

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Н.С. Кашина, Ю.Є. Трегуб, О.Є. Янкін

КАРТОГРАФІЯ

Методичні рекомендації

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Дніпро
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра геодезії

Н.С. Кашина, Ю.Є. Трегуб, О.Є. Янкін

КАРТОГРАФІЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Дніпро
НТУ «ДП»
2020

Кашина Н.С. Картографія. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни студентами спеціальності 193 Геодезія та землеустрій / Н.С. Кашина, Ю.Є. Трегуб, О.Є. Янкін ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 52 с.

Автори:

Н.С. Кашина, асист. (робота № 3);

Ю.Є. Трегуб, асист. (робота № 1, 2);

О.Є. Янкін, канд. техн. наук. (робота № 4, 5).

Затверджено науково-методичною комісією спеціальності 193 Геодезія та землеустрій (протокол № 3 від 17.12.2019) за поданням кафедри геодезії (протокол № 4 від 17.12.2019).

Призначено для самостійної роботи студентів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій під час виконання лабораторних робіт з дисципліни «Картографія».

Розглянуто основні програмні комплекси для цифрування карт і планів, а також побудови цифрових моделей місцевості.

Наведено питання для самостійного оцінювання знань. Орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск зав. каф. геодезії, канд. техн. наук, доц.
В.В. Рябчій.

Зміст

Вступ	С. 4
1. Опис заданої ділянки території за результатами візуального аналізу . .	5
2. Визначення кількості й аналіз картографічної інформації на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000. .	7
3. Побудова цифрових моделей місцевості засобами програми Autocad	10
4. Складання карт ізоліній і тривимірних моделей рельєфу місцевості з використанням програми Surfer.	25
5. Побудова цифрових моделей топографічних поверхонь засобами програми ГІС «Карта 2008»	37
Контрольні питання.	48
Література	49
Додаток	50

Вступ

Дисципліна “Картографія” входить до навчальних планів підготовки бакалаврів за спеціалізацією 193 Геодезія та землеустрій і викладається в IV семестрі на другому курсі навчання.

Матеріали методичного забезпечення лабораторних робіт з дисципліни “Картографія” розроблено відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики підготовки студентів на здобуття ступеня бакалаврів згаданої спеціалізації.

Метою запропонованих методичних рекомендацій є надання допомоги студентам при вивченні дисципліни, заохочення їх до самостійної і творчої роботи.

У методичних рекомендаціях розглянуто загальні поняття про дослідження питань побудови карт, вивчення способів виконання різних вимірювань за картами та методів оцінювання точності цих вимірювань, підходів до аналізу картографічної генералізації, визначення основних принципів складання та оформлення карт. Неможливо уявити якоїсь галузі науки й техніки, де не використовувалися б карти. Унаслідок вивчення дисципліни студент повинен знати методи й порядок створення цифрових карт, візуалізації цифрової картографічної інформації та контролю якості цифрових картографічних матеріалів.

Усі завдання, передбачені в рекомендаціях, належить виконувати відповідно до індивідуального варіанта. Виконання має супроводжуватись детальними поясненням, рисунками, формулами, таблицями. Кожна лабораторна робота оформляється на аркушах паперу формату А4, а текст розміщується з полями по 20 мм з усіх боків. Формули, таблиці, рисунки, схеми, діаграми мають бути пронумеровані, містити назви й потрібні пояснення.

Лабораторна робота № 1

Тема: ОПИС ЗАДАНОЇ ДІЛЯНКИ ТЕРИТОРІЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВІЗУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Завдання:

Виконати опис заданої ділянки території згідно з індивідуальним варіантом, що визначений за номером студента (див. додаток), скориставшись результатами візуального аналізу топографічної карти масштабу 1:10 000.

Основні теоретичні положення

У додатку за власним номером обрати прямокутні координати лівого нижнього кута заданої ділянки. Відкрити топографічну карту масштабу 1:10 000 і за знайденими координатами визначити на карті ділянку розміром 1 км на 1 км.

Під час опису ділянки місцевості за топографічною картою рекомендується дотримуватися такої послідовності подання відомостей:

1. Назва і призначення карти.
2. Зміст карти:
 - математична основа;
 - рельєф;
 - гідрографія та гідротехнічні споруди;
 - рослинність і ґрунти;
 - населені пункти;
 - шляхи сполучення;
 - межі й політико-адміністративний поділ;
 - промислові, соціально-економічні та культурні об'єкти.
3. Оцінювання геометричної точності зображення на карті.
4. Узгодження позначень на карті з іншими даними (за наявності).

Опис ділянки місцевості повинен відповідати таким вимогам:

1. Логічність, впорядкованість і послідовність викладу.
2. Відбір і систематизація фактів.
3. Наявність в описі елементів порівняння, аналогії.
4. Об'єктивна оцінка описуваних явищ або процесів.
5. Чітке формулювання висновків.

Опис місцевості з використанням топографічної карти здійснюється після попереднього її вивчення для встановлення якісних та кількісних характеристик географічних об'єктів.

Розпочинається опис з географічного положення заданої ділянки (у вигляді географічних і прямокутних координат).

Далі характеризують рельєф місцевості: його тип (рівнинний, горбистий, гірський), наводять мінімальну й максимальну абсолютні відмітки висот, описують форми рельєфу, наявність ярів, обривів, проточин із позначенням їхньої протяжності й глибини, характеризують антропогенні форми рельєфу – кар'єри, насипи, виїмки, кургани тощо.

До гідрографічних об'єктів відносять річки (зазначають назву, ширину, глибину, швидкість течії, відмітки урізів води тощо), озера (назву, конфігурацію), болота (конфігурацію, рослинність, прохідність), гідротехнічні споруди (кількість і характеристика мостів, джерел, колодязів тощо).

Характеристика рослинності включає дані про лісові масиви (види рослин, висота, товщина стовбурів дерев, середня відстань між ними), наявність просік, вирубок, ділянок горілого лісу, фруктових садів, чагарників, лук.

Про кожний населений пункт в описі зазначають назву, тип поселення, чисельність мешканців, місце в адміністративному поділі, характер планування і забудови (вогнестійка або невогнестійка), розміщення (наближеність до річок, озер, дорожньої мережі), об'єкти промисловості.

До шляхів сполучення відносять залізниці (показують кількість колій, назву станцій, вокзалів), шосейні дороги (назву або номер, ширину дороги і проїжджої частини, матеріал покриття), споруди на дорогах – мости, тунелі, комунікації та їхні характеристики.

Лабораторна робота № 2

Тема: ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ Й АНАЛІЗ КАРТОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ МАСШТАБІВ 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000

Завдання:

1. Визначити кількість умовних знаків і підписів на заданій ділянці топографічної карти.
2. Обчислити графічне навантаження на заданій ділянці топографічної карти.
3. Розрахувати ентропію, максимальну ентропію і надмірність інформації на карті.
4. Обчислити кількість умовних знаків для генералізації картографічного зображення.
5. Дослідити залежність кількості картографічної інформації від масштабу карт.
6. Дослідити вплив факторів картографічної генералізації на її характер і ступінь генералізації. Написати висновок.

Основні теоретичні положення

У літературі розрізняють такі види умовних знаків:

- позамасштабні;
- площинні;
- лінійні (смугові);
- написи.

Необхідно визначити, скільки умовних знаків кожного виду потрапило на задану в індивідуальному варіанті ділянку топографічної карти (див. додаток) різних масштабів.

Результати всіх розрахунків занести в табл. 2.1.

Дані для аналізу картографічної інформації

Масштаб карти	Кількість умовних знаків						Графічне навантаження, зн/дм ²	Ентропія	Максимальна ентропія	Надлишок інформації
	Позамасштабні	Площинні	Лінійні	Написи	Усього	Отримані при генералізації				
1:10000										
1:25000										
1:50000										
1:100000										

Визначення графічного навантаження l здійснюється за такою формулою:

$$l = \frac{n}{S}, \quad (2.1)$$

де n – кількість умовних знаків; S – площа, на якій було визначено кількість умовних знаків.

Розрахунок ентропії E виконують таким чином

$$E = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \quad (2.2)$$

де p_i – ймовірність i -ї події ($p_i = \frac{n_i}{n}$); n_i – кількість умовних знаків (позамасштабних, площинних, лінійних) або написів на ділянці кожної топографічної карти масштабного ряду 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000; n – загальна кількість умовних знаків і написів ділянки топографічної карти масштабного ряду 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000.

Розрахунок максимальної ентропії E_{max} на карті виконуємо за такою формулою:

$$E_{max} = \log_2 n. \quad (2.3)$$

Надлишкову інформацію I на карті обчислюємо таким чином:

$$I = 1 - \frac{E}{E_{max}}. \quad (2.4)$$

Кількість умовних знаків $n'_{i=1}$ для генералізації картографічного зображення

$$n'_{i=1} = n_i \sqrt{\frac{M_i}{M_{i+1}}}, \quad (2.5)$$

де M_i та M_{i+1} – значення знаменників масштабів вихідної та генералізованої карт відповідно.

Під час дослідження факторів картографічної генералізації необхідно описати такі характеристики:

1. Призначення карти, її тематика, тип.
2. Масштаб карти.
3. Особливості зображеної на карті території (об'єкта).
4. Вивченість території (об'єкта).
5. Оформлення карти.

Лабораторна робота № 3

Тема: ПОБУДОВА ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ МІСЦЕВОСТІ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМИ AUTOCAD

Завдання:

1. На матеріалі заданої в індивідуальному варіанті ділянки топографічних карт масштабного ряду 1:10 000 – 1:100 000 виконати збір вихідної цифрової топографічної інформації про рельєф місцевості, враховуючи такі умови:

– коли модель топографічної поверхні регулярна (геометрично впорядкована);

– коли модель топографічної поверхні аналогова (геоморфологічно впорядкована);

2. Виконати обробку отриманих масивів цифрової топографічної інформації.

Основні теоретичні положення

Картографічні моделі поверхонь бувають:

- регулярні;
- аналогові;
- змішані;
- хаотичні.

Регулярна (геометрично впорядкована) модель топографічної поверхні – це та, кути якої лежать у вершинах правильних геометричних фігур.

В аналоговій моделі топографічної поверхні вузли перебувають на структурних лініях рельєфу і в місцях локальних екстремумів поверхні.

На початку роботи, після запуску програми Autocad, графічними засобами системи необхідно створити окремі шари, присвоїти їм назву та надати певного забарвлення. Нульовий шар залишаємо без змін, він резервний!

Отже будуємо такі шари:

- 1 – карта (чорний колір);
- 2 – ділянка (синій колір);
- 3 – горизонталі (коричневий колір);
- 4 – сітка (темно-синій колір);
- 5 – точки (червоний колір).

Отже, побудову кожного елемента зображень необхідно виконувати в тому шарі, до якого він (елемент) належить.

Побудова аналогової моделі ділянки місцевості

Крок 1. Завантаження растрового зображення карти та його прив'язка.

У командному рядку програми написати команду «_IMAGE». З появою вікна «Вхождение файлов» (рис. 3.1 для Autocad 2007) натискаємо праву клавішу «миші» та обираємо опцію «Прикрепить изображение».

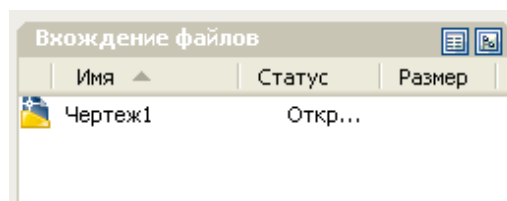


Рис. 3.1. Завантаження растрового зображення карти

З'являється вікно «Выбор файла изображения», у ньому знаходимо шлях до першої карти з масштабного ряду N-34-37-B-в-4 – найдрібніший, обираємо її та натискаємо лівою клавішею «миші» «Открыть». У вікні «Растровое изображение» залишаємо все без змін й натискаємо «Ok».

Далі уважно читаємо командний рядок:

– «точка вставки» <0,0> – підтверджуємо натисканням правої клавіші «миші» (або клавіші Enter);

– «масштаб или [Единицы]» <1> – Enter (залишити без змін);

Отже, виконано завантаження растрового зображення карти.

На наступному етапі необхідно виконати прив'язку растрового зображення (уважно читаємо командний рядок):

– у командному рядку написати команду «ALIGN»;

– «выберите объект» – натискаємо на рамці нашого зображення лівою клавішею «миші» та підтверджуємо вибір натисканням правої клавіші «миші» (або клавіші Enter);

– «первая исходная точка» – у лівому нижньому куті топографічної карти знаходимо перший перетин кілометрової сітки координат ($X = 6065000$; $Y = 4311000$), натискаємо ліву клавішу «миші». Оскільки на топографічній карті права система координат, а в програмі Autocad – ліва, то при введенні координат міняємо X та Y місцями;

– «первая целевая точка» – у командному рядку вводимо координати 4311000; 6065000 та натискаємо клавішу Enter;

– «вторая исходная точка» – у правому верхньому куті топографічної карти шукаємо перший перетин кілометрової сітки координат ($X = 6068000$; $Y = 4314000$), натискаємо ліву клавішу «миші»;

– «вторая целевая точка» – у командному рядку вводимо координати 4314000, 6068000 й натискаємо клавішу Enter;

– «третья исходная точка или продолжить» – знову натискаємо клавішу Enter;

– «масштабировать объект по точкам измерений? [ДА / НЕТ]» – вводим в командный рядок “да” и натискаємо клавішу Enter.

Прив’язку растрового зображення виконано.

Для наочності обираємо пункт меню «Вид» → «Масштабирование» → «Границы» (рис. 3.2).

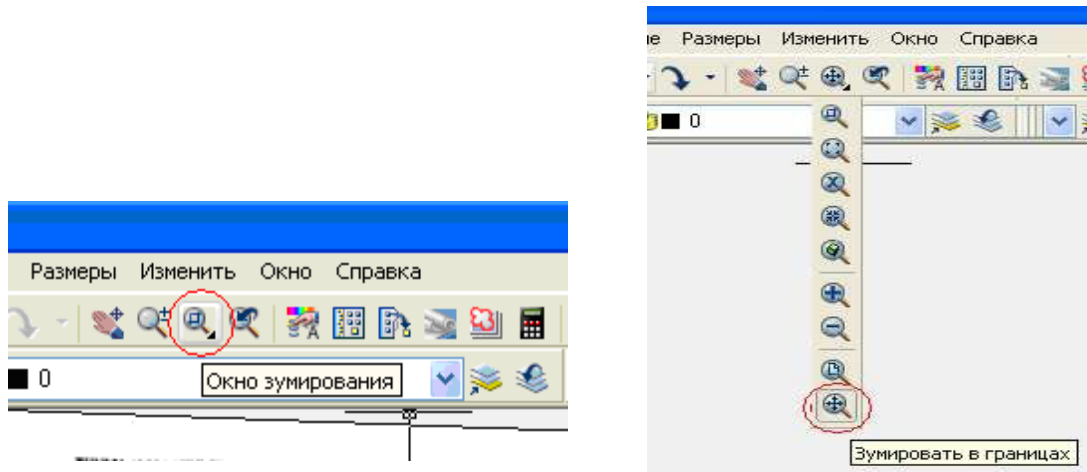


Рис. 3.2. Масштабування прив’язаного зображення карти

Выводимо прив’язане зображення на весь екран (рис. 3.3).

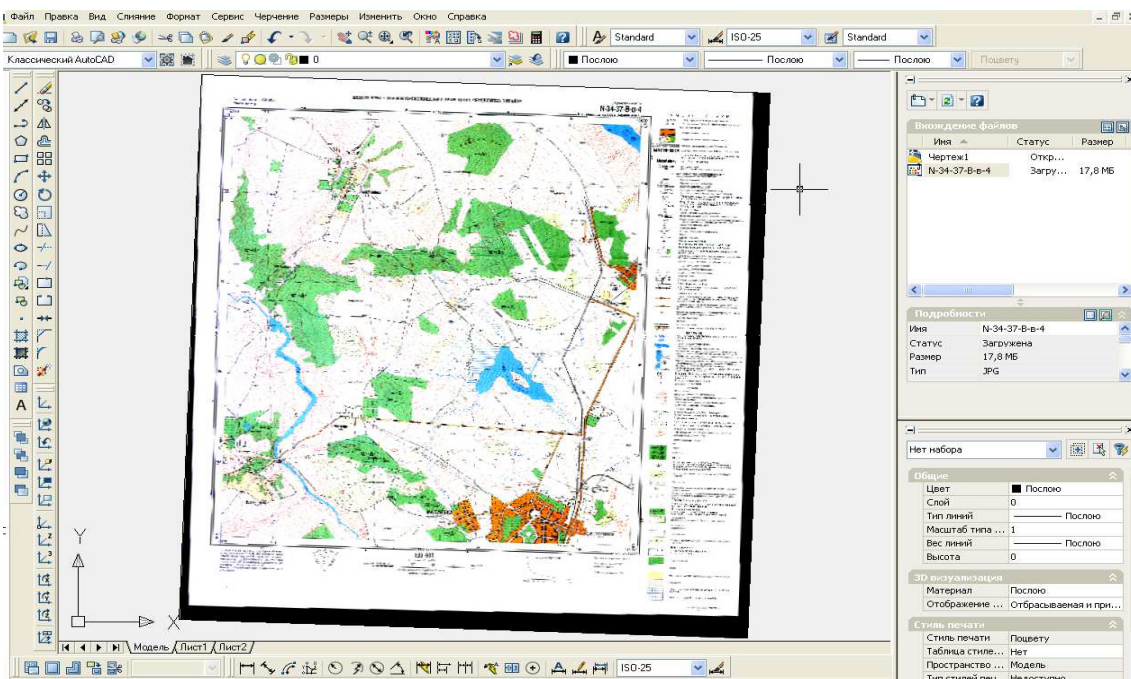


Рис. 3.3. Прив’язане зображення карти

Крок 2. Цифрування горизонталей.

Необхідно обвести на карті потрібний квадрат площею 1 км² з координатами лівого нижнього кута, які відповідають індивідуальному варіанту студента за його номером у списку академічної групи згідно з додатком.

Серед створених на початку роботи шарів активуємо шар «горизонталі» та всі подальші дії виконуємо в ньому.

Для кращої точності обводимо будь-який квадрат кілометрової сітки за допомогою інструмента «Полилиния» (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Вибір інструмента «Полилиния»

Побудований квадрат за допомогою команди «Переместить» переносимо за лівий нижній кут у точку із заданими вихідними даними студента (рис. 3.5).

