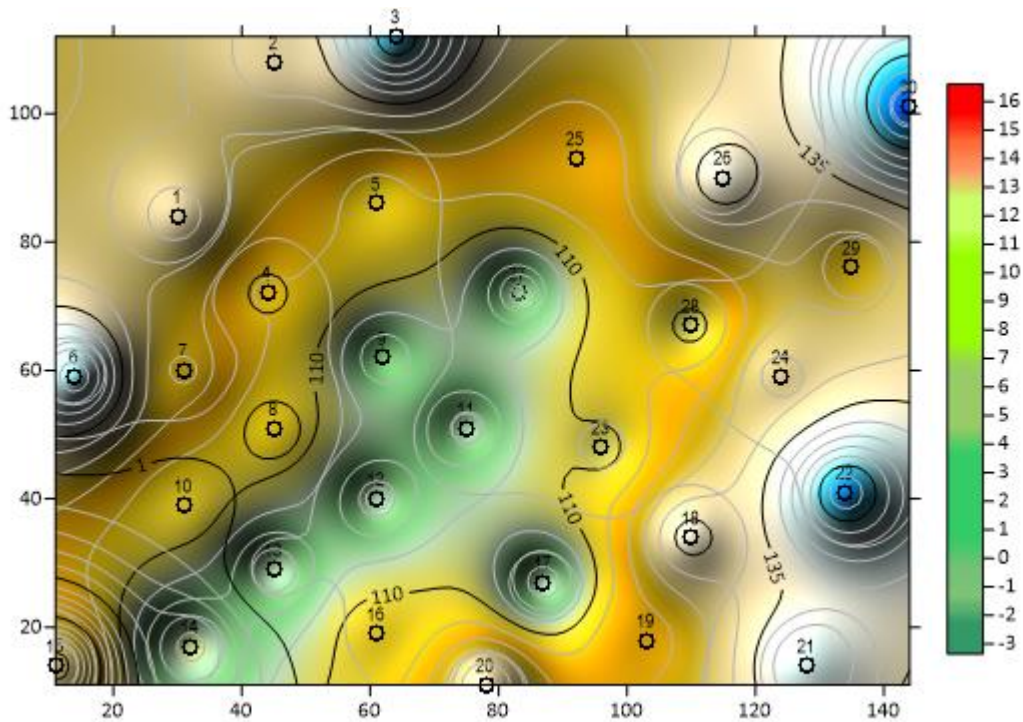


Рисунок 2.46 – Приклад нашарування та отримання не інформативної візуалізації

Для підпису побудованих карт слід використати на головній вкладці панелі задач *Home* функцію *Text* (рис. 2.47). У діалоговому вікні *Text Editor* треба обрати потрібний шрифт і його розмір (*Arial*, 10 ÷ 14 pt) та ввести необхідні текстові дані (рис. 2.48).

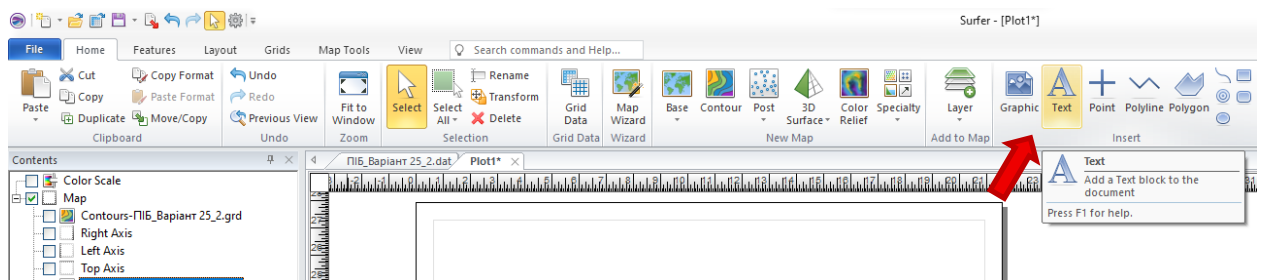


Рисунок 2.47 – Нанесення текстової інформації

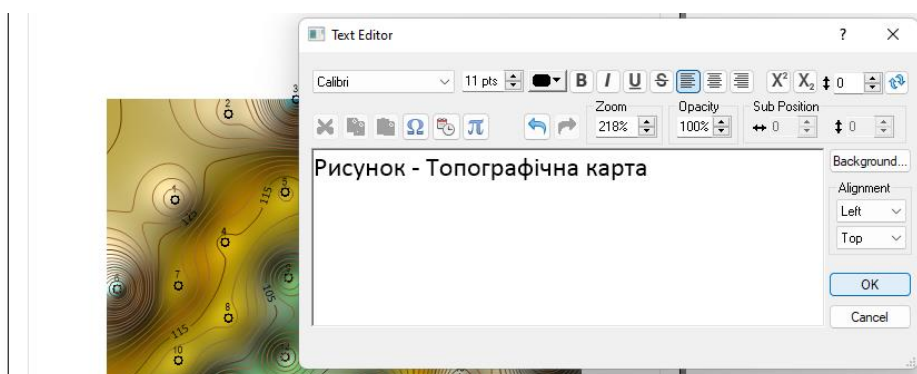


Рисунок 2.48 – Введення текстової інформації в діалоговому вікні *Text Editor*

В результаті виконаних вище розглянутих дій, побудовано топографічну карту досліджуваної ділянки (рис. 2.49) та підготовлені шари карти забруднення ґрунтів (рис. 2.44). Розглянемо на прикладі топографічної карти як можна відкорегувати її відображення. За потреби можна змінити орієнтування листа з книжкового на альбомний формат (рис. 2.49). Додавання масштабної лінійки виконуємо шляхом обрання на вкладці робочої панелі *Map Tools* → *Scale* (рис. 2.50). Для відображення координатної сітки на карті (рис. 2.51) необхідно обрати на вкладці робочої панелі *Map Tools* → *Graticule* (рис. 2.50, 2.52).