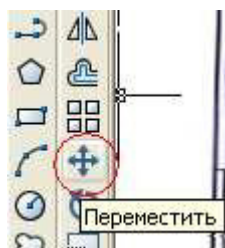


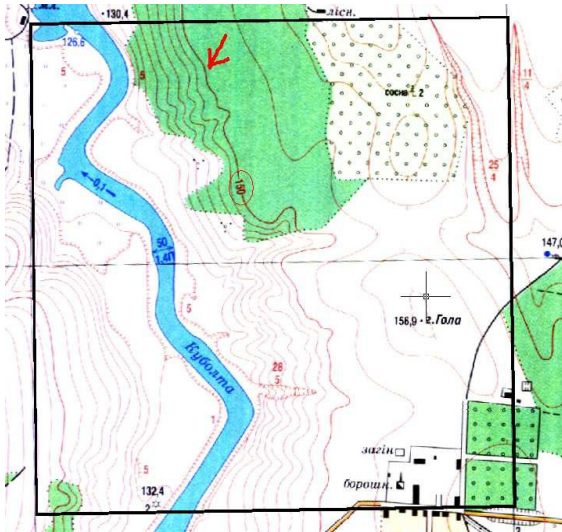
Рис. 3.5. Застосування команди «Переместить»

Цифрування горизонталей виконується також за допомогою інструмента «Полилиния» (рис. 3.4). Необхідно обвести всі горизонталі, які потрапляють у квадрат, при цьому цифрування починати й закінчувати за його межами.

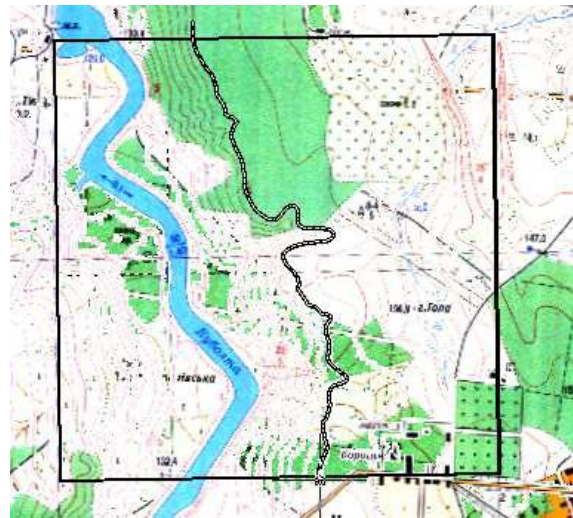
Починати цифрування найкраще з так званої потовщеної горизонталі, де відома висотна відмітка. Для досягнення кращої точності полілінія проводиться з максимальною кількістю точок у місцях вигину горизонталей.

Для прикладу побудуємо потовщену горизонталь з висотою 150 м (див. рис. 3.6).

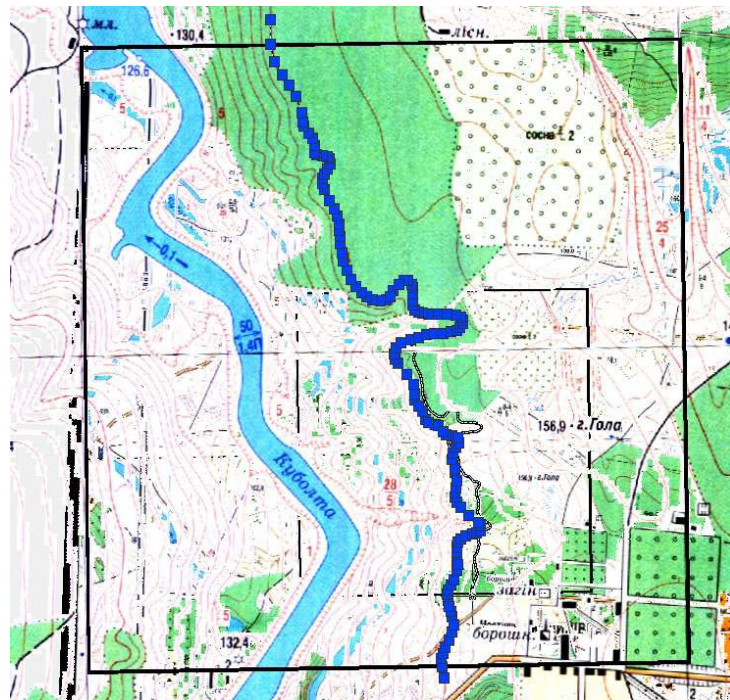
а



б



в



*Рис. 3.6. Побудова цифрової моделі потовщеної горизонталі:
а – початковий вигляд потовщеної горизонталі, б – процес цифрування
об'єкта, в – остаточний вигляд моделі оцифрованої потовщеної
горизонталі*

Далі задаємо висотну відмітку горизонталі. Для цього обираємо команду «горизонталь», натискаємо праву клавішу «миші» в меню → «Свойства» → у графі «Уровень», обравши значення висотної відмітки 150 м (див. рис. 3.7).

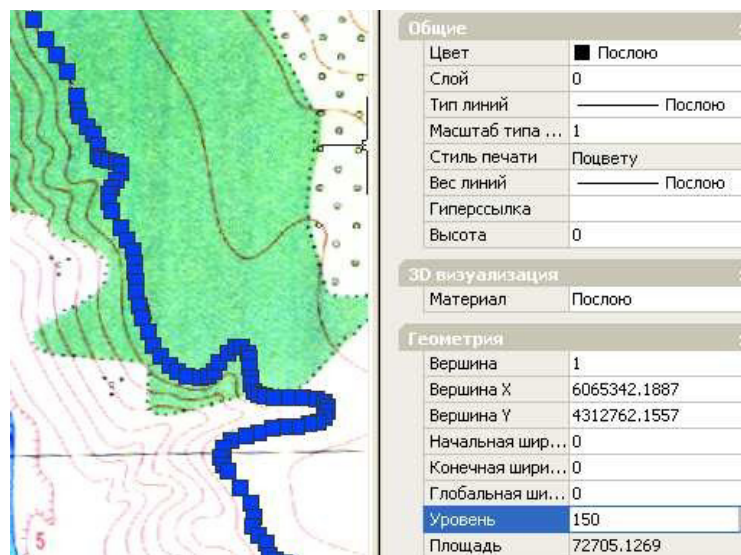


Рис. 3.7. Позначення висотних відміток горизонталей

Суцільні горизонталі в масштабі 1:10 000 проведено через кожні 2,5 м.

Таким чином необхідно виконати цифрування всіх горизонталей на заданій ділянці поверхні.

Крок 3. Обрізання горизонталей.

Після виконання описаних операцій необхідно обрізати кінці горизонталей на межах заданої ділянки.

Для цього обираємо пункт меню «Изменить» → «Обрезать» або застосовуємо відповідний інструмент на панелі задач (рис. 3.8).

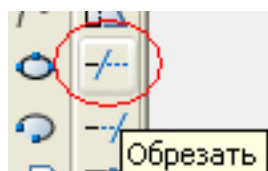


Рис. 3.8. Вибір інструмента на панелі задач

Крок 4. Формування масиву даних.

Щоб перевести координати точок моделі в текстовий вигляд, необхідно в командному рядку виконати такі дії: застосовуємо команду «_LIST», обираємо необхідну горизонталь і натискаємо в її місці правою клавішею «миші». Після цього в окремому вікні з'являється список координат точок горизонталі. Коли не всі точки потрапили в список, то з'явиться напис, який виділено на рис. 3.9. Тоді натискаємо клавішу Enter доти, поки всі дані не будуть виведені в окремому вікні.

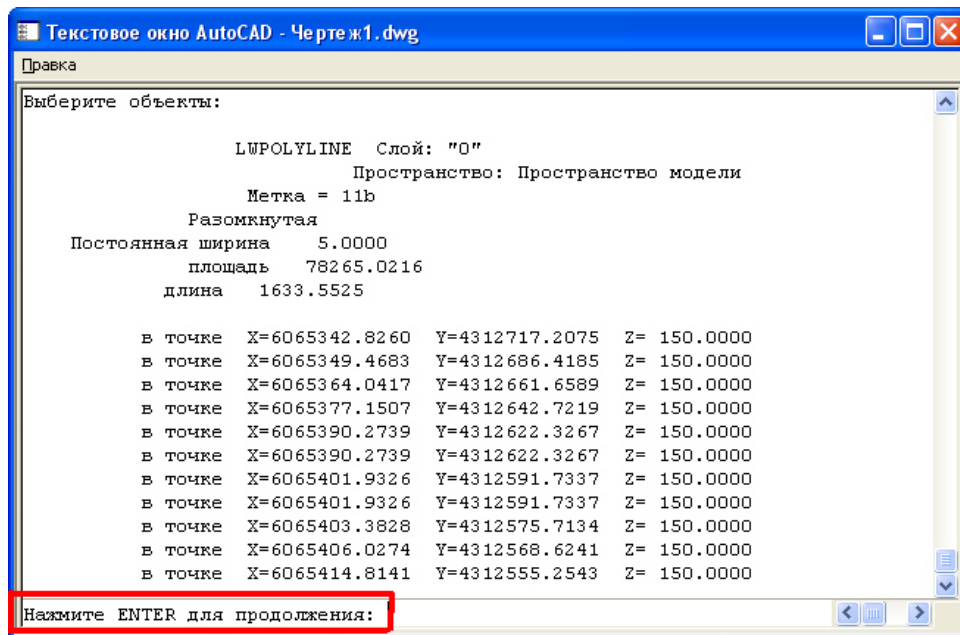


Рис. 3.9. Створення масиву даних про точки горизонталі за допомогою програми Autocad

Виділяємо отриманий текст і копіюємо його в програму Notepad++ або Блокнот. Далі розглянемо приклад обробки даних засобами програми Notepad++.

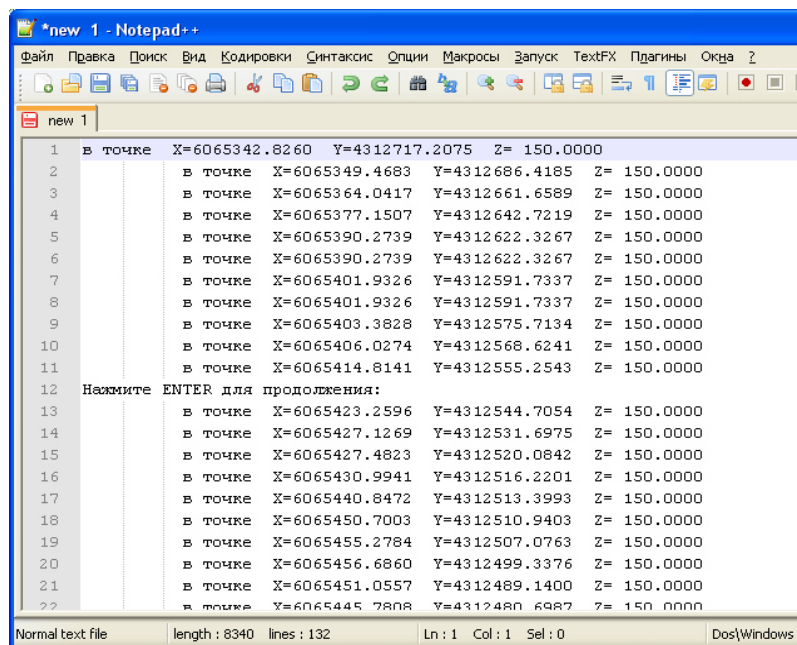


Рис. 3.10. Приклад обробки даних за допомогою програми Notepad++

Рівняємо перший рядок з іншими, видаляємо рядок і натискаємо Enter для продовження. Формат файлу має бути таким: NXYZ (роздільник – пробіл або Tab).

Приклад формування рядків:

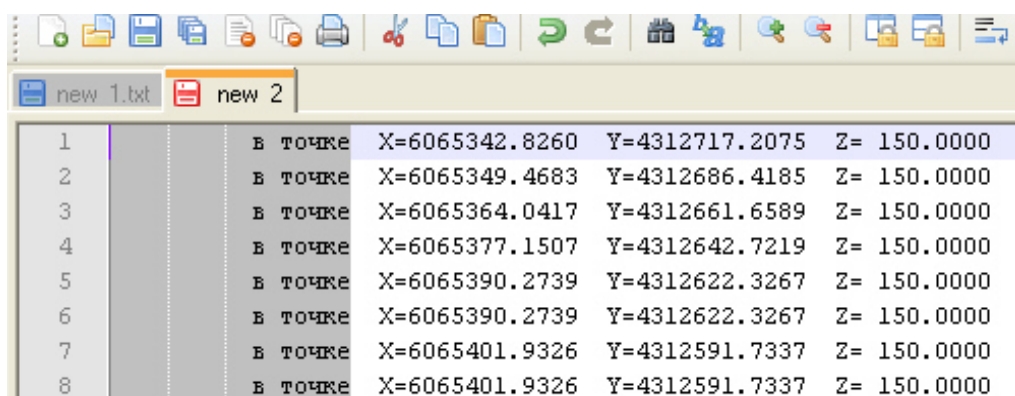
```

1 6065342.8260    4312717.2075    150
2 6065349.4683    4312686.4185    150
...
10 6065364.0417   4312661.6589    150
...

```

Для того, щоб видалити вертикальний стовпець «в точке» необхідно утримувати клавішу *Alt*, і виділити спочатку стовпець. Аналогічні дії виконуємо зі стовпцями «X=», «Y=», «Z=» (рис. 3.11).

а



б

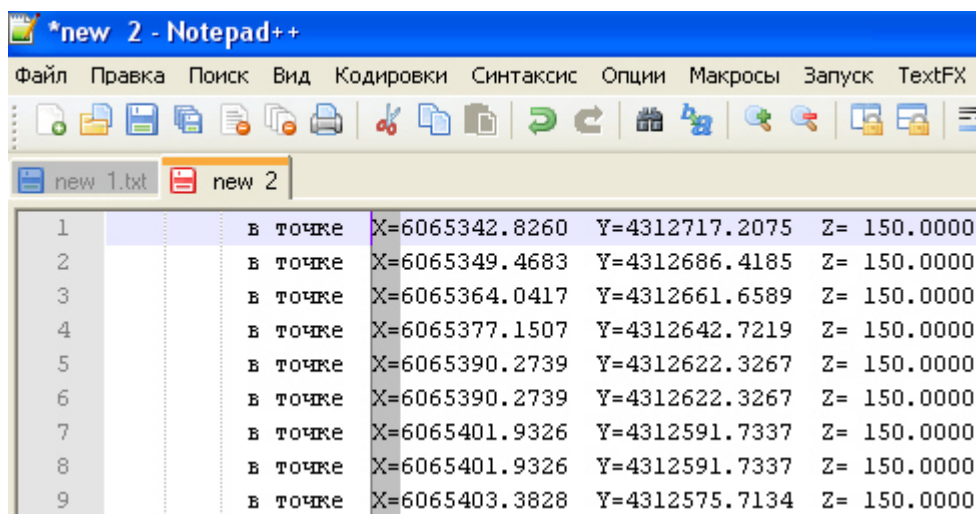


Рис. 3.11. Етапи видалення вертикальних стовпців у списку координат точок горизонталей: а – виділення стовпця “в точке”; видалення стовпця «X=»

Отже, текстовий варіант заданої горизонталі буде мати вигляд файлу, зображеного на рис. 3.12.

Лінійка	Точка	X1	X2	Значення
1	1	6065342.8260	4312717.2075	150
2	2	6065349.4683	4312686.4185	150
3	3	6065364.0417	4312661.6589	150
4	4	6065377.1507	4312642.7219	150
5	5	6065390.2739	4312622.3267	150
6	6	6065390.2739	4312622.3267	150
7	7	6065401.9326	4312591.7337	150
8	8	6065401.9326	4312591.7337	150
9	9	6065403.3828	4312575.7134	150

Рис. 3.12. Остаточний вигляд файлу

Таким чином виконуємо наступний крок стосовно всіх горизонталей, які потрапили в обрану ділянку місцевості. Остаточний варіант координат файлу повинен містити набір усіх точок горизонталей заданого масштабу.

Описана вище методика цифрування горизонталей підходить для топографічних карт чотирьох масштабів.

Отже, має бути створено 4 файли для карти кожного масштабу.

Побудова регулярної моделі ділянки місцевості

Крок 1. Розбиття ліній рамки на інтервали.

Звертаються до побудованого на моделі місцевості шару «ділянка». В опції «Рисование» вибирають інструмент «Полилиния» (рис. 3.13) і, натиснувши на клавішу «привязка» (див. рис. 3.14), кожен ліній контуру ділянки поділяють на п'ять інтервалів.

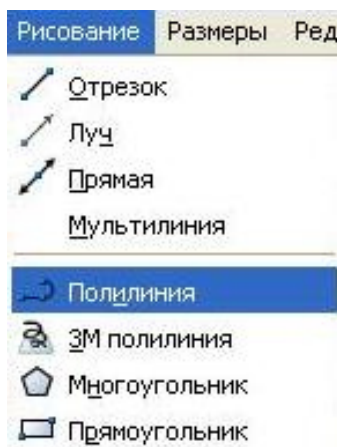


Рис. 3.13. Вмикання функції «Рисование» та вибір інструменту «Полилиния»

Далі натискають клавішу «Дин» («Динамический ввод») (рис. 3.15), зміщуючи курсор в один із кутів рамки й натиснувши ним у цьому місці. Унаслідок цього з'явиться відображення розмірів рамки ділянки.

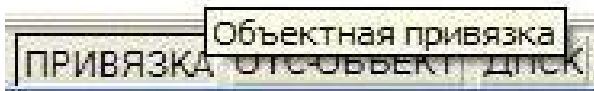


Рис. 3.14. Вмикання функції «привязка» («Объектная привязка»)

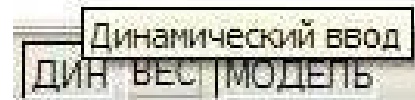


Рис. 3.15. Вмикання функції «Динамический ввод»

Особливості побудови:

- 1) Курсор наводять на одну з точок рамки і фіксують у ній.
- 2) Далі наведення відбувається на другу точку краю рамки, але його не фіксують (таким чином визначено напрямок побудови інтервалів).

Виконавши описані дії, вводимо числове значення інтервалу розбиття сітки (рис. 3.16). Для надійності робимо це кілька разів поспіль уздовж кожної лінії. Останній відрізок кожної лінії можна не відкладати. Уведення згаданих величин виконуємо на всіх лініях рамки, при цьому вони будуть поділені на відрізки однакової довжини.

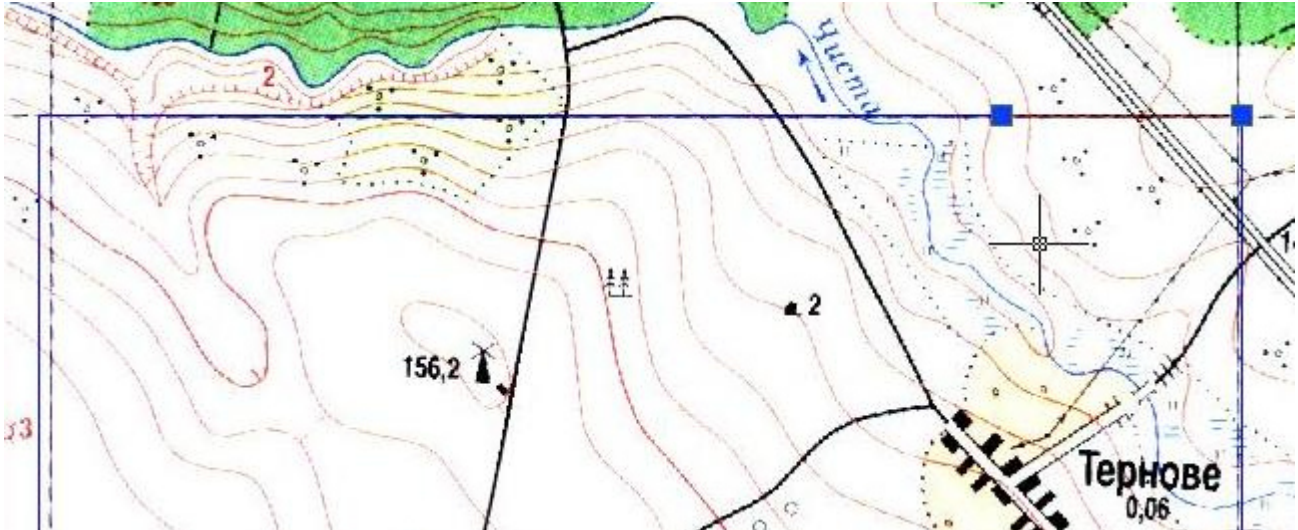


Рис. 3.16. Уведення числового значення інтервалу розбиття ліній

Крок 2. Створення сітки регулярної моделі ділянки місцевості.

Скориставшись інструментом «Полилиния», підводять курсор до місць стикування інтервалів, при цьому на екрані висвітлиться пояснення «Контточка» (рис. 3.17). Точки, розміщені на протилежних сторонах лінії рамки, необхідно з'єднати (рис. 3.18).



Рис. 3.17. Пояснення «Конточка»

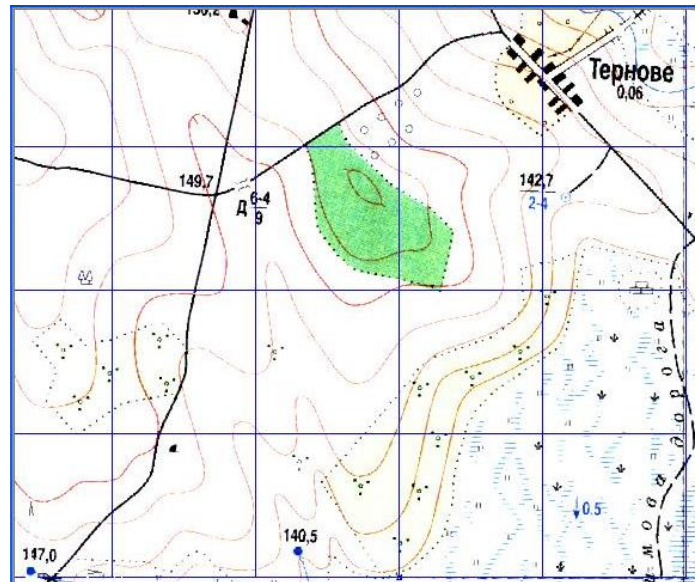


Рис. 3.18. З'єднання точок на протилежних сторонах рамки, що обмежує ділянку

Шляхом з'єднання необхідних точок утворюється сітка для побудови регулярної моделі ділянки місцевості (рис. 3.19).

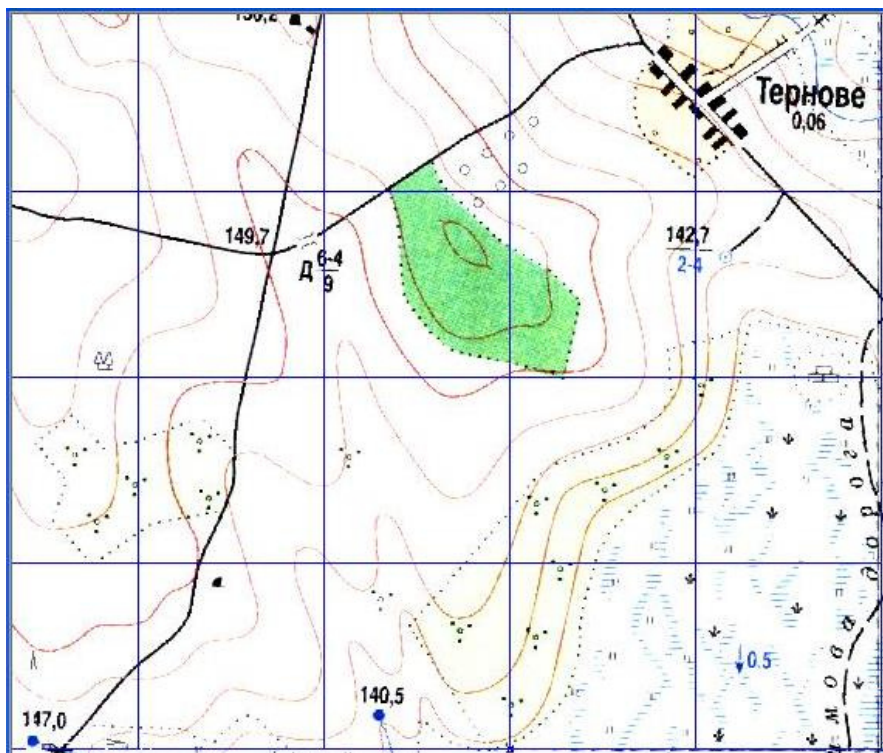


Рис. 3.19. Остаточний вигляд сітки для регулярної моделі ділянки місцевості

Крок 3. Позначення точок у місцях перетину ліній сітки моделі ділянки.

Для цього послідовно вводять у дію команди «Формат» → «Отображение точек» (рис. 3.20). В останній вибирають вид точки, зазначають її розмір в абсолютних одиницях (наприклад, 5.0000). Усі налаштування підтверджуються натисканням клавіші «ОК» (рис. 3.21).

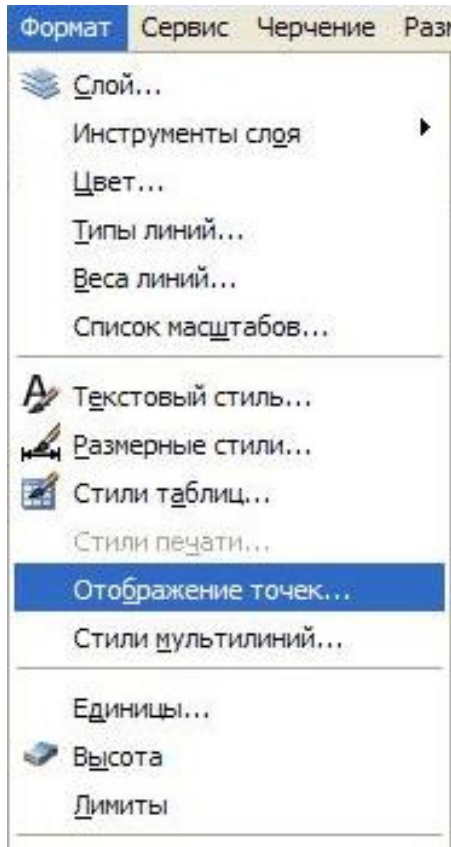


Рис. 3.20. Вмикання команди «Отображение точек»

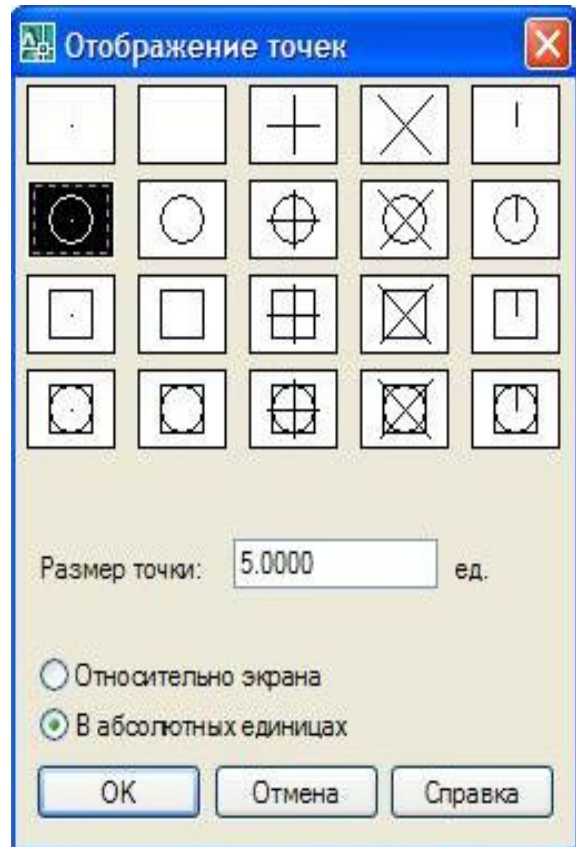


Рис. 3.21. Вибір виду та розміру точки

Далі виконують команду «Привязка» і натискають праву клавішу «миші», унаслідок чого з'являється вікно, де вибирають команду «Настройка» (рис. 3.22).

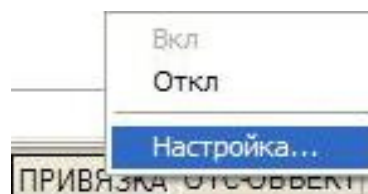


Рис. 3.22. Вмикання команди «Настройка»

У цьому вікні послідовно вводять у дію команди «Режимы рисования» (рис. 3.23) → «Объектная привязка». У переліку можливих варіантів виділяють опцію «Пересечение» з позначкою × та натискають клавішу «ОК».

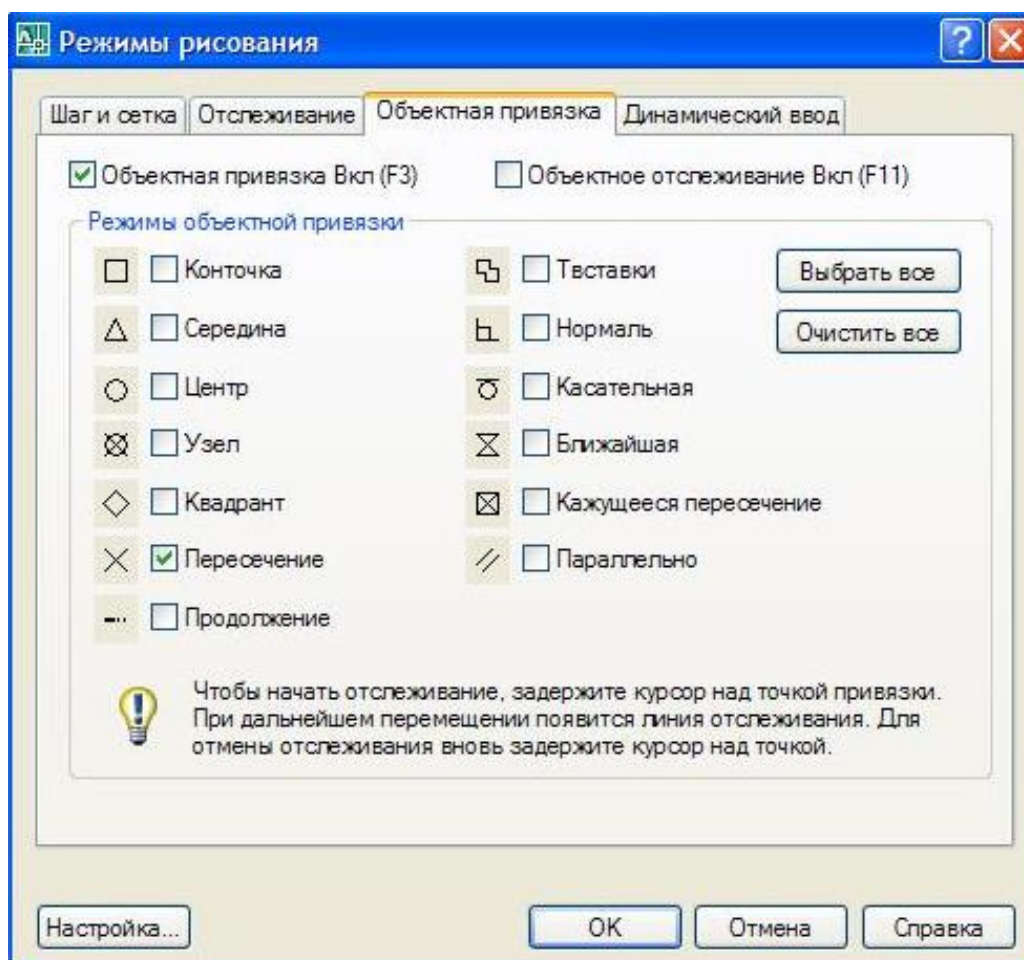


Рис. 3.23. Установка опции «Объектная привязка»

У місцях перетину побудованих ліній сітки проставляють точки. Для цього на панелі інструментів послідовно вибирають і виконують команди «Рисование» → «Точка» → «одиначная». Курсор підводять до кожного перетину ліній (висвічується червоний хрест) і натискають багато разів (рис. 3.24). Унаслідок цього на моделі послідовно вибудовуються 36 точок (вузлів) (рис. 3.25).

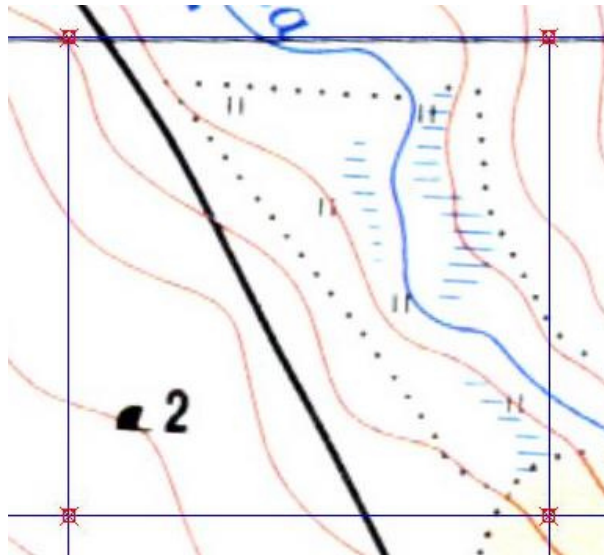


Рис. 3.24. Позначення точок у місцях перетину ліній сітки моделі ділянки місцевості

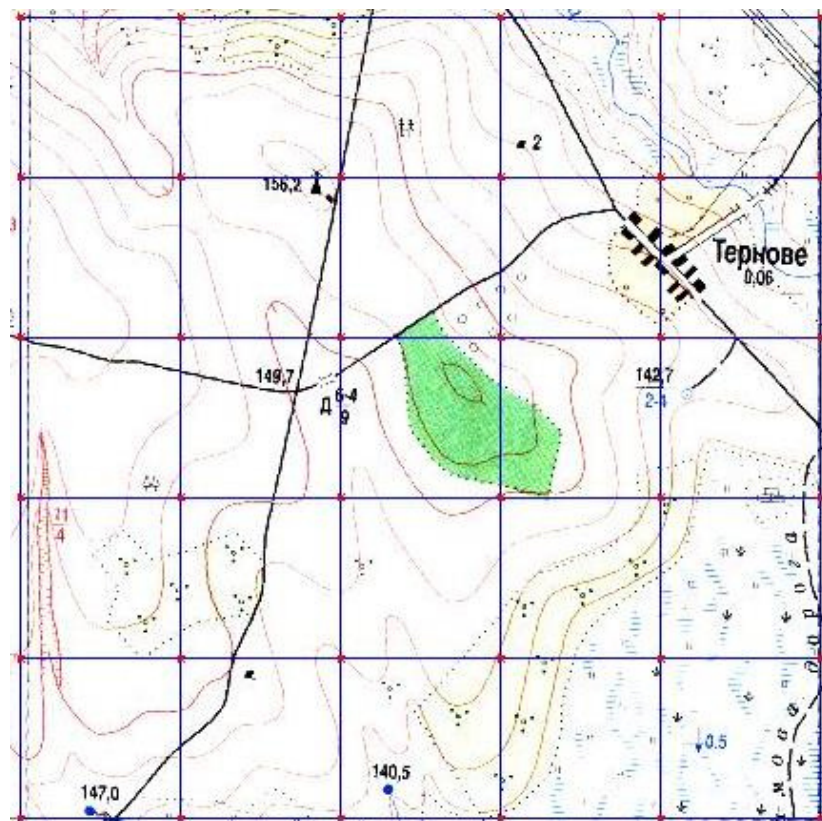


Рис. 3.25. Побудована сітка регулярної моделі ділянки місцевості з вузлами

У вікні «Шари» починають роботу з шаром «точки». Виділяють кожну створену точку (вузол). Для цього в команді «Свойства» виставляють необхідні параметри точки (рис. 3.26). В опції «Геометрия» вибирають граф «Положение Z» і вносять значення висоти точки на місцевості, встановлене шляхом інтерполяції на карті.