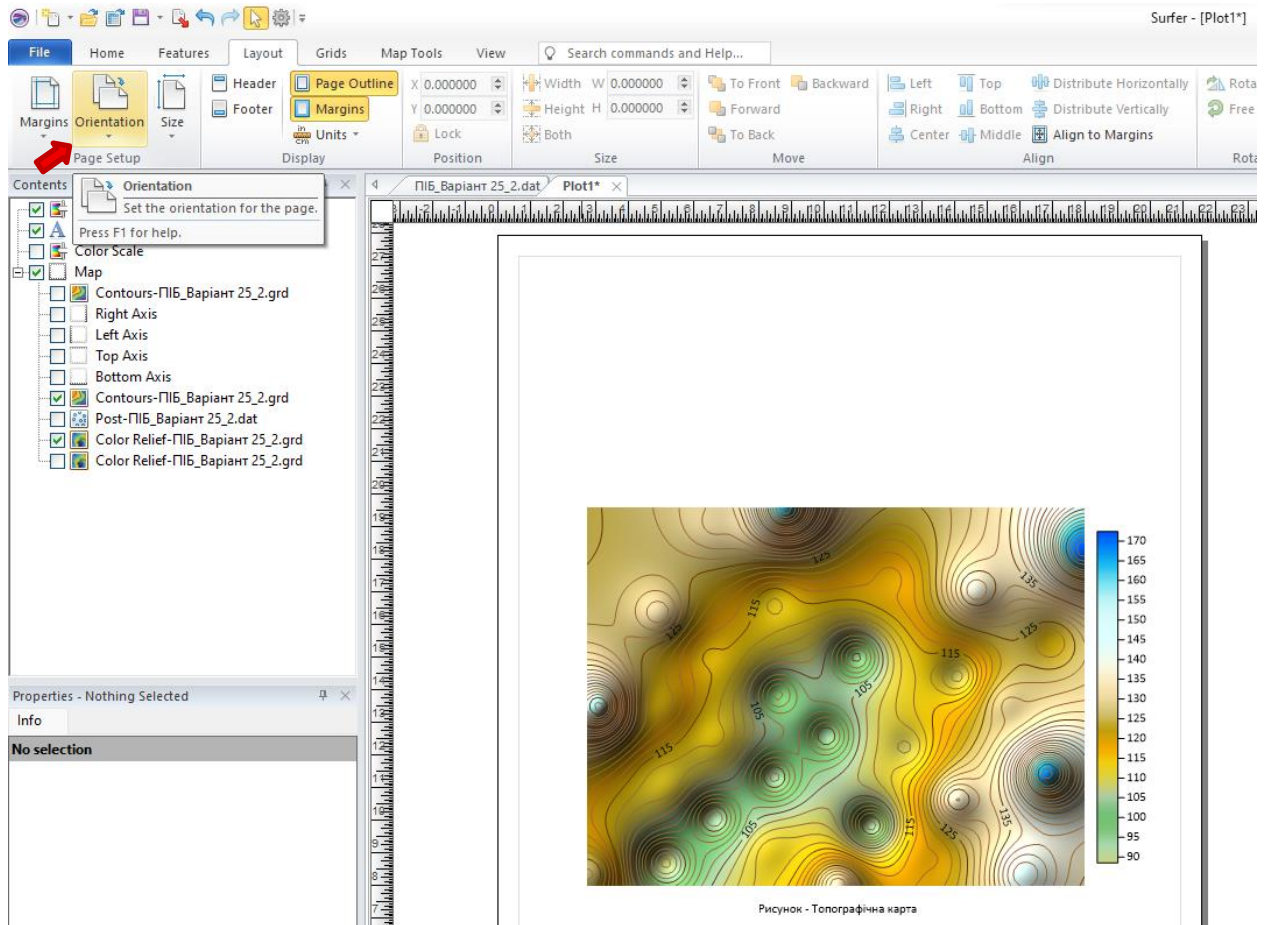


Рисунок 2.49 – Топографічна карта: зміна формату листа з книжкового на альбомне розташування