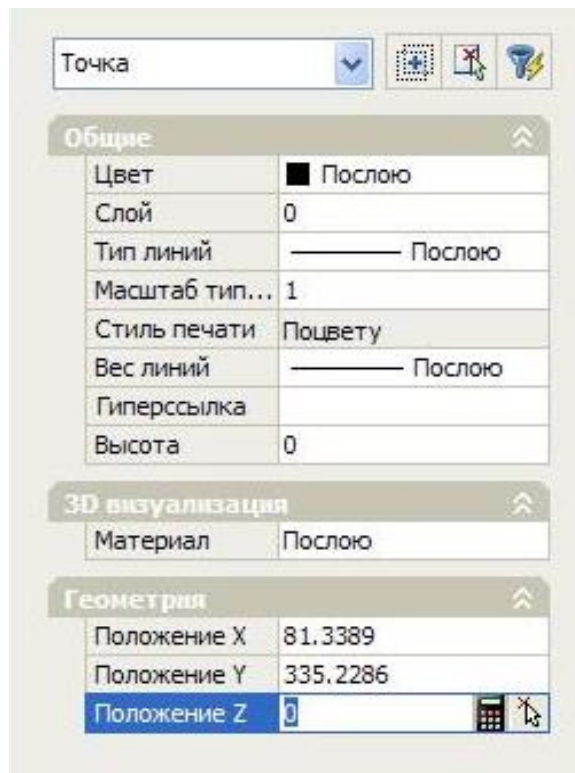


Рис. 3.26. Встановлення команди «Свойства точки»

Після виконання описаних дій натискають клавішу ESC.

Крок 4. Формування масиву даних.

Вимикають шари, окрім шару «точки». У командному рядку позначають команду «_LIST», і виділяють усі точки й натискають клавішу Enter.

Підготовка масиву даних для обробки в програмі Surfer здійснюється в послідовності, відповідній побудові аналогової моделі.

Остаточний варіант координат файлу має містити набір усіх точок для заданого масштабу карти.

Описана вище методика цифрування підходить для топографічних карт чотирьох масштабів.

Отже, має бути створено 4 файли для карти кожного масштабу.

Лабораторна робота № 4

Тема: СКЛАДАННЯ КАРТ ІЗОЛІНІЙ І ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМИ SURFER

Завдання

1. Виконати побудову карт ізоліній регулярних та аналогових моделей топографічної поверхні.
2. Побудувати тривимірні моделі рельєфу місцевості за сформованими масивами даних.

Запустити програму Surfer. За умовчанням з'явиться її робоче поле (рис. 4.1)

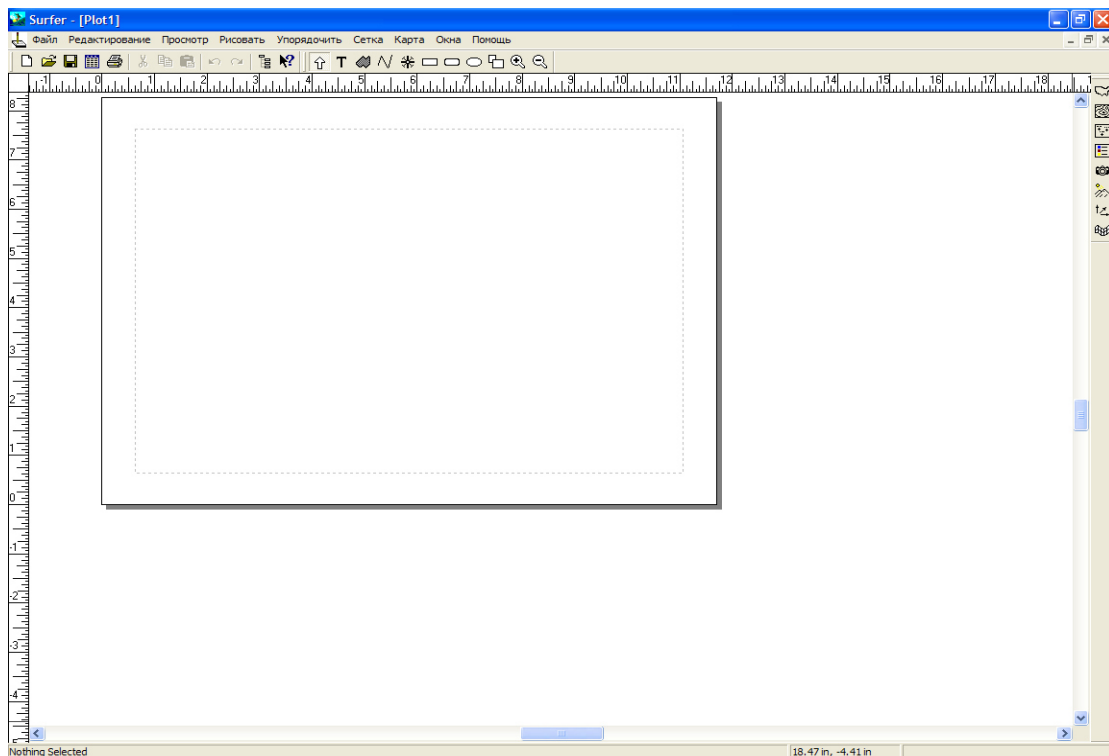


Рис. 4.1. Робоче поле програми Surfer

Перед тим, як завантажувати карту і виконувати будь-які дії, необхідно перевірити налаштування програми. Особливу увагу звернути на одиниці вимірювання.

Вибрати правою клавiшею «миші» команди «Файл» → «Установки» (Preferences), обравши в ньому потрібну опцію (див. рис. 4.2).

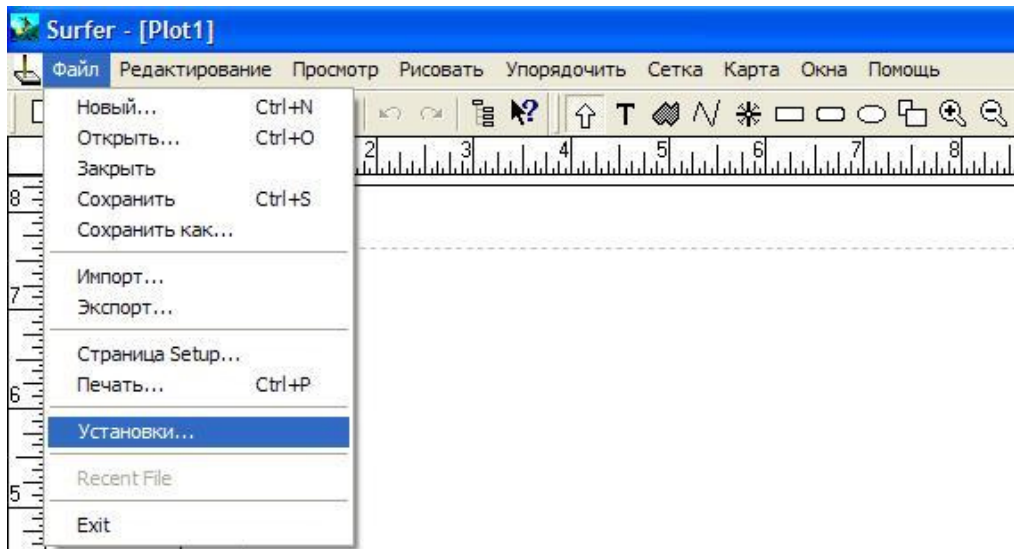


Рис. 4.2. Вибір команди «Установки»

Установити необхідні одиниці вимірювання (PageUnits) – сантиметри (Centimeters), як показано на рис. 4.3.

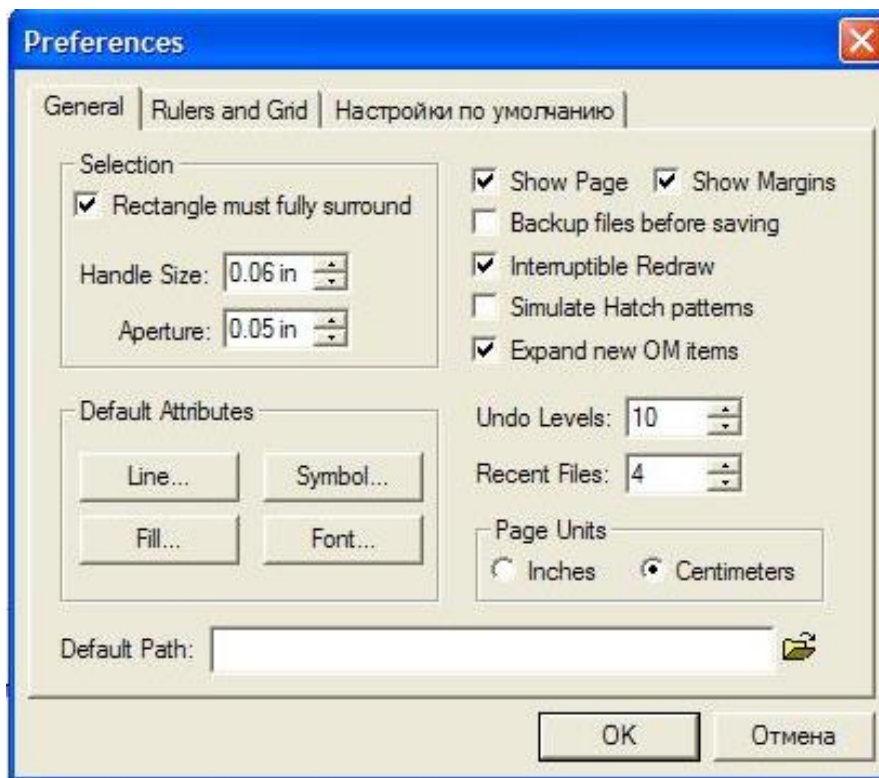


Рис. 4.3. Встановлення одиниць вимірювання

Для завантаження вихідних даних у систему використовують меню «Сетка» → «Данные» (рис. 4.4).

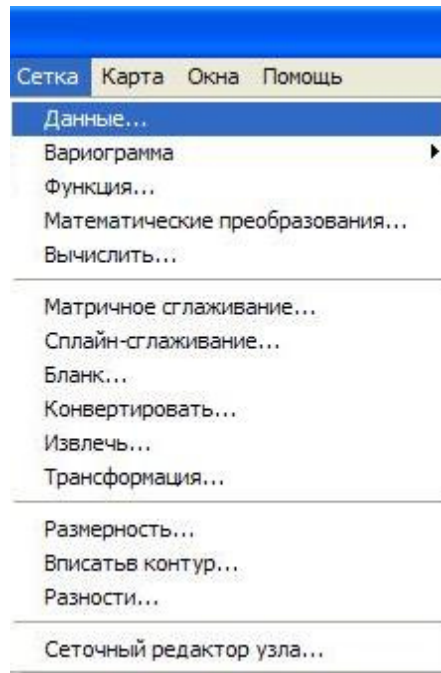


Рис. 4.4. Завантаження сформованого файлу вихідних даних

Знаходимо шлях до папки з файлом вихідних даних і лівою клавішею «миші» натискаємо опцію «Открыть». Спостерігаємо появу вікна Scattered Data Interpolation, у якому обираємо вкладку «Данные» та визначаємо стовпці, що відповідають положенню координат X, Y, Z (рис. 4.5). На пропозицію перезаписати наявний файл – натискаємо лівою клавішею «миші» опцію «Да».

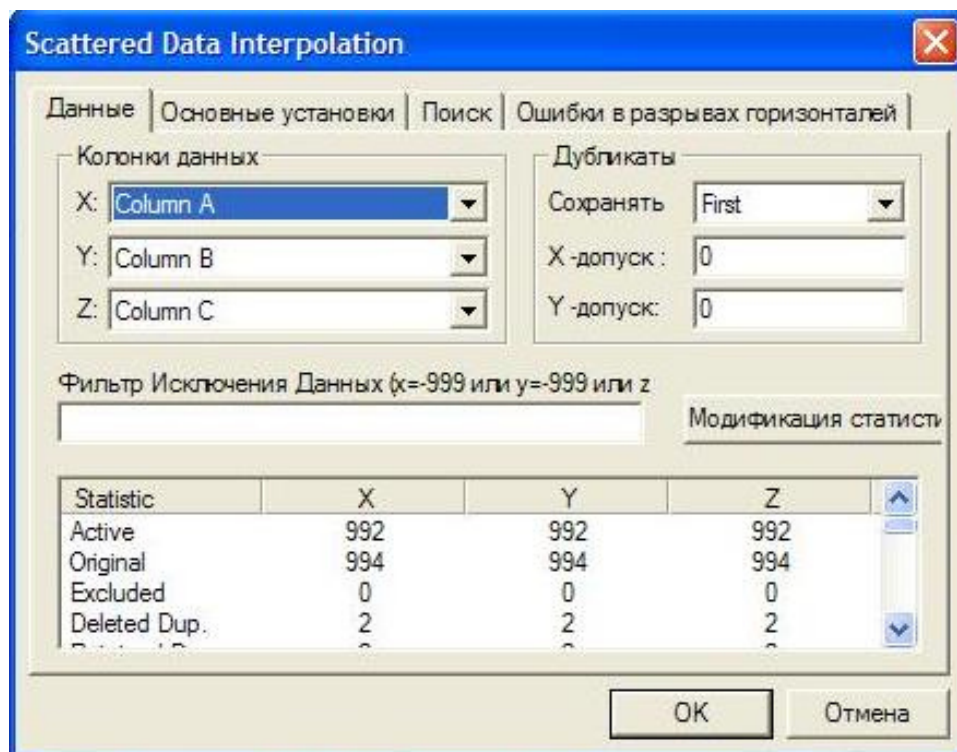


Рис. 4.5. Завантаження файлу вихідних даних

Файл звіту про завантаження (рис. 4.6), який при цьому з'явиться, закриваємо.

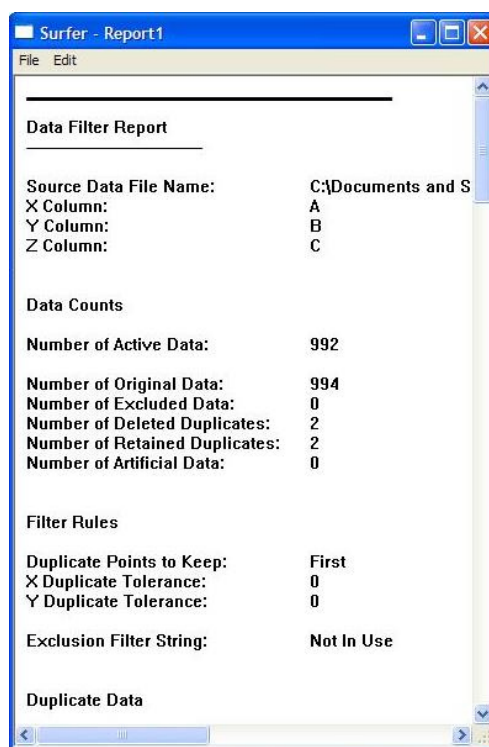


Рис. 4.6. Файл звіту завантаження вихідних даних

У вкладці «Основные установки» задати інтервали вимірювань на кожній осі та вибрати один із дев'яти інтерполяційних методів побудови рельєфу місцевості.

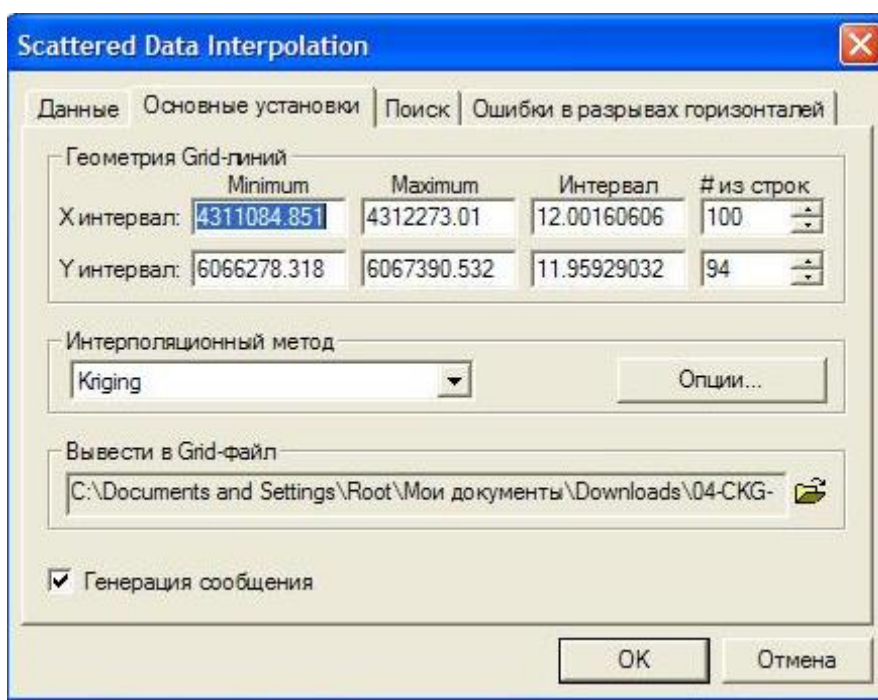


Рис. 4.7. Вибір методу інтерполяції для побудови рельєфу місцевості

Для створення аналогової моделі місцевості використовується метод побудови Kriging, а для регулярної моделі – Triangulum Linear.

Аби зобразити карту ізоліній, обрати потрібний пункт у меню «Карта ізоліній», а також файл з розширенням *.grd (рис. 4.8 – 4.11).