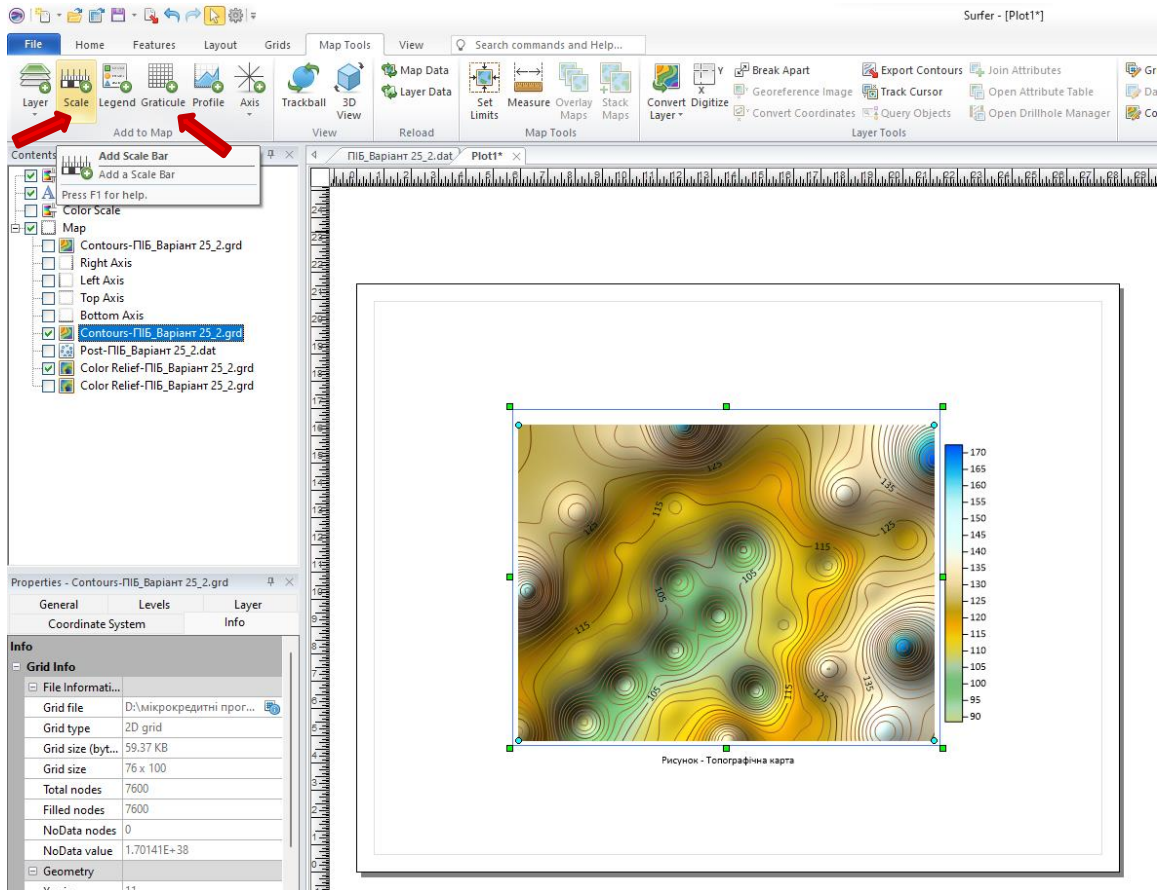


Рисунок 2.50 – Додавання масштабної лінійки до карти

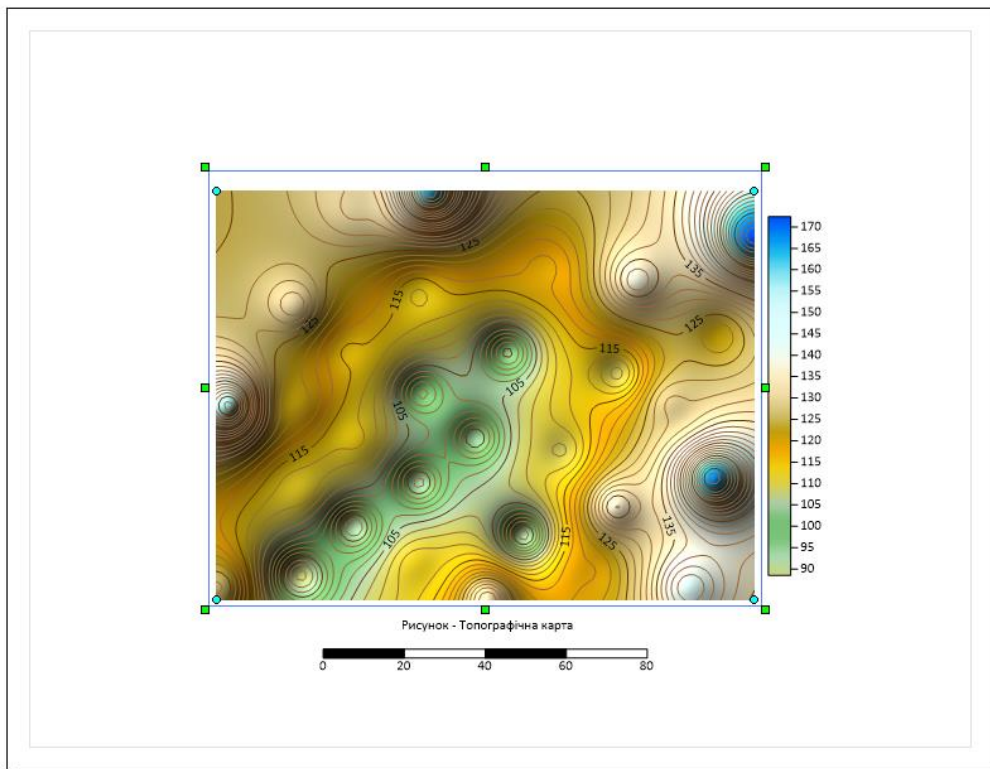


Рисунок 2.51 – Топографічна карта з підписом та масштабною лінійкою

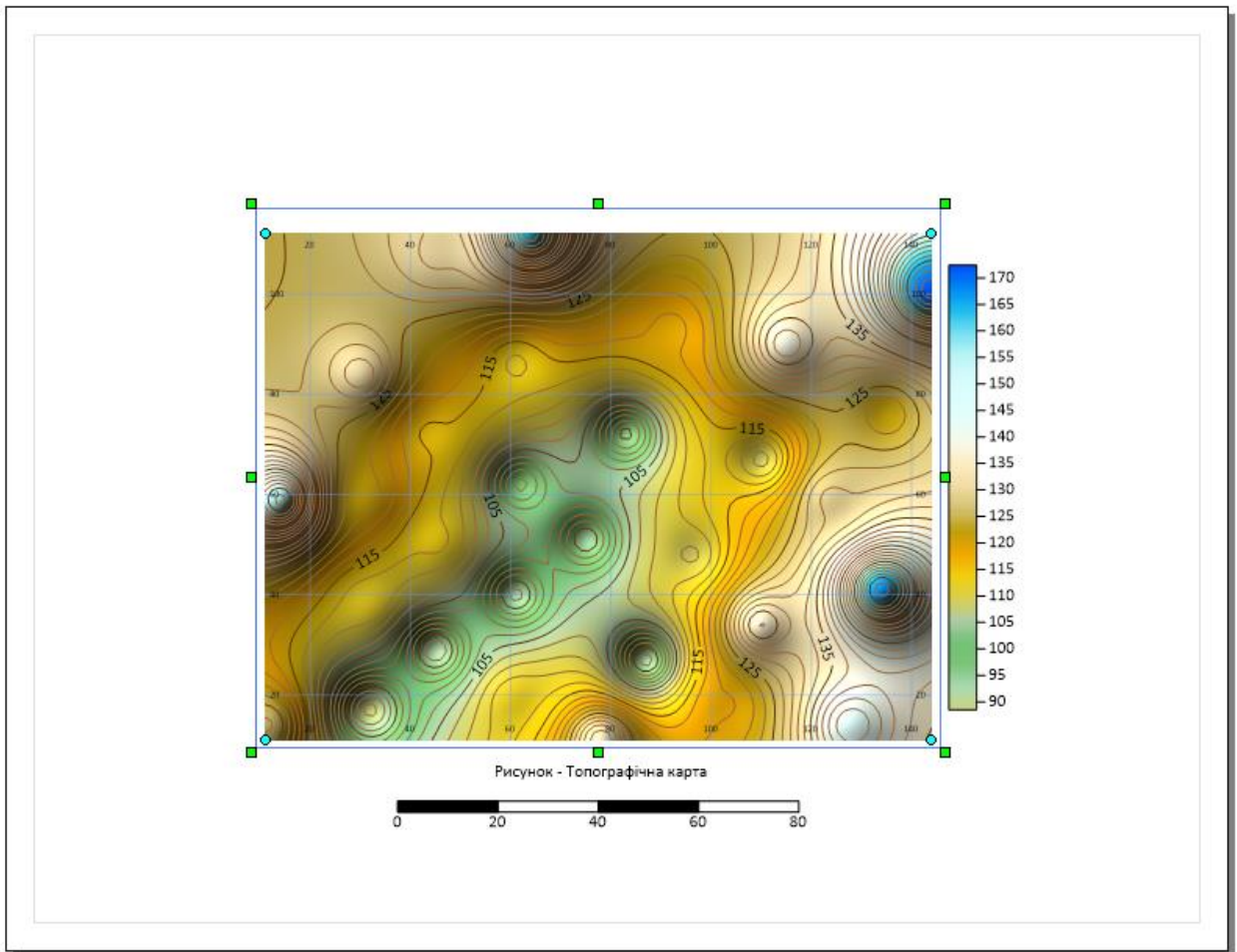


Рисунок 2.52 – Топографічна карта з масштабною лінійкою та координатною сіткою

За бажанням, можна побудувати розріз. Для нанесення лінії розрізу на карту необхідно обрати на вкладці робочої панелі *Map Tools* → *Profile* (рис. 2.53-2.54).