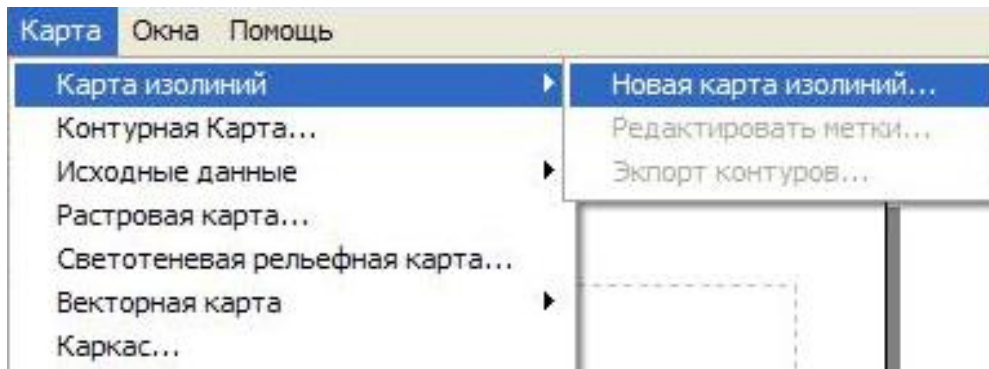


Рис. 4.8. Етап побудови карти ізоліній

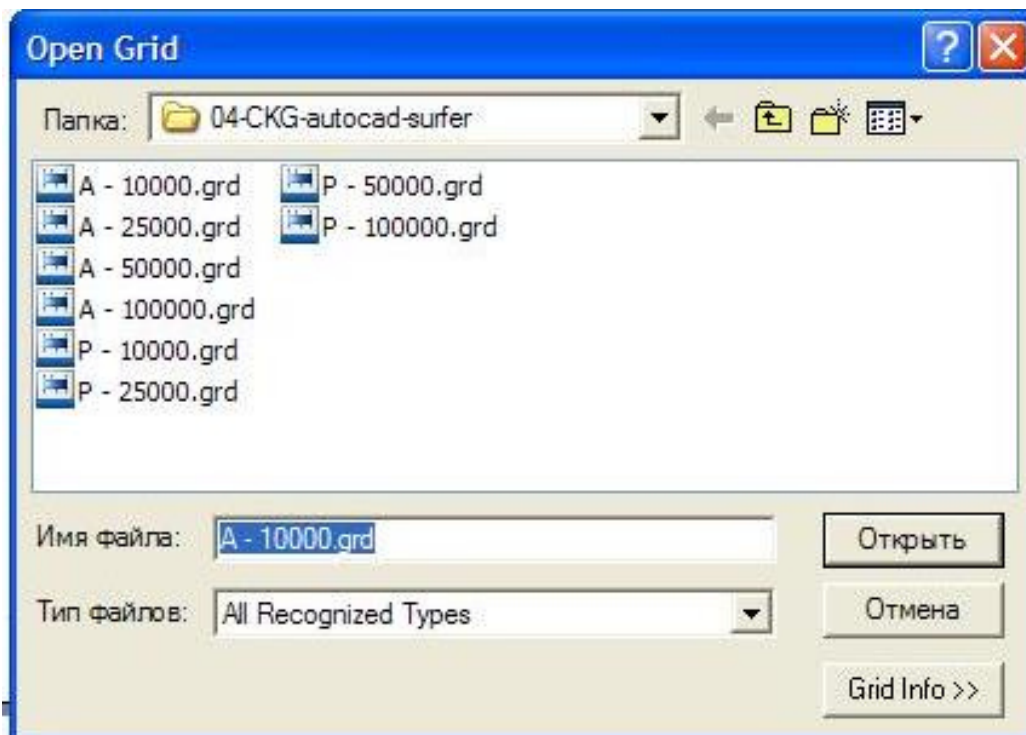


Рис. 4.9. Вибір файлу вихідних даних для побудови карт ізоліній

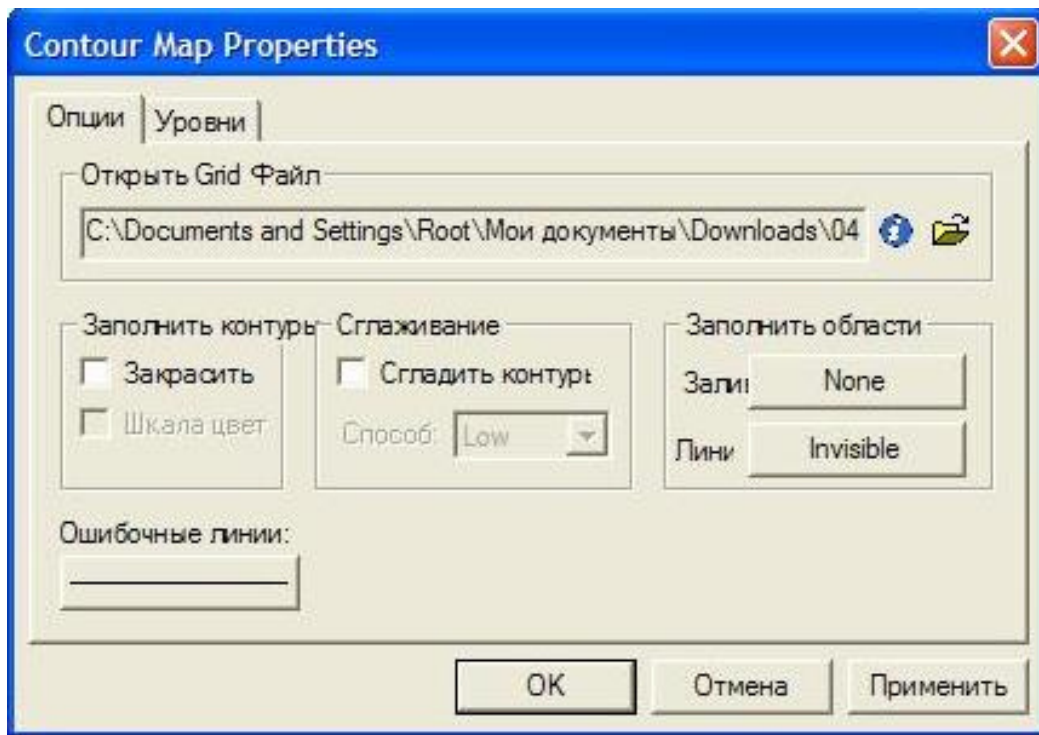


Рис. 4.10. Встановлення необхідних опцій для побудови

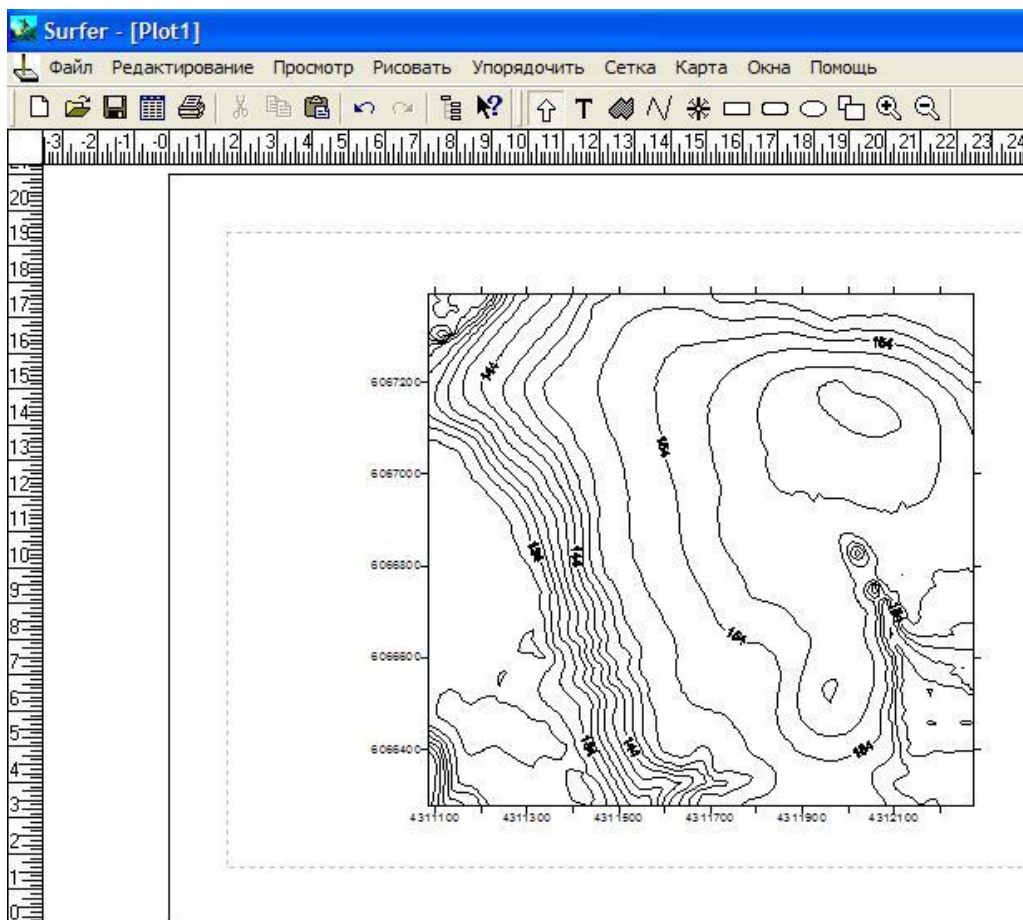


Рис. 4.11. Побудована карта ізоліній рельєфу місцевості

Виконуємо копіювання отриманого зображення в необхідний документ –
рис. 4.12.

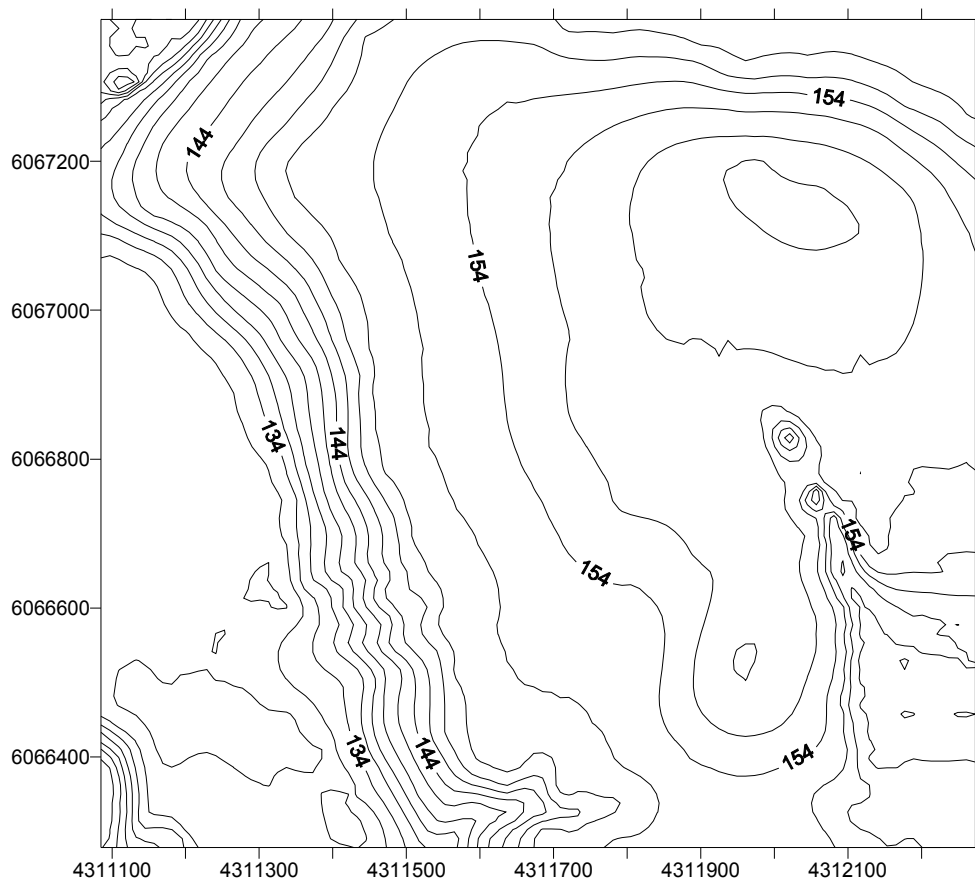


Рис. 4.12. Детальне зображення карти ізоліній рельєфу місцевості

Проаналізувавши отримане зображення і виявивши невідповідності з оригіналом або з поставленими вимогами, необхідно внести необхідні корективи. Для цього лівою клавішею «миші» двічі натиснути в полі карти й обрати вкладку «Level» (рівень), як показано на рис. 4.13. *Level* – крок, через який проведено ізолінії, *Label* – зміна підпису ізолінії, *Line* – встановлення товщини ізолінії.

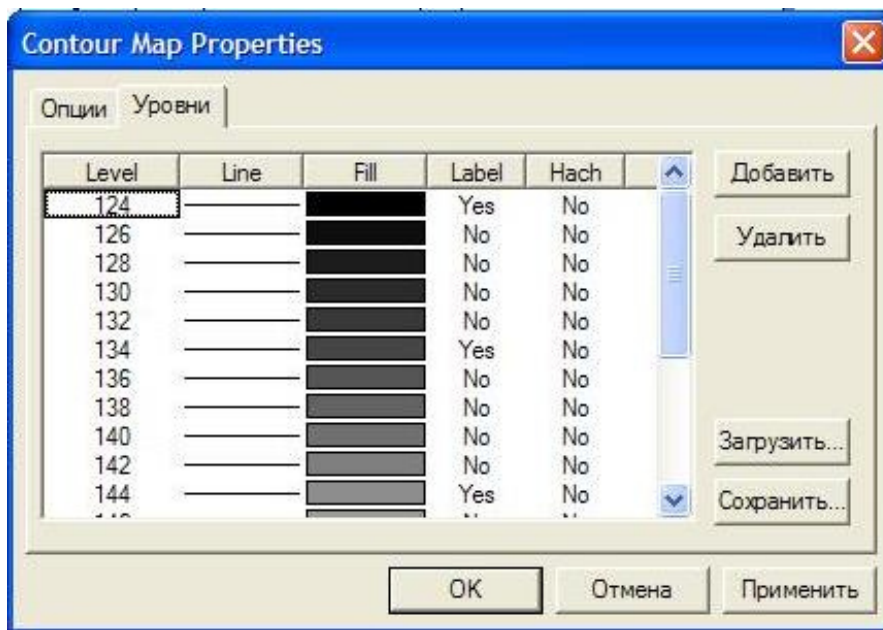


Рис. 4.13. Встановлення необхідних параметрів карти ізоліній

Наприклад, аби визначити крок проміжку, через який буде проведено ізолінії, необхідно лівою клавiшею «миші» натиснути в місці заголовка вкладки (*Level* – на рис. 4.14), після чого з’явиться вікно налаштувань, у якому можна задати мінімальне й максимальне значення висотної відмітки ізоліній та інтервал між ними.

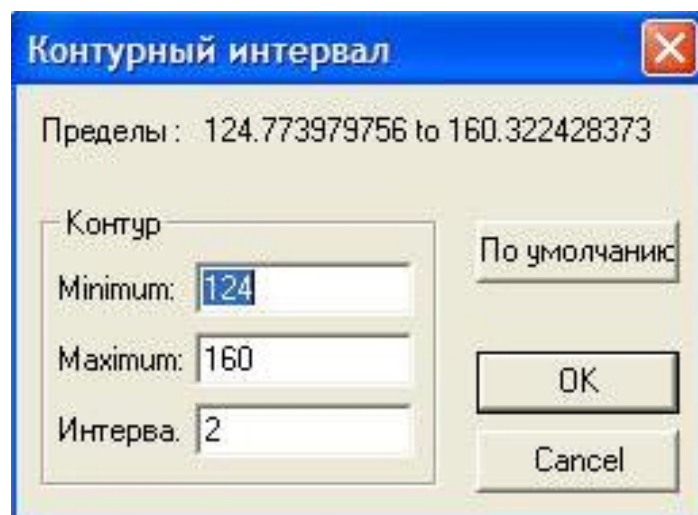


Рис. 4.14. Налаштування кроку відстані між ізолініями

Для створення тривимірної моделі рельєфу місцевості необхідно обрати опції «Карта» → «Каркас», далі позначити шлях до вже сформованого під час створення карти ізоліній файлу з розширенням *.grd. Тепер з’явиться вікно налаштувань каркасу рельєфу (рис. 4.15).

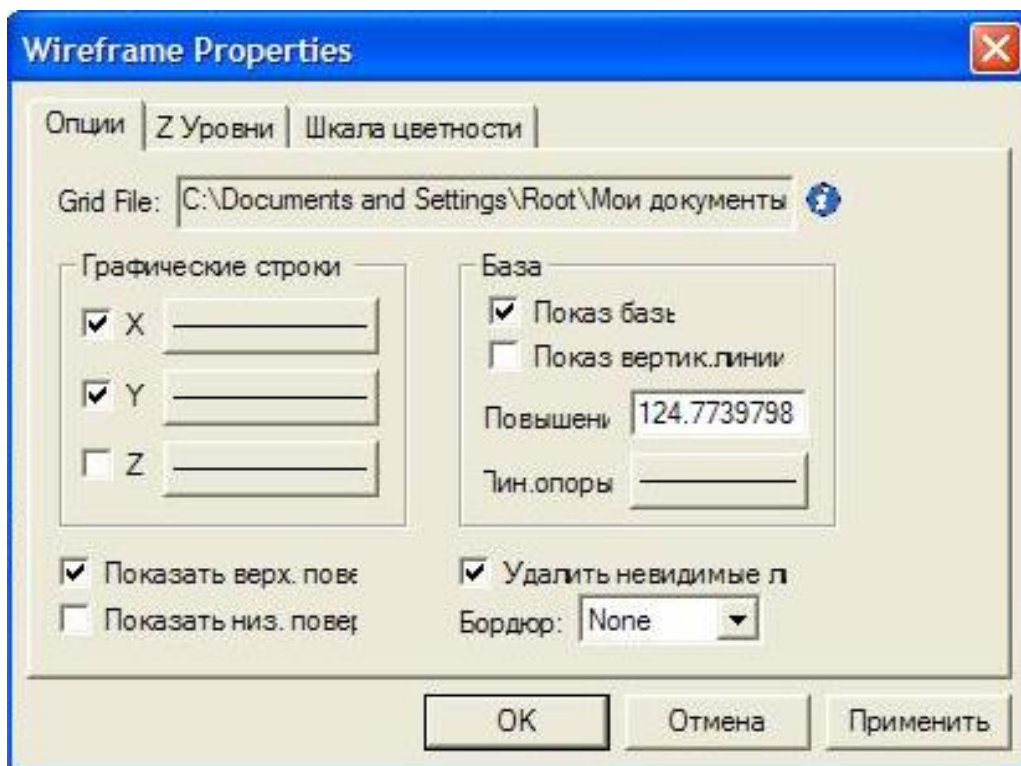


Рис. 4.15. Налаштування побудови тривимірної моделі рельєфу місцевості

Задавши необхідні параметри, отримуємо вже побудовану 3D-модель рельєфу місцевості (рис. 4.16).