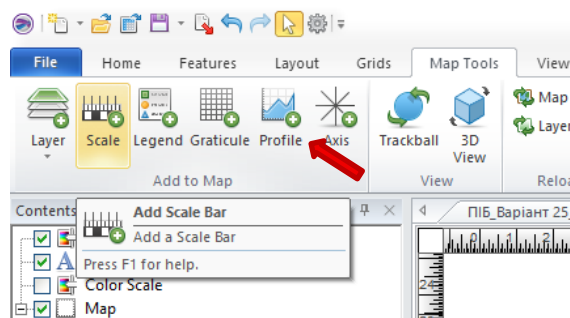


Рисунок 2.53 – Функція *Profile* для нанесення лінії розрізу

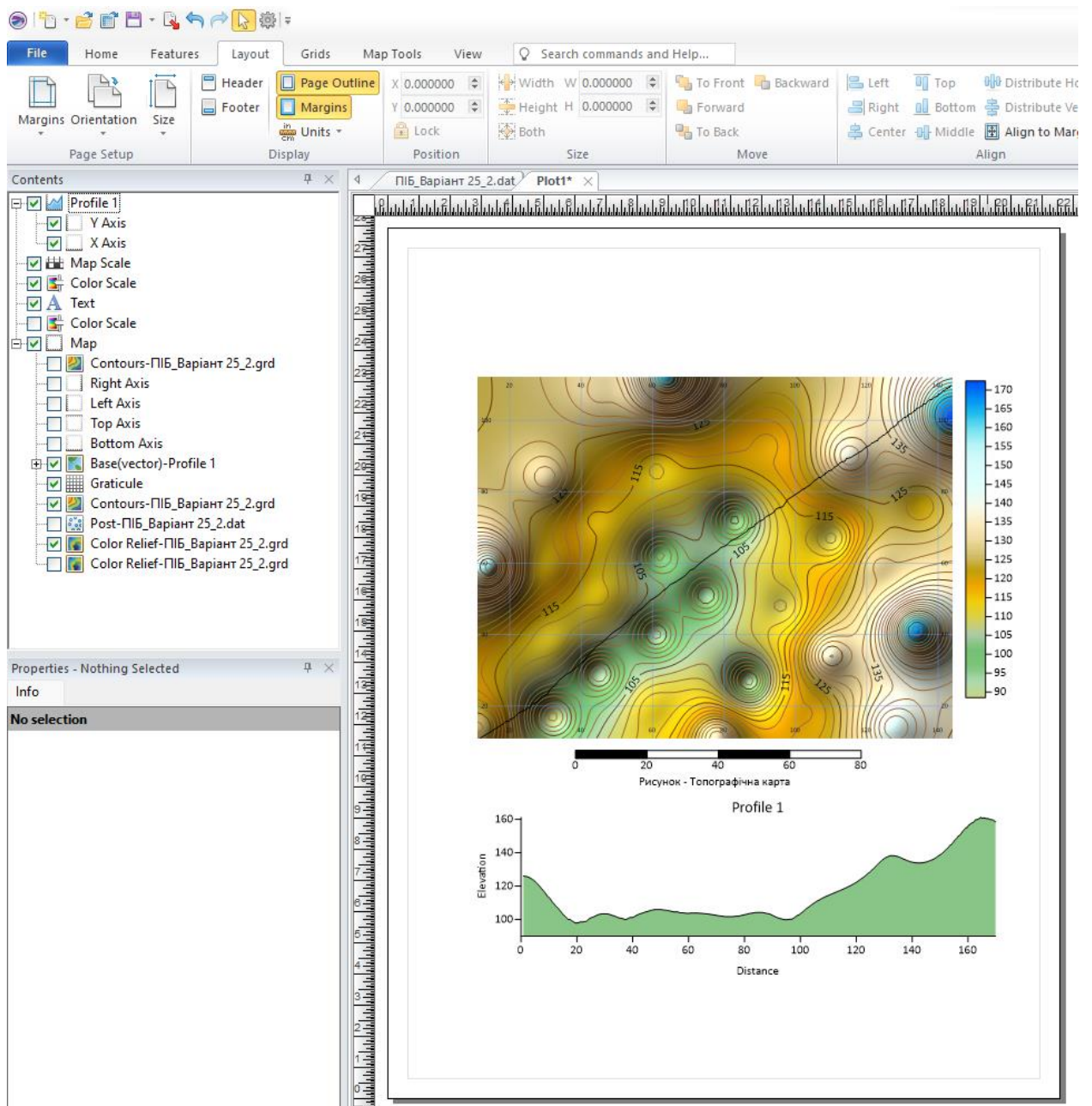


Рисунок 2.54 – Топографічна карта з побудованим розрізом

Виконавши аналогічні дії виконуємо налаштування відображення карти забруднення ґрунтів (рис. 2.55-2.61). Наносимо підпис карти: використовуємо на головній вкладці панелі задач «Home» функцію «Text». У діалоговому вікні «Text Editor» треба обрати потрібний шрифт і його розмір (*Arial*, 10 ÷ 14 pt) та ввести необхідні текстові дані (рис. 2.55).

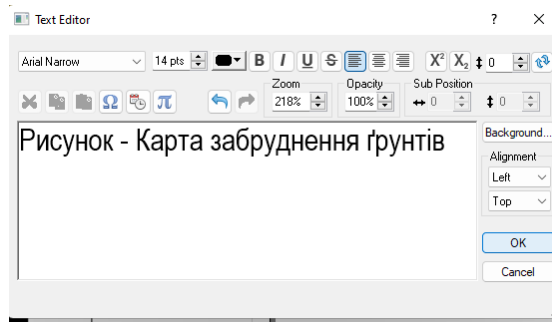


Рисунок 2.55 – Введення текстової інформації в діалоговому вікні *Text Editor*

На карті забруднення ґрунтів переріз ізоліній становить $\Delta = 1$ (за замовчуванням), а основних ізоліній виставлено $\Delta = 5$ (за замовчуванням). За потреби можна змінити крок основних ізоліній: *Properties – Contours – «Назва файлу.grd» → Levels → Major Contours* (рис. 2.56). Діапазон ізоліній, які несуть інформацію про варіацію значень коефіцієнту забруднення ґрунтів відображається у вікні налаштувань (відповідно до бази даних, за якою побудовано шар карти «*Contour Map*»).

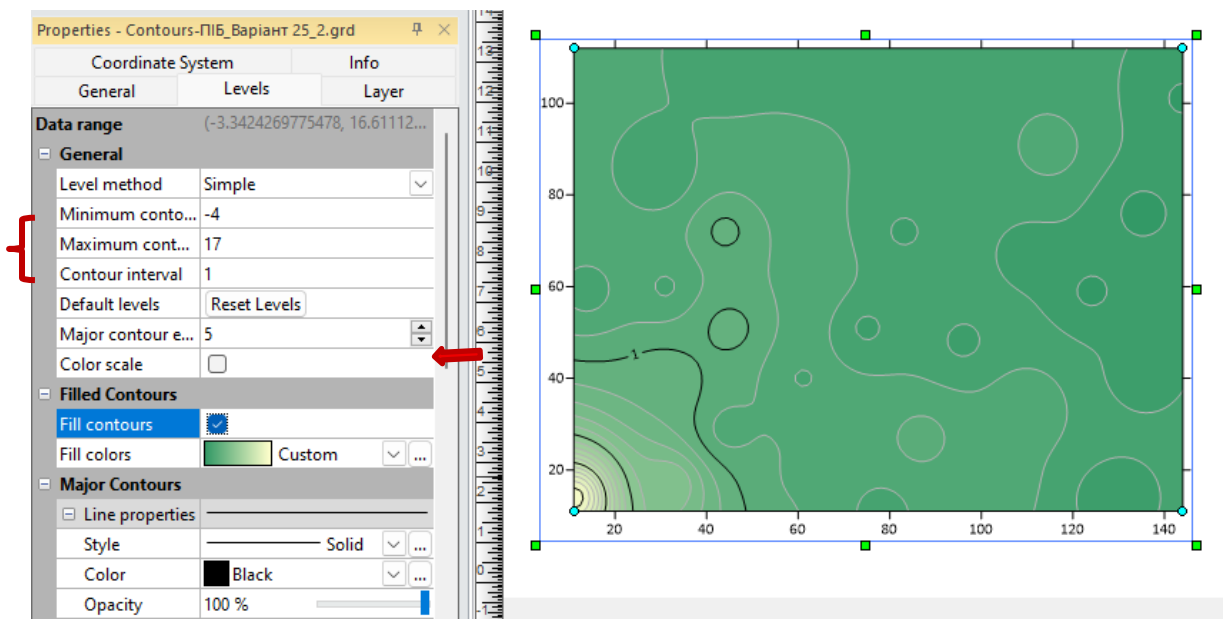


Рисунок 2.56 – Вікно налаштування карти забруднення ґрунтів: зміна кроку основних ізоліній

Для підпису всіх винесених ізоліній на карті забруднення ґрунтів слід у вікні налаштувань відмітити позначку в чек-боксі:

1) для основних ізоліній: *Properties – Contours – «Назва файлу.grd» → Levels → Major Contours → Line properties → Show labels*;

2) для проміжних ізоліній: *Properties – Contours – «Назва файлу.grd» → Levels → Minor Contours → Line properties → Show labels* (рис. 2.57).

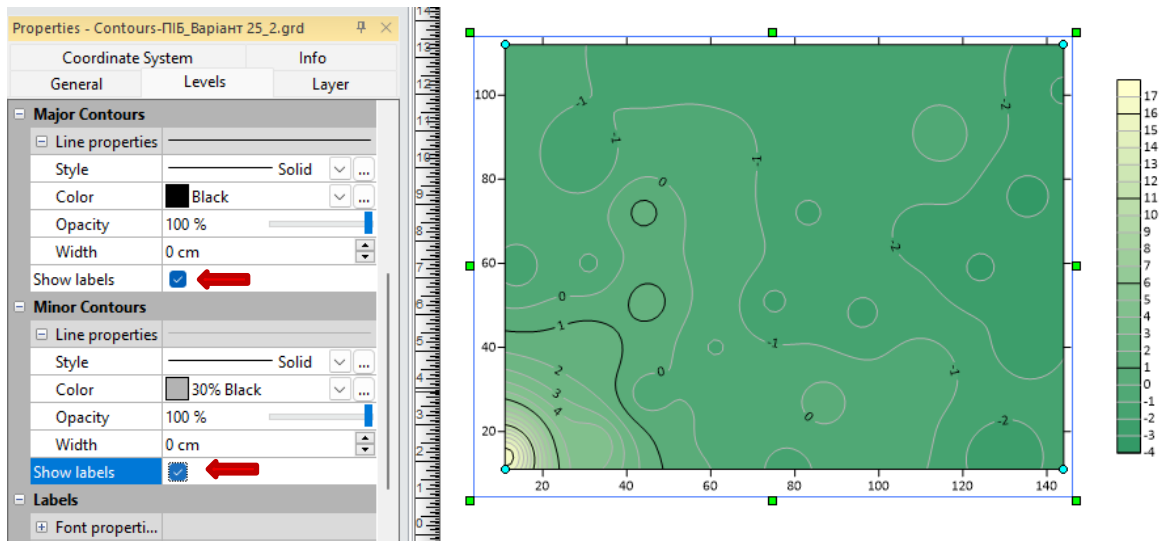


Рисунок 2.57 – Підпис ізоліній на карті забруднення ґрунтів

В результаті всіх вище зазначених дій отримано карту забруднення ґрунтів: типу «*Contour Map*» (рис. 2.57, 2.61) та типу «*Color Relief Map*» (рис. 2.60). Для відображення необхідного шару карти та супровідного елементу (підпис карти, розмірна лінійка, легенда тощо), слід керувати візуалізацією шарів та елементів карти у вікні налаштування *Contents*. Для об'єднання виділених шарів та елементів (групування) слід використовувати функцію на панелі задач *Map Tools* → *Overlay Maps*, а для роз'єднання – *Map Tools* → *Break Apart* (рис. 2.58-2.59).