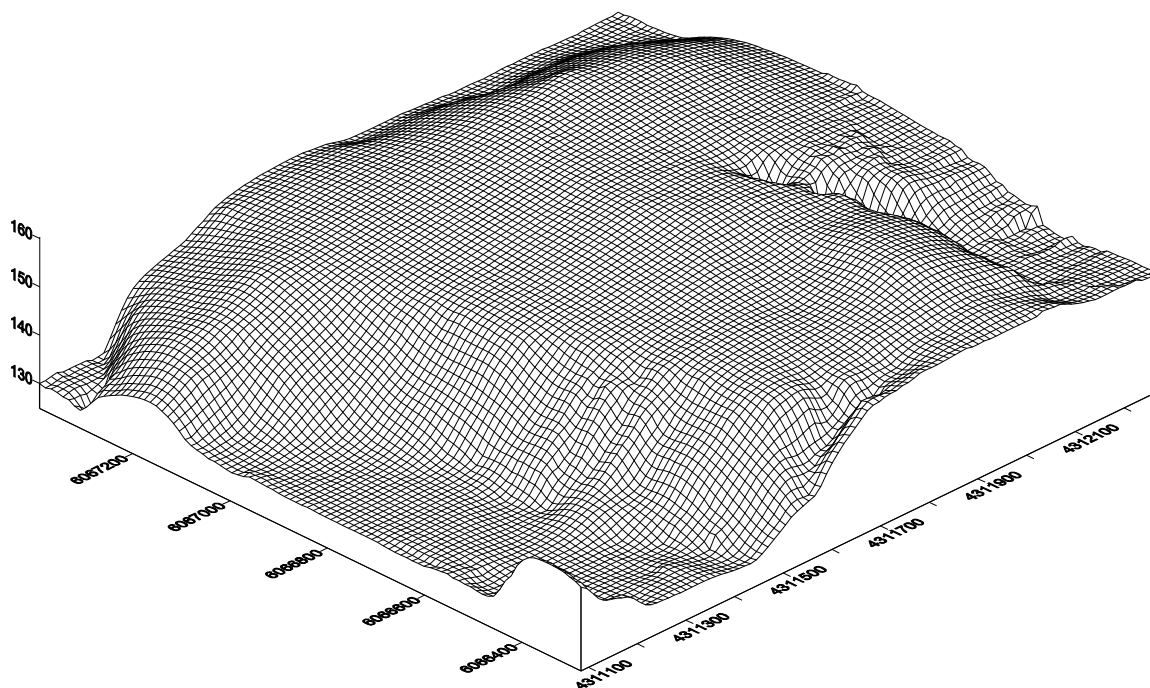


Рис. 4.16. 3D-модель рельєфу місцевості

Аби повернути каркас для розгляду його під іншим кутом, необхідно натиснути на зображення правою клавiшею «миші», обрати з меню опцію 3D View, як показано на рис. 4.17, і задати кути нахилу, розвороту моделі тощо.

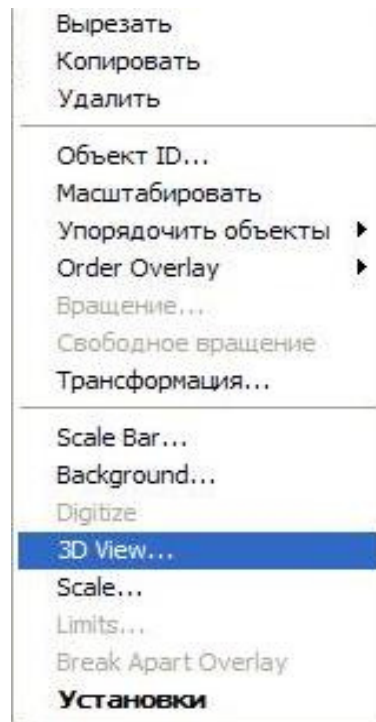


Рис. 4.17. Зміна параметрів відображення 3D-моделі рельєфу місцевості

Здійснювати обертання моделі можна, скориставшись засобами, що показані на рис. 4.18.

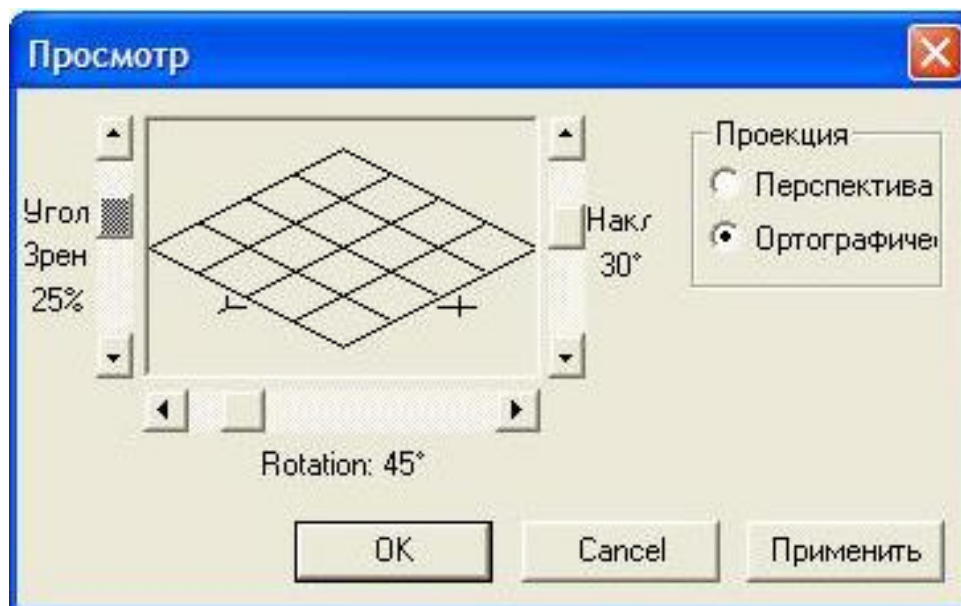


Рис. 4.18. Параметри обертання 3D-моделі рельєфу місцевості

У програмі Surfer для створення карт ізоліній передбачено різні методи побудови сіток, а саме:

- Inverse distance to a power;
- Kriging;
- Minimum curvature;
- Modified Shepard`s method;
- Natural neighbor;
- Nearest neighbor;
- Polynomial regression;
- Radial basis function;
- Triangulation w/lineal interpolation;
- Natural & Nearest neighbor.

Коротко про кожен із них. «Inverse distance to a power» (зворотна відстань): базується на обчисленні вагових коефіцієнтів, за допомогою яких розраховують експериментальні значення координат Z у точках спостережень при побудові інтерполяційної функції. Параметр «Power» (ступінь) визначає, як швидко зменшуються вагові множники із зростанням відстані до вузла мережі. Якщо точка спостереження збігається з вузлом, тоді ваговий коефіцієнт дорівнює одиниці.

«Kriging» (метод Кріге): геостатистичний підхід до побудови мережі. Передбачає можливість встановлення переваг (трендів) у використанні даних. Так, точки високого рівня рекомендовано з'єднувати вздовж гребеня рельєфу, а не ізолювати за допомогою замкнених горизонталей. Метод Кріге включає три складових: модель варіаграми (Variogram Model), тип дрейфу (Drift Type) і так званий «ефект самородка» (Nugget Effect).

«Minimum curvature» (мінімальна кривизна) – поверхня, побудована цим методом, аналогічна тоненькій пружній плівці, що проходить через усі експериментальні точки даних з мінімальною кількістю вигинів. Однак метод не забезпечує точності побудови. Він генерує найбільш гладку поверхню, яка проходить настільки близько до експериментальних точок, наскільки це можливо, але вони не обов'язково належать інтерполяційної поверхні.

«Modified Shepard`s method» (метод Шепарда) – подібний до методу зворотних відстаней (Inverse distance to a power). У ньому задіяно зворотні відстані при обчисленні вагових коефіцієнтів, за допомогою яких розраховуються експериментальні значення координат Z в точках спостережень. Відмінність полягає в тому, що при побудові інтерполяційної функції в локальних областях використовують метод найменших квадратів. Це зменшує ймовірність появи на згенерованій поверхні структур із замкненими

горизонталями. Метод Шепарда може забезпечувати точність побудови, так і згладжувальну інтерполяційну поверхню.

«Polynomial regression» (поліномна регресія) – використовується для суттєвих переваг (трендів) і структур у даних. Це метод забезпечує швидкість опрацювання множин будь-якого розміру, але, строго кажучи, не виконує інтерполяцію згенерованої поверхні, оскільки вона не проходить через експериментальні точки.

«Radial basis function» (радіальні базисні функції) як і метод Кріге, відзначається гнучкістю в генеруванні гладкої поверхні, що проходить через експериментальні точки. Результати роботи цього методу дуже схожі на результати методу Кріге. Він ефективний для опрацювання більшості множин експериментальних даних.

«Triangulation lineal interpolation» (тріангуляція з лінійною інтерполяцією) – підходить до обробки множин середньої кількості експериментальних точок (від 250 до 1000 спостережень), забезпечує добру швидкість опрацювання даних та їх адекватне відображення. Цей метод генерує явні трикутні грані на графіку поверхні.

Одна з переваг методу тріангуляції – можливість зберігання ліній розривів, визначених вихідною множиною даних у разі наявності достатньої кількості експериментальних точок. Якщо їх достатньо по обидва боки від лінії розриву, то сіткова функція, побудована методом тріангуляції, його відобразить.

«Natural & Nearestneighbor» (натуральне і найближче сусідство) – назва методу розкриває суттєву особливість інтерполяції, її виконують між найближчими сусідніми точками поверхні.

Лабораторна робота № 5

Тема: ПОБУДОВА ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ ТОПОГРАФІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМИ ГІС «КАРТА 2008»

Завдання:

1. Виконати цифрування заданої території засобами програми ГІС «Карта 2008» для побудови карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000.
2. Дослідити динаміку генералізації картографічного зображення у заданому масштабному ряді.

Відкрити програму ГІС «Карта 2008» з появою робочого вікна (рис. 5.1).

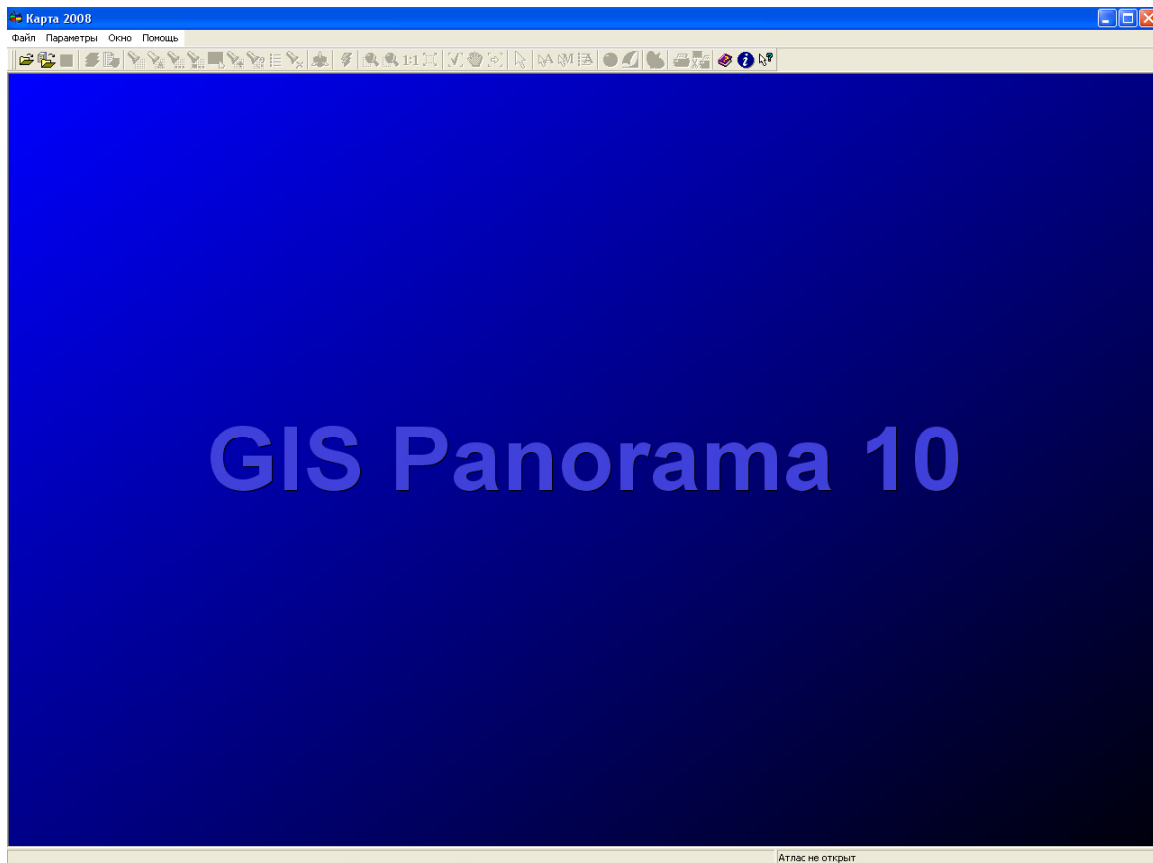


Рис. 5.1. Робоче вікно програми ГІС «Карта 2008»

Натискаємо лівою клавішею «миші» в полі вікна і наводимо курсор на рядок «Создать» та обираємо опцію «Пользовательская карта» (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Початковий етап створення нової карти

Позначаємо шлях до растрового зображення аркуша карти N-34-37-B-B-4.

У діалоговому вікні «Имя файла» записуємо назву проекту (зазвичай вона відображає адресу об'єкта).

У вікні, яке з'явилося, знаходимо рядок с назвою «Файл ресурсов». Праворуч натискаємо клавішею «миші» та обираємо шлях до класифікатора програми (рис. 5.3).

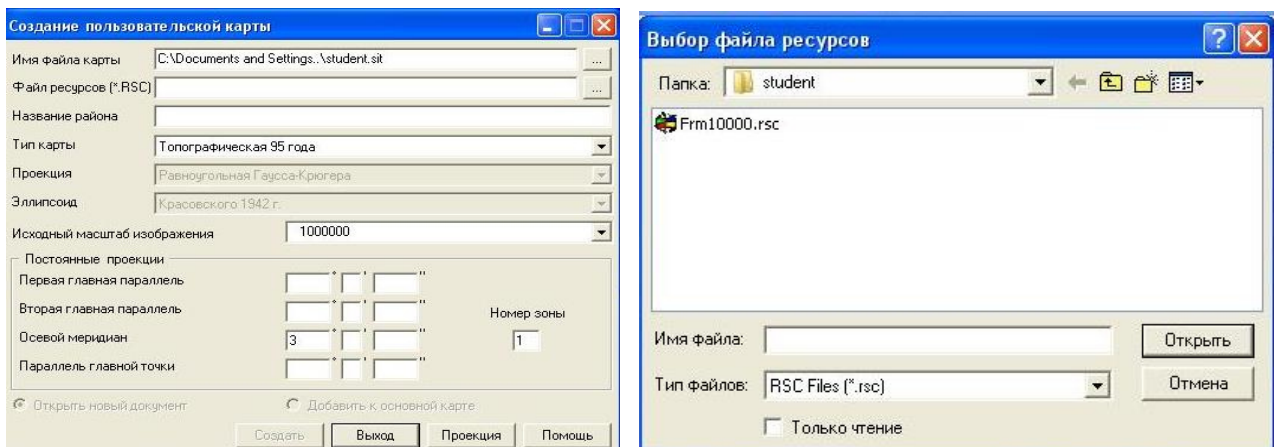


Рис. 5.3. Вибір класифікатора програми

Далі записуємо назву району. З переліку опцій обираємо рядок «Пользовательская карта» і задаємо масштаб 1:10000 (рис. 5.4).

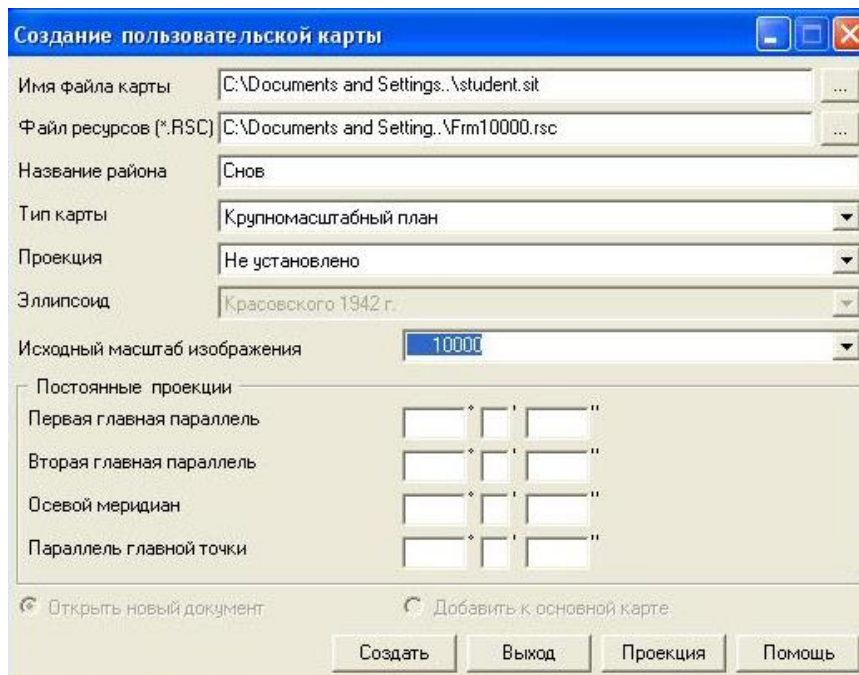


Рис. 5.4. Визначення параметрів створення нової карти місцевості

Після появи робочого вікна розгортаємо його в повноформатний режим.

Виводимо на робочу поверхню панель інструментів. Натискаємо клавішею «миші» рядки «Задачи» → «Редактор карты» (рис. 5.5).

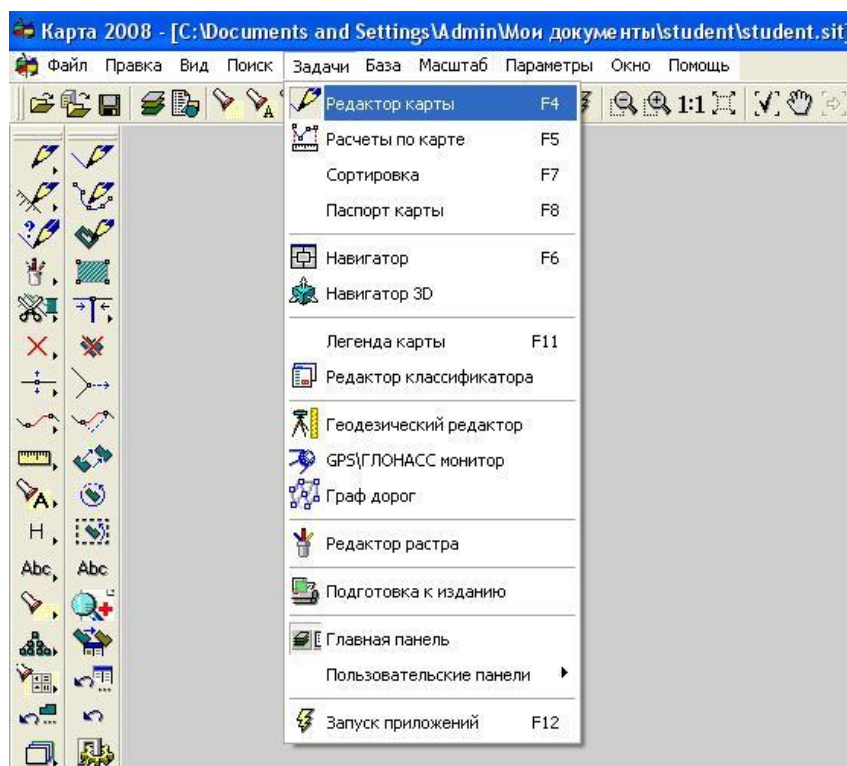


Рис. 5.5. Виведення панелі інструментів на робочу поверхню екрана

Для побудови математичної моделі рамки обираємо опцію «Создание объекта» на виведеній заздалегідь панелі інструментів (рис. 5.6).

Будуємо рамку математичної основи – квадрат із заданими координатами (рис. 5.7). Для цього натискаємо клавiшею «миші» на кнопку «Создание объекта», після чого виконуємо такі дії:

- у вкладці «Слои» обираємо опцію «Оформление 10000»;
- у вкладці «Локализация» → рядок «Линейные», а в списку об'єктів знаходимо рядок «Черная линия»;
- у вкладці «Способ нанесения объекта» → ярлик «Создание по введенным с клавиатуры координатам».

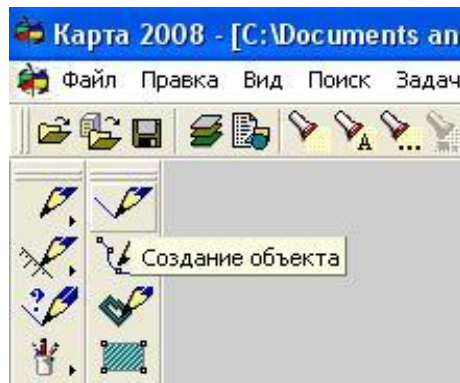


Рис. 5.6. Використання опції «Создание объекта»

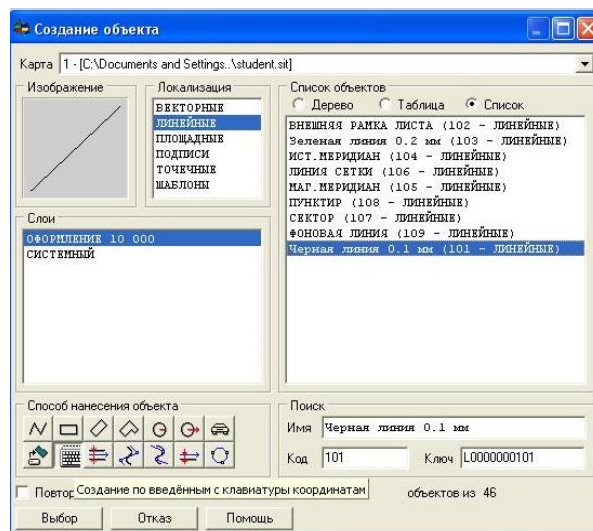


Рис. 5.7. Уведення параметрів для побудови математичної моделі рамки

Обведення контуру рамки виконуємо за ходом годинникової стрілки. У задані поля рамки вносимо координати перетинів ліній сітки плоскої прямокутної системи координат (нижній лівий кут і верхній правий кут). У кінці обведення замикаємо лінію на початкових координатах. Переходимо до наступного рядка, натиснувши клавішу Enter.

Після повторного введення координат першого кута натиснути не клавішу Enter, а клавiшею «миші» – опцію «Сохранить» (рис. 5.8, 5.9).

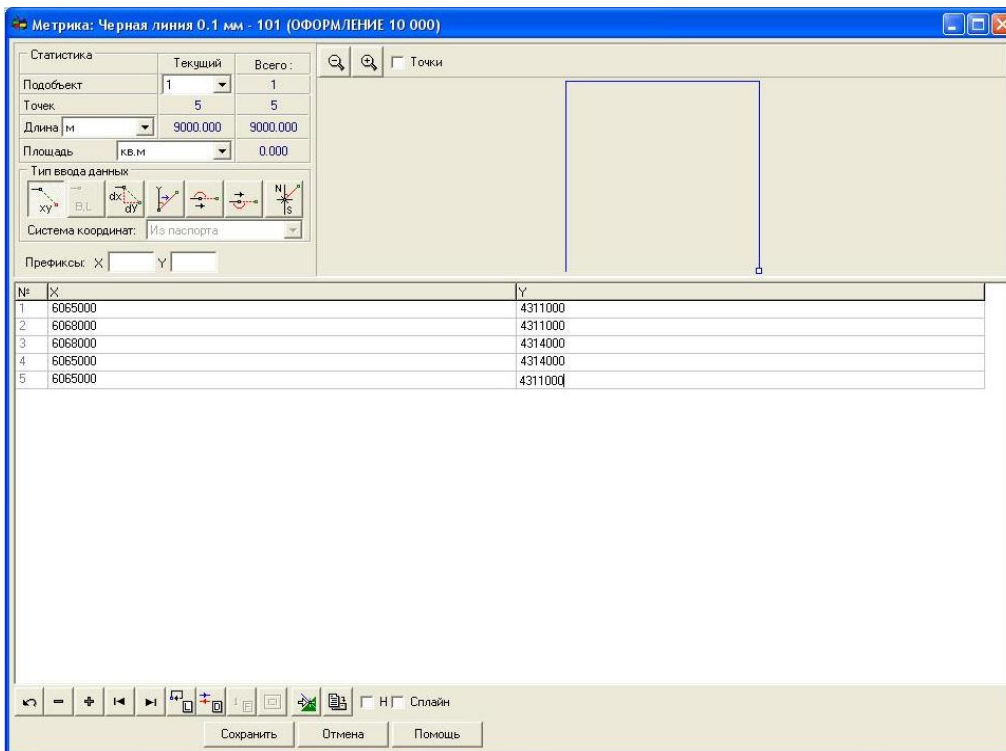


Рис. 5.8. Процес створення об'єкта за заданими координатами ділянки місцевості

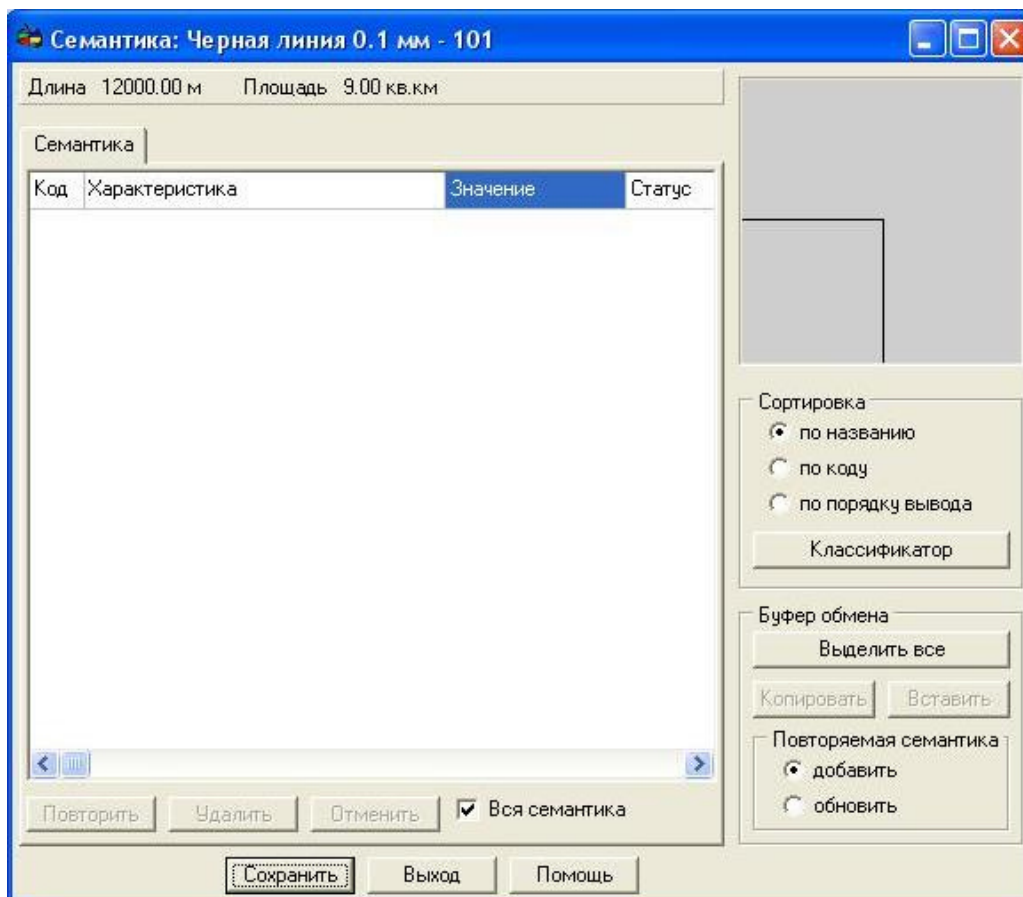


Рис. 5.9. Збереження створеного об'єкта за заданими координатами ділянки місцевості

Для відображення на робочому полі екрана математичної моделі натиснути клавішею «миші» на верхній панелі опції «Вся карта в окне» і «Исходный масштаб». За необхідності скористатися функціями «Увеличение изображения» або «Уменьшение изображения» (рис. 5.10).

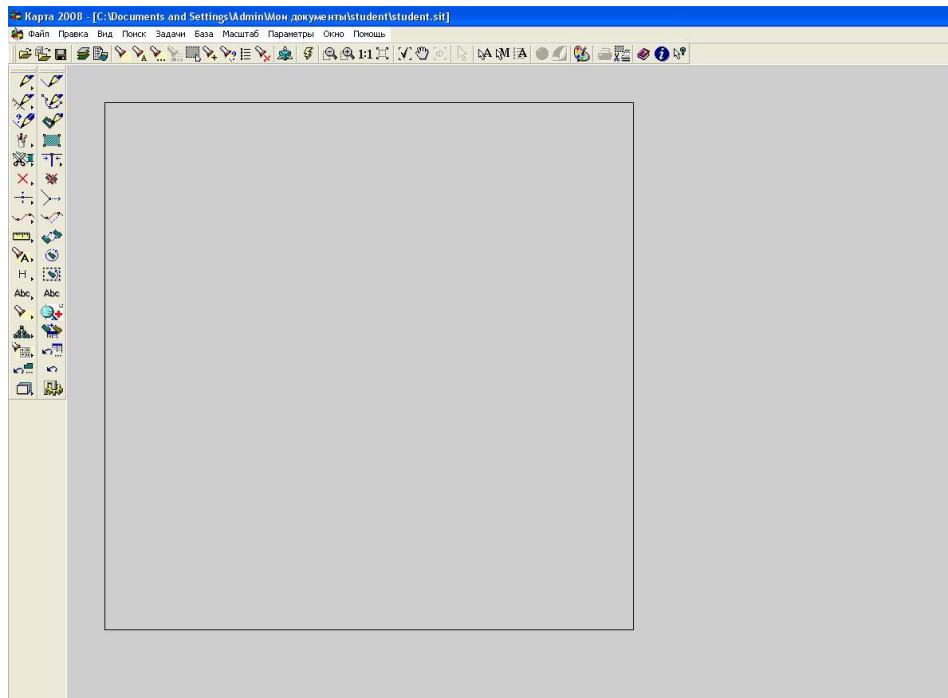


Рис. 5.10. Відображення на робочому полі екрана математичної моделі рамки

Для додання растрового зображення скористаємось опціями «Файл» → «Додати» → «Растр» (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Додання растрового зображення на робоче поле екрана

Серед типів файлів обираємо розширення, відповідне растровому зображенню. Для його завантаження на екран потрібен деякий час (рис. 5.12).

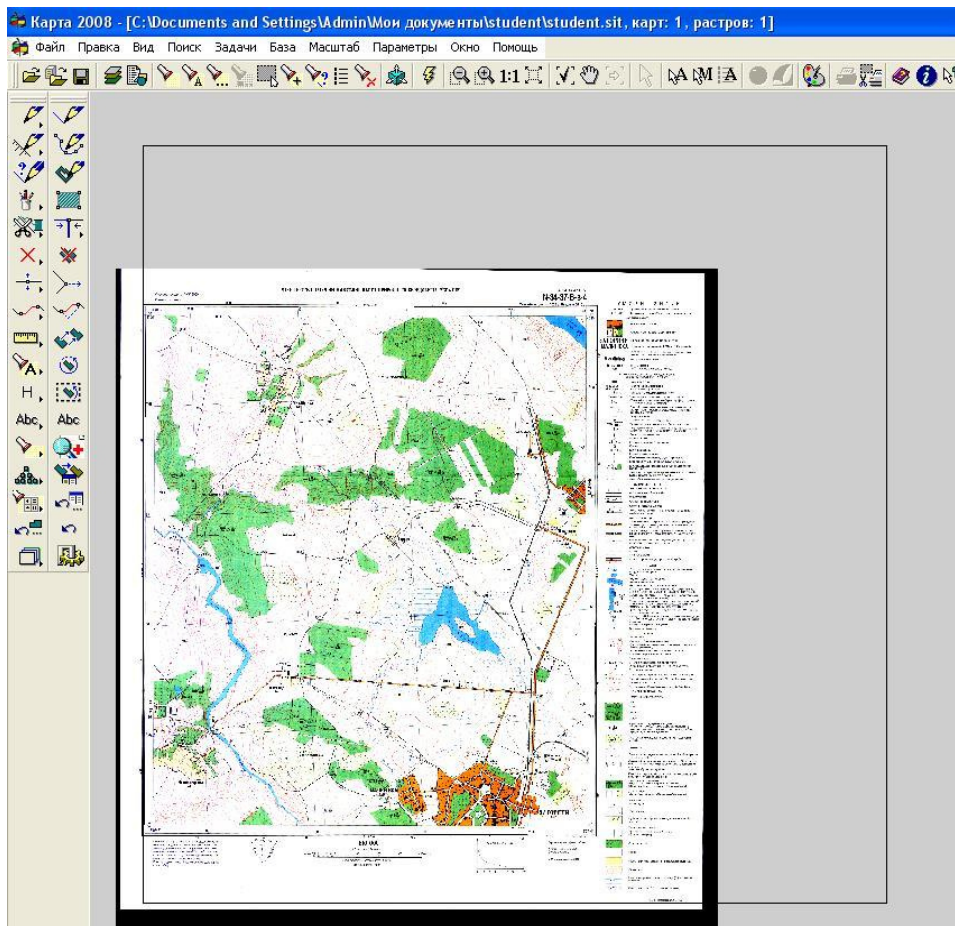


Рис. 5.12. Завантаження растрового зображення на робоче поле екрана

Прив'язку растрового зображення виконуємо, скориставшись опціями «Вид» → «Список растров» (рис. 5.13).

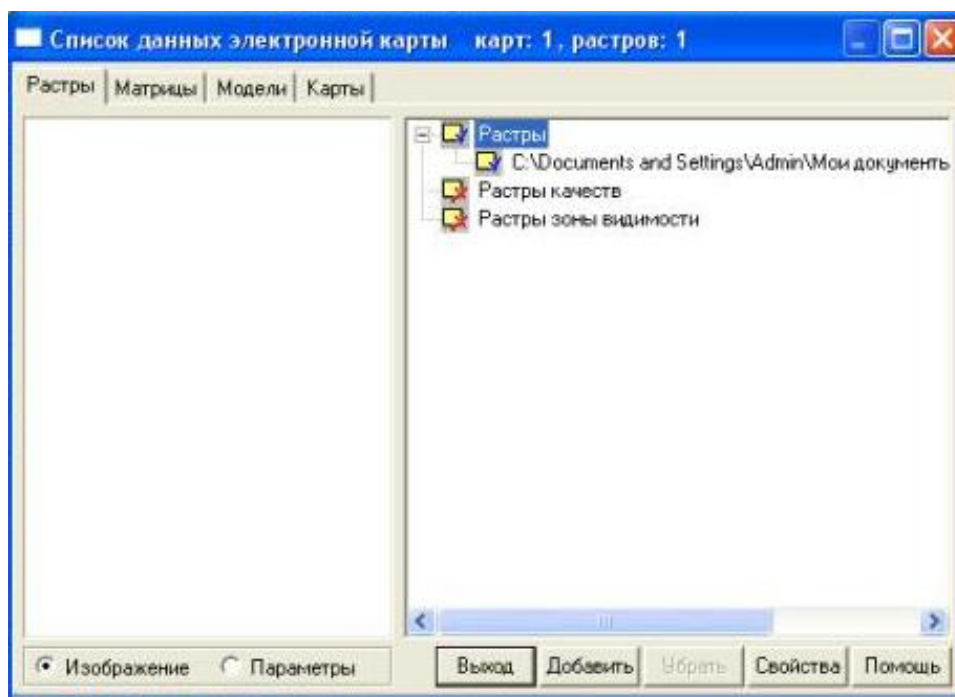


Рис. 5.13. Початковий етап прив'язки зображення

Далі обираємо опції «Свойства» → «Привязка по двум точкам» → «С масштабированием и поворотом» (рис. 5.14).