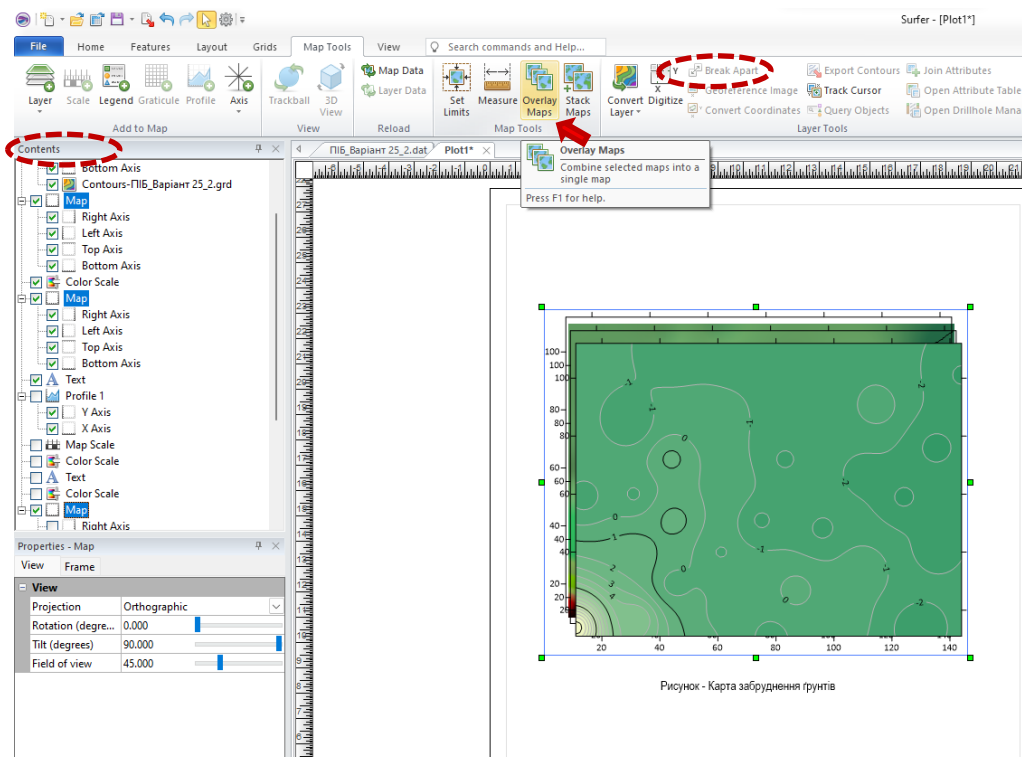


Рисунок 2.58 – Налаштування візуалізації шарів карти забруднення ґрунтів

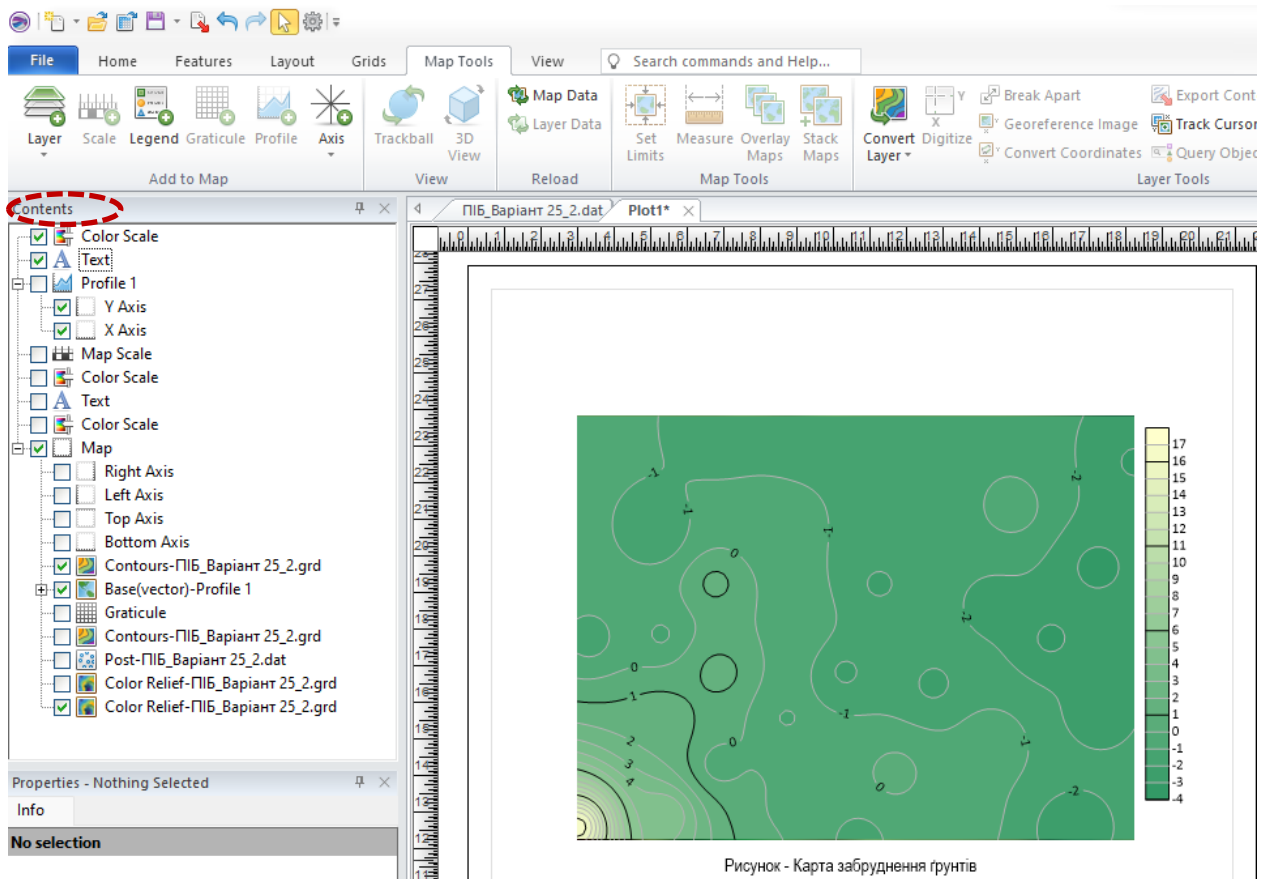


Рисунок 2.59 – Результат налаштування візуалізації карти забруднення ґрунтів з верхнім шаром типу *Contour Map*

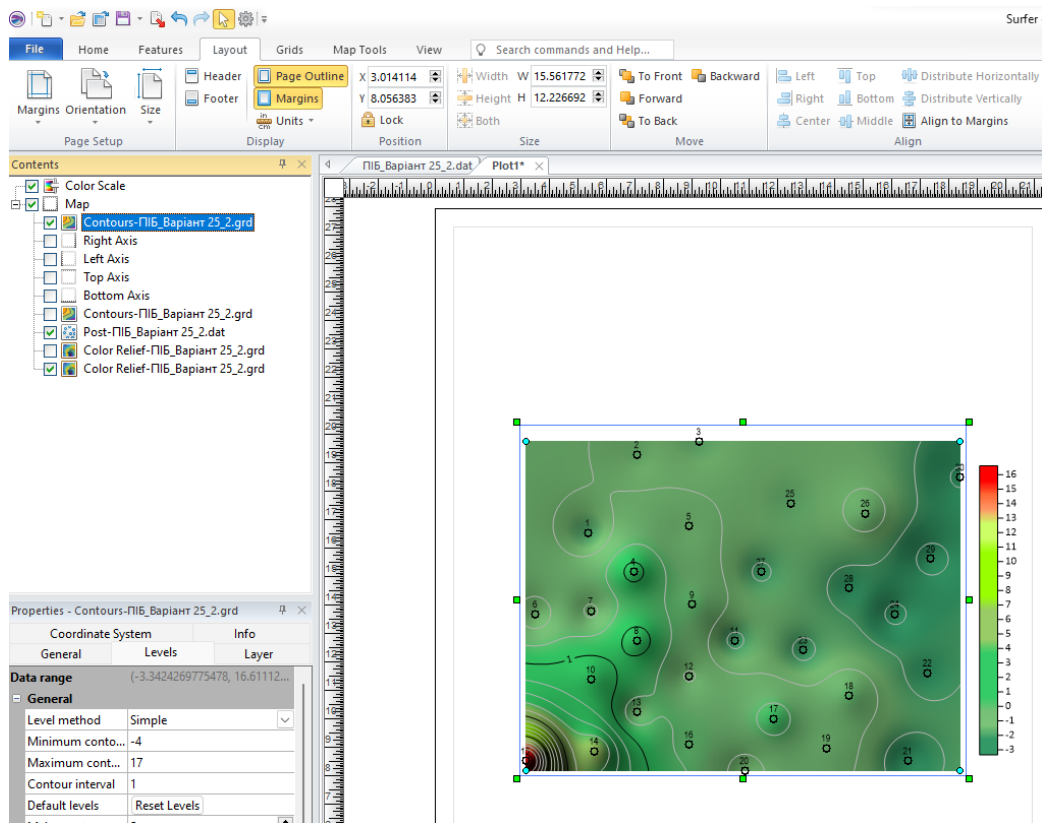


Рисунок 2.60 – Карта забруднення ґрунтів (тип *Color Relief Map*)