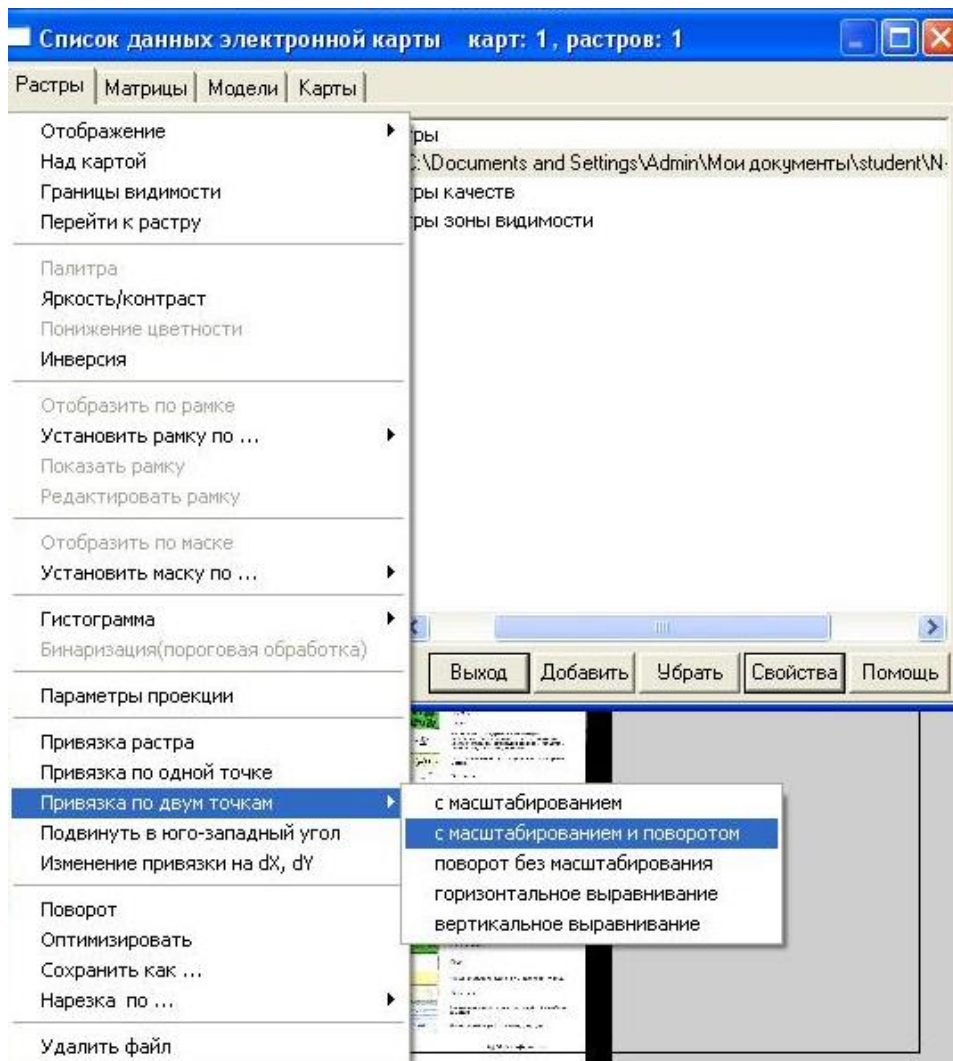


Рис. 5.14. Наступний етап прив'язки растрового зображення

У командному рядку меню прочитати: «Выберите первую точку на растре» → позначити нижній правий кут растрового зображення, далі «Укажите соответствующую ей точку на карте», для чого позначаємо кут створеної рамки (математичної). Ту саму процедуру виконуємо і для верхнього правого кута зображення. Тепер маємо прив'язане растрове зображення (рис. 5.15).

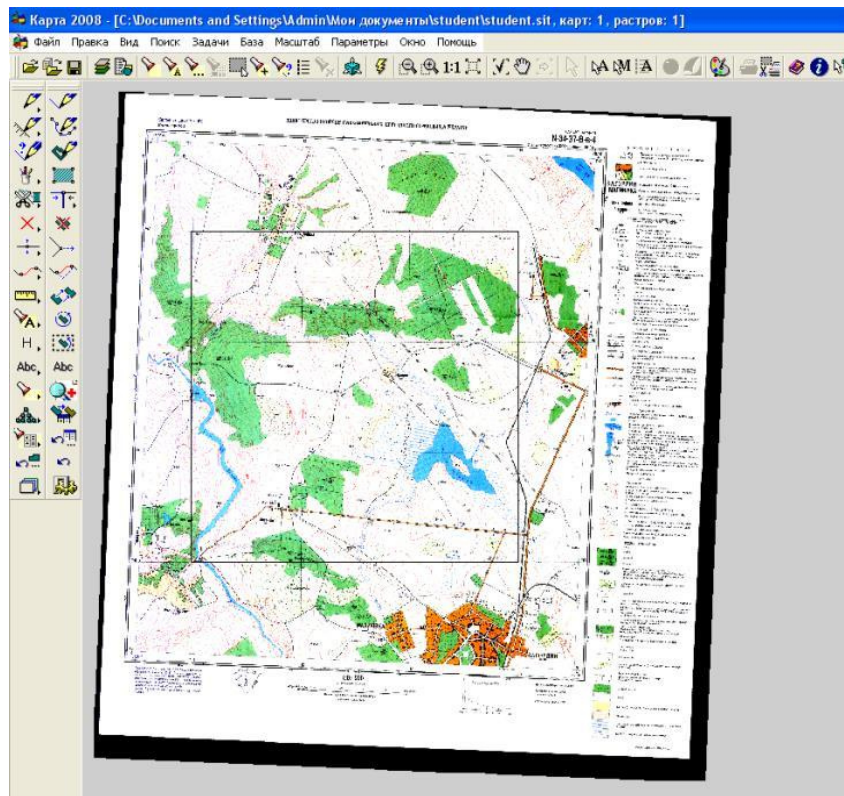


Рис. 5.15. Прив'язане растрове зображення карти

Функціональні клавіші для побудови зображення можуть мати вигляд дерева (рис. 5.16), таблиці (рис. 5.17), списку (рис. 5.18).

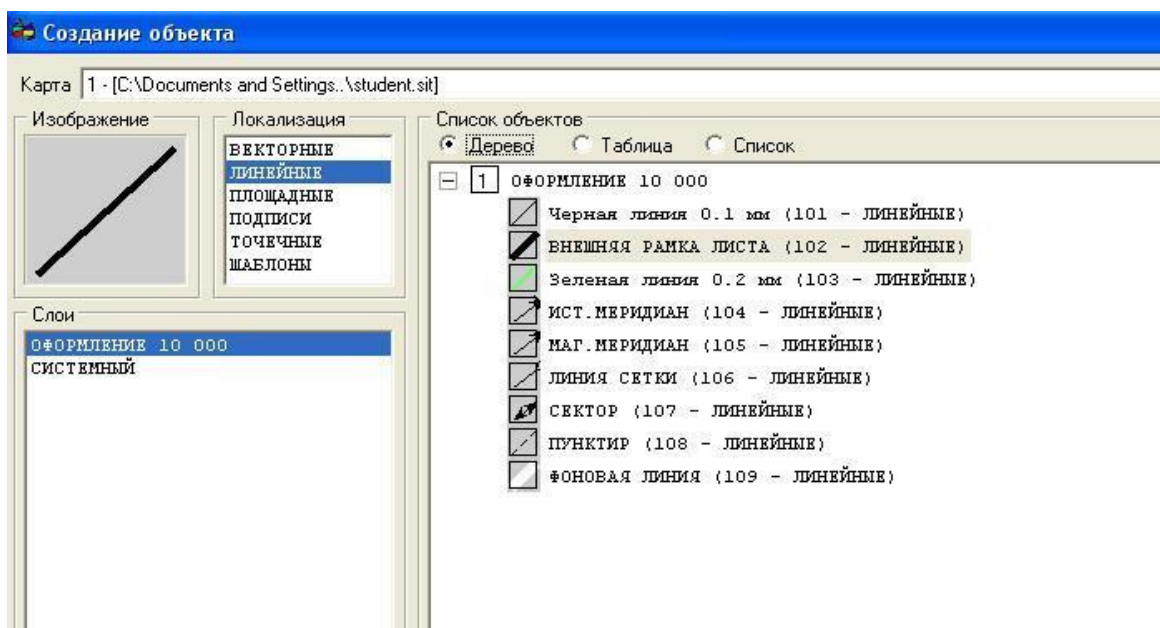


Рис. 5.16. Функціональні клавіші, скомпоновані у вигляді дерева

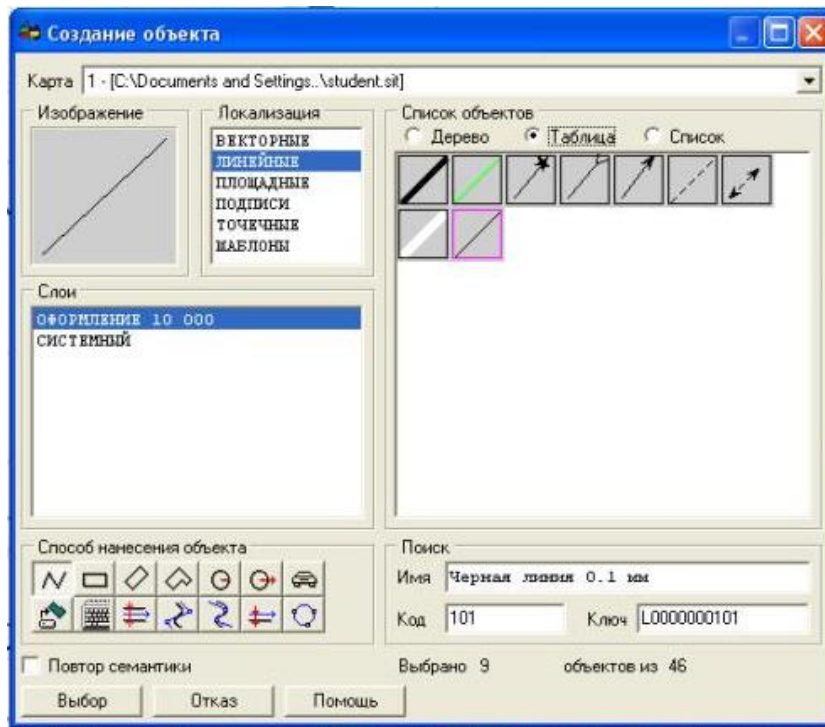


Рис. 5.17. Функціональні клавіші, зведені в таблицю

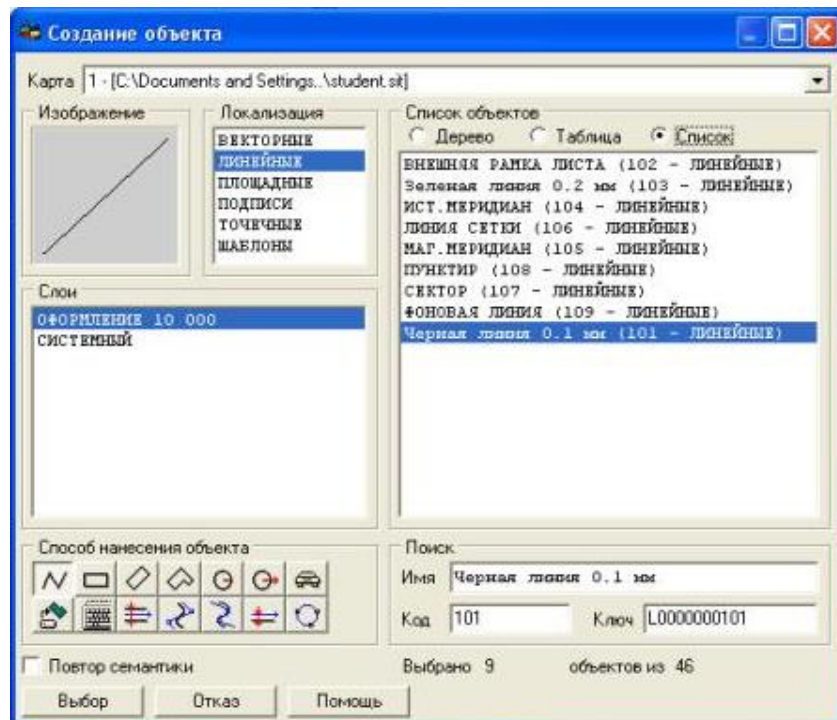


Рис. 5.18. Функціональні клавіші, подані у вигляді списку

Пошук необхідного умовного позначення можна здійснювати за опціями «Имя», «Код» і «Ключ». Методику нанесення позначень подано на рис. 5.19.

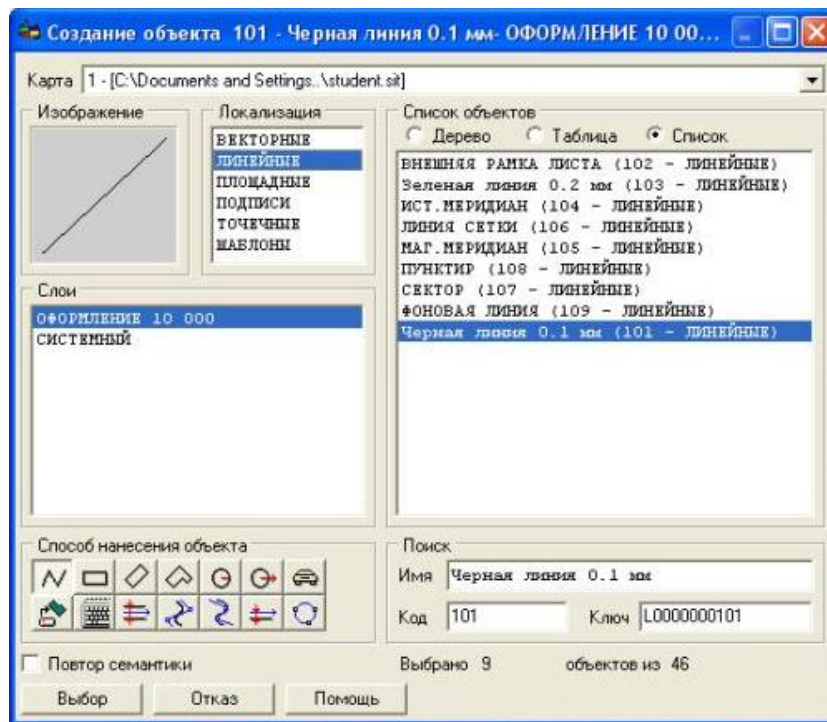


Рис. 5.19. Методика нанесения позначень на карту

Далі необхідно виконати оцифрування карти, перевірити її якість, зберегти в заданому форматі й подати на перевірку викладачеві.

Контрольні питання

1. Які види умовних позначень використовують у топографії?
2. Яким чином визначають графічне навантаження на заданій ділянці топографічної карти?
3. Яка методика розрахунку ентропії, максимальної ентропії та надлишкової інформації на карті?
4. Визначити поняття картографічної генералізації.
5. Які існують методи картографічної генералізації?
6. Які фактори впливають на картографічну генералізацію?
7. У чому полягає залежність кількості картографічної інформації від масштабу карт?
8. Що являє собою регулярна модель топографічної поверхні?
9. Дайте визначення аналогової моделі топографічної поверхні.
10. Виконати прив'язку зображення карти засобами програми Autocad.
11. Що собою являє модель рельєфу місцевості?
12. Яким чином відбувається завантаження файлу вихідних даних у програмі Surfer?
13. Яким чином визначають необхідні параметри карти ізоліній засобами програми Surfer?
14. Яким чином відбувається збір інформації для побудови цифрової моделі місцевості?
15. Виконати прив'язку растрового зображення карти за допомогою програми ГІС «Карта 2008».
16. Сформувати файл точок топографічного знімання місцевості. Імпортувати точки знімання в програмі ГІС «Карта 2008».

Список літератури

1. Божок А.П. Картографія: підручник. / А.П. Божок, А.М. Молочко, В.І. Остроух. Під ред. А.П. Божок ; М-во осв. і науки України, Київ. нац. ун-т. Київ : Вид-во Київський університет, 2008. – 271 с.
2. Божок А.П. Картографія: підручник. / А.П. Божок, Л.Є. Осауленко, В.В. Пастух. – Київ : Фітосоціоцентр, 1999. – 252 с.
3. Козаченко Т.І. Картографічне моделювання: навч. посіб / Т.І. Козаченко, Г.О. Пархоменко, А.М. Молочко. – Вінниця : Антекс-У ЛТД, 1999. – 328 с.
4. Новаковский Б.А. Цифровая картография: цифровые модели и электронные карты: учеб. пособие / Б.А. Новаковский, А.И. Прасолова, С.В. Прасолов. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2000. – 116 с.
5. Халугин Е.И. Цифровые карты / Е.И. Халугин, Е.А. Жалковский, Н.Д. Жданов. – Москва : Недра, 1992. – 419 с.
6. Руководство пользователя AutoCAD 2006 [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: http://download.autodesk.com/us/support/files/autocad_architecture_2011_user_guide/autocad_aca_user_guide_russian.pdf. Загл. с экрана.
7. Руководство пользователя программным комплексом Surfer [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <http://textarchive.ru/c-2913361.html>. Загл. с экрана.
8. Руководство пользователя ГИС «Карта 2008» (Panorama 10) [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <http://geodez.nmu.org.ua/ru/dopmat/3/>. Загл. с экрана.

Вихідні дані
індивідуальних варіантів завдань для виконання лабораторних робіт

№ п/п	X	Y
1	6065000	4311000
2	6065000	4312000
3	6065000	4313000
4	6066000	4311000
5	6066000	4312000
6	6066000	4313000
7	6067000	4311000
8	6067000	4312000
9	6067000	4313000
10	6065000	4311500
11	6065000	4312500
12	6065000	4313500
13	6065500	4311000
14	6065500	4312000
15	6065500	4313000
16	6067000	4311500
17	6067000	4312500
18	6067000	4313500
19	6067500	4311000

20	6067500	4312000
21	6067500	4313000
22	6066000	4311500
23	6066000	4312500
24	6066000	4313500
25	6066500	4311000
26	6066500	4312000
27	6066500	4313000
28	6065500	4311500
29	6065500	4312500
30	6065500	4313500
31	6066500	4311500
32	6066500	4312500
33	6066500	4313500
34	6067500	4311500
35	6067500	4312500
36	6067500	4313500

Примітка. Варіант завдання відповідає номеру студента в списку академічної групи.

Кашина Наталія Сергіївна
Трегуб Юлія Євгенівна
Янкін Олександр Євгенович

КАРТОГРАФІЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Редактор О.Н. Ільченко

Підп. до друку 27.02.2020. Формат 30×42/4
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 3,0.
Обл.-вид. арк. 3,6. Тираж 20 пр. Зам. №

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19