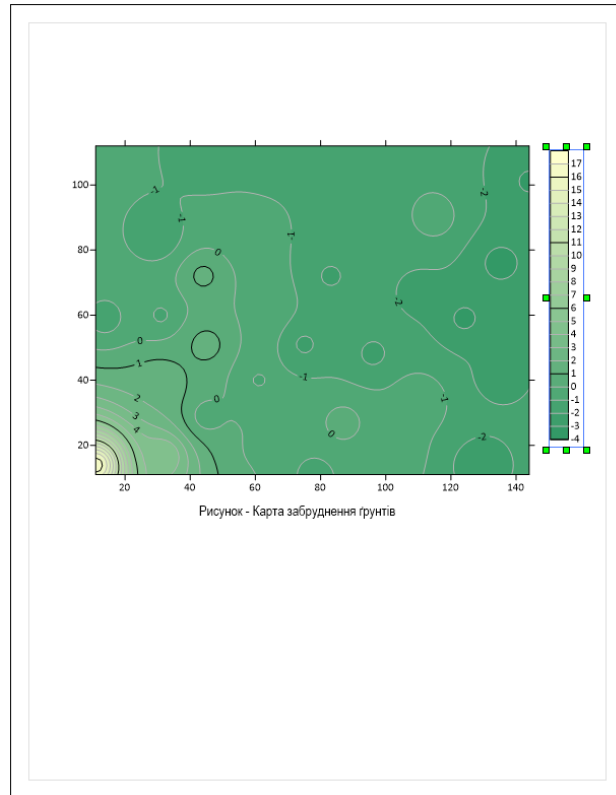


Рисунок 2.61 – Карта забруднення ґрунтів (тип *Contour Map*)

Робочий лист, який містить побудовані шари карт, слід зберегти на комп'ютері, надавши ім'я файлу «*Plot1_ПІБ_варіант №*», тип файлу *Surfer Plot (*.srf)*, де: *Plot1* – назва за замовчуванням, яка пропонується програмою «*Surfer*»; *ПІБ* – прізвище та ініціали виконавця роботи; *варіант №* – номер варіанту виконавця (рис. 2.62).

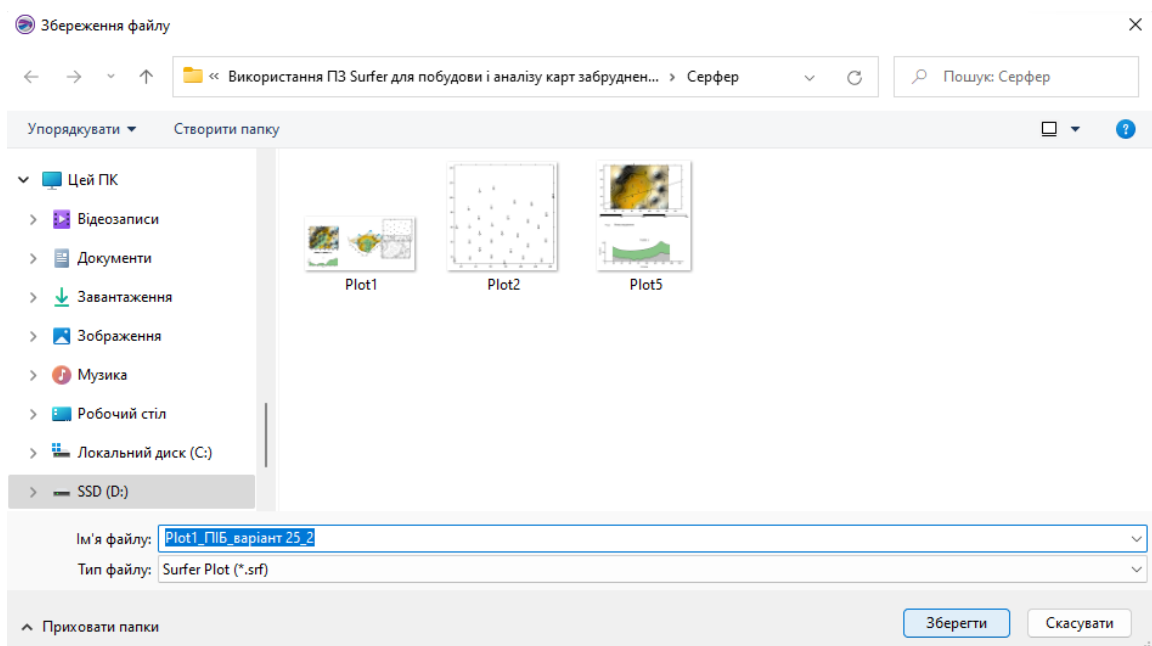


Рисунок 2.62 – Збереження робочого листа ПЗ «*Surfer*» на комп'ютері як файл типу *Surfer Plot (*.srf)*

У разі вдало виконаного перейменування робочого листа ПЗ «*Surfer*», відповідний підпис буде відображено на листі вгорі посередині (рис. 2.63).

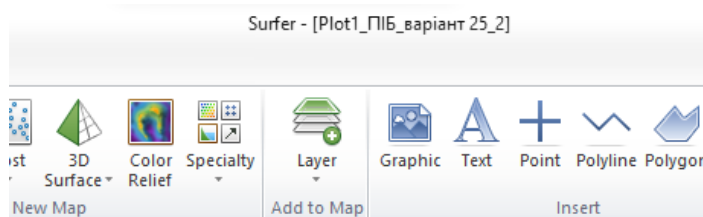


Рисунок 2.63 – Приклад підпису робочого листа ПЗ «*Surfer*», після перейменування

2.2 Побудова карт, схем, планів методом інтерполяції, без застосування спеціалізованого програмного забезпечення

Побудова топографічних схем, гіпсометричних планів, карт (наприклад, загальної мінералізації) можлива також і без застосування спеціалізованого програмного забезпечення, тобто застосовуючи метод інтерполяції «вручну».

Як приклад, розглянемо хід побудови топографічної карти.


На схему розташування свердловини виносять відмітки гирла (H_{abc}) кожної свердловини. Методом інтерпретації будують топографічну схему в масштабі 1:1000 з перерізом горизонталей, які відповідають кондиції карти. Для даного масштабу переріз (Δ) горизонталей може бути 1 м, 2 м, 5 м. Переріз визначається з наступних міркувань – на кондиційній карті повинно бути представлено не менше як 15÷20 ізоліній з різним перерізом. Отже для встановлення значення перерізу визначають різницю між мінімальною та максимальною відмітками і розглядають співвідношення (2.1):

$$\frac{H_{abc.max} - H_{abc.min}}{\Delta} \approx 15 \div 20,$$

де Δ – переріз, значення якого для карти масштабу 1:1000 повинен складати 1 м, 2 м, 5 м.

Приклад побудови карти загальної мінералізації ґрунтових вод представлено нижче.

Перед побудовою карти розраховується переріз ізоліній загальної мінералізації. Переріз ізоліній вибирається з наступної вимоги – карта є кондиційною, коли на ній представлені до 15 – 20 ізоліній з різними значеннями загальної мінералізації. Для встановлення перерізу використовують формулу (2.1):


$$\Delta = \frac{C_{max} - C_{min}}{n},$$

- де Δ – переріз ізоліній загальної мінералізації;
 C_{max} – максимальне значення загальної мінералізації;
 C_{min} – мінімальне значення загальної мінералізації;
 n – кількість ізоліній, в даному випадку від 15 до 20.

Отримане значення перерізу повинне бути кратне 5.

Приклад:

$$C_{max} = 3,78 \text{ г/л}; \quad C_{min} = 1,25 \text{ г/л}.$$

$$\Delta = \frac{3,78 \text{ г/л} - 1,25 \text{ г/л}}{20} = 0,1265 \text{ г/л},$$

$$\Delta = \frac{3,78 \text{ г/л} - 1,25 \text{ г/л}}{15} = 0,1686 \text{ г/л}.$$

Вибираємо переріз 0,15 г/л, тоді кількість ізоліній мінералізації на карті буде – 16.

Далі приступаємо безпосередньо до побудови карти. Для цього виконуємо наступні операції (рис. 2.64 а):

1. Біля кожної свердловини в дужках вказується значення загальної мінералізації проби води, відібраної з цієї свердловини.

2. Всі свердловини з'єднуються лініями так, щоб вони утворювали трикутники з близькими довжинами сторін, тобто трикутники повинні бути рівносторонні або рівнобедрені.

3. Сторони трикутників розділяються на пропорційні відрізки, визначається положення ізоліній загальної мінералізації з відповідним перерізом на кожній стороні трикутника.

4. Ізолінії загальної мінералізації проводяться шляхом з'єднання однакових значень загальної мінералізації на різних сторонах трикутників.

Для побудови карт в ізолініях використовуються палетки, яку виконують на кальці. Приклад такої палетки наведений на рис. 2.64 б.

Топографічна схема повинна бути оформлена на листі паперу формату А4 і мати відповідні умовні позначення.

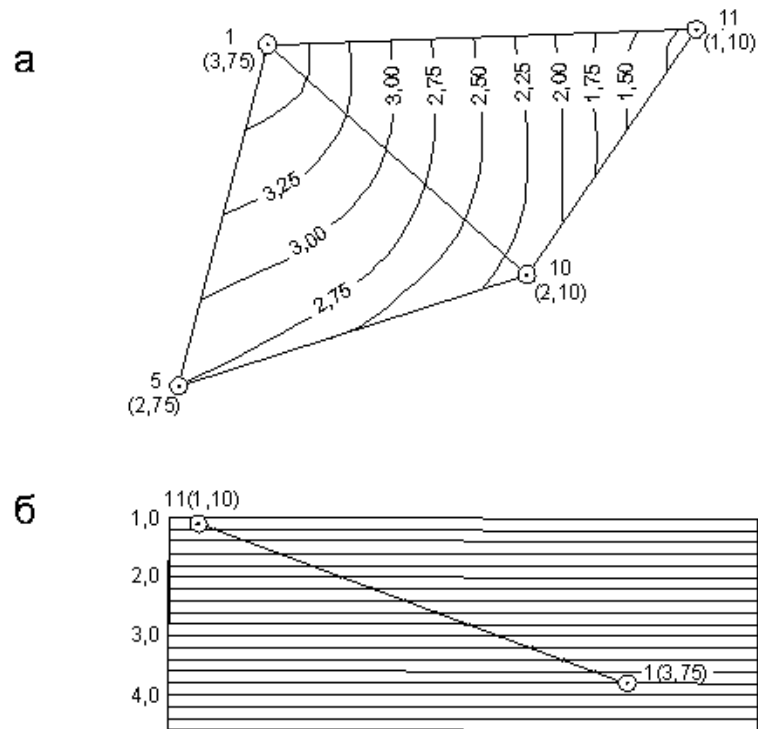




Рисунок 2.64 – Схема побудови карти загальної мінералізації ґрунтових вод

Умовні позначення:

- 1  $\begin{matrix} 1 \\ (3,75) \end{matrix}$ свердловини зі значеннями загальної мінералізації ґрунтових вод
- 2  3,25 ізолінії загальної мінералізації ґрунтових вод

2.3 Послідовність аналізу побудованих карт

За результатами виконання роботи необхідно навести:

- основні дії:

1) топографічну карту: з підписом, легендою, нанесеними і підписаними горизонталями коричневого кольору, кількість горизонталей на карті 15÷20, біля точок відбору проб зазначити їх нумерацію та відмітку висотну $H_{абс}$, м;

2) карту забруднення ґрунтів: з підписом, легендою, нанесеними і підписаними ізолініями, кількість ізоліній на карті 15÷20, біля точок відбору проб зазначити їх нумерацію та значення коефіцієнту забруднення ґрунтів;

3) виявити на карті ділянки забруднення ґрунтів;

- додаткові дії, як приклад:

4) за бажанням, але не обов'язково, можна запропонувати з наведенням пояснення, де доцільно використати осади після очищення стічних вод як меліорант;

5) за бажанням, але не обов'язково, можна побудувати і навести карти з просторовим розповсюдженням полютантів в межах досліджуваної ділянки і відповідно надати інтерпретацію цих карт.

2.4 Завдання

Побудуйте топографічну карту та карту забруднення ґрунтів, проаналізуйте просторовий розподіл забруднення ґрунтів. Пропонується здобувачу самостійно обрати як саме побудувати комплект карт для подальшої їх інтерпретації: за допомогою програми «*Surfer*» (див. пп. 2.1) АБО «вручну» (див. пп. 2.2).

Для побудови та аналізу карт (див. пп. 2.3) використовуйте вихідні дані за варіантами з практичної роботи № 1, в тому числі визначені значення сумарного показника навантаження (Z_p). Також використовуйте вихідні дані наведені в табл. 2.1. Прийнято, що номер точки відбору проби ґрунту співпадає з нумерацією спостережних свердловин, а їх місцезрештування знаходиться поблизу.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

№ точки відбору проби ґрунту	X	Y
1	30	84
2	45	108
3	64	112
4	44	72
5	61	86
6	14	59
7	31	60
8	45	51
9	62	62
10	31	39
11	75	51
12	61	40
13	45	29
14	32	17
15	11	14
16	61	19
17	87	27
18	110	34
19	103	18
20	78	11
21	128	14
22	134	41
23	96	48
24	124	59
25	92	93
26	115	90
27	83	72
28	110	67
29	135	76
30	144	101



Питання для самоперевірки

1. Що таке горизонталі? Якого кольору вони повинні відображатись на карті?
2. Поясніть як Ви розумієте зміст поняття «переріз» горизонталей.
3. Зазначте послідовність дій для побудови карти розташування свердловин.
4. Зазначте послідовність дій для побудови карти забруднення ґрунтового покриву, яка побудована за значеннями сумарного показник навантаження (Z_p).
5. Опишіть як визначити ділянку забруднення ґрунтового покриву? Чи виявили Ви на побудованій Вами карті ділянку забруднення ґрунтів? Де вона знаходиться?

Рекомендовані джерела

1. Surfer. Powerful gridding, mapping, and 3D modeling system : Quick Start Guide. USA : Golden Software, 2025. 67 p. URL: <https://downloads.goldensoftware.com/guides/SurferQSG.pdf> (дата звернення: 05.01.2026).
2. Surfer. Powerful contouring, gridding & surface mapping system : Quick Start Guide. USA : Golden Software, 2024. 59 p. URL: https://surfer.pl/files/SurferQSG_2024.pdf (дата звернення: 05.01.2026).
3. Surfer. Golden Software : веб-сайт. URL: <https://www.goldensoftware.com/products/surfer> (дата звернення: 05.01.2026).



Навчально-методичне видання

Наталія Миколаївна Максимова

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ЛІТО- ТА ГІДРОСФЕРИ:
методичні рекомендації
до виконання практичних робіт за модулем № 1**

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції