

ЛЕКЦІЯ 3 РІШЕННЯ ЗАДАЧ НА ТОПОГРАФІЧНІЙ КАРТІ

3.1. Вимірювання віддалей.

Топографічні карти на великі території видаються багатоаркушевими серіями. На кожному такому аркуші зображується невелика ділянка поверхні земного еліпсоїда, в рамках якої поверхня земного еліпсоїда майже тотожна площині. Це свідчить про те, що спотворення в межах аркуша незначні, що дає можливість проводити вимірювання довжин, площ та кутів із досить високою точністю. Такі властивості топографічної карти забезпечили їй надзвичайно широке застосування в різних сферах людської діяльності.

Точність вимірювань на картах та точність графічної побудови на папері пов'язані із технічними можливостями вимірювань та фізіологічними особливостями зору людини. Точність побудови (*графічна точність*) коливається в межах в межах 0,2–0,1 мм. Людське око з нормальним зором на відстані приблизно 30 см здатне розрізнити точку величиною 0,1 мм. Від цієї величини залежить *точність масштабу* – найменший відрізок на місцевості, якому в масштабі карти відповідає 0,2 мм. Для масштабу 1:10 000 вона дорівнює 2 м, 1:25 000 – 5 м, 1:4 000 000 – 800 м.

При вимірюванні відстаней на картах слід пам'ятати, що вимірюються не самі лінії, а їхні горизонтальні проекції.

Для підвищення точності та надійності результатів всі вимірювання рекомендується проводити двічі, у прямому і зворотньому напрямках (за винятком вимірювань прямих відрізків одним розхилом вимірника). У разі незначних розходжень добутих даних за кінцевий результат приймається середнє арифметичне значення виміряних величин.

Вимірювання відстаней на топографічних планах і картах проводять кількома способами.

- за допомогою лінійного масштабу або лінійки з чіткими міліметровими поділками;
- за допомогою поперечного масштабу;
- курвіметром.

В перших двох випадках віддаль з карти „знімається” вимірником, а потім вимірник переноситься на лінійний чи поперечний масштаб, де визначається остаточне значення віддалі. Використання лінійного масштабу чи лінійки не потребує додаткових пояснень.

При використанні поперечного масштабу віддаль визначається в одиницях основи a , яка рівна 2см. (рис.3.1). Значення віддалі вимірюється до 0,01 основи, тобто до 0,02 см. На рис.3.1 „хрестиками” позначено місця, куди попали голки вимірника. Таким чином виміряна віддаль становитиме $S = 2,46$ основи.

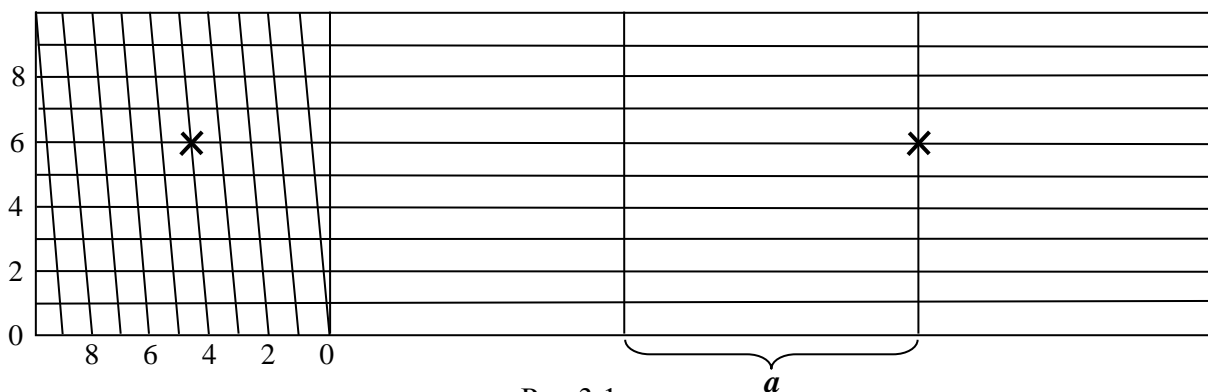


Рис.3.1

Потрібно визначити якій довжині на місцевості відповідатиме основа поперечного масштабу. Якщо віддаль виміряна на карті масштабу 1:50 000, то $a = 2 \times 500 = 1000$ метрів. Таким чином на місцевості виміряна віддаль становитиме $S_M = 2,46 \times 1000 = 2460$ метрів.

Відрізки, що мають довжину більшу від лінійного чи поперечного масштабу,

вимірюють частинами чи "кроком" циркуля. За крок можна взяти розхил, що відповідає цілому числу (сотням чи тисячам метрів), і "крокують" ним вздовж лінії, довжину якої необхідно зміряти, рахуючи кількість перестановок ніжок вимірювача. Залишок (неповний крок) визначають за масштабом і додають до довжини лінії, зміряної "кроком".

Звивисті лінії можна також вимірювати за допомогою курвіметра – механічного портативного пристрою, основною частиною якого є два коліщата, з'єднані шестернею. Малим коліщатком курвіметр проводять по лінії, що вимірюється. Пройдений шлях вимірюється в сантиметрах і за масштабом карти. Точність вимірювання курвіметром залежить від звивистості лінії і коливається від 2 до 10%. При вимірюваннях довжин звивистих ліній враховують хвилястість лінії (встановлюється за розробленим еталоном).

3.2. Визначення ухилів.

Визначення ухилів – одна з наймасовіших задач, які вирішують на топографічній карті. Ухил i обчислюється з формули

$$tgi = \frac{h}{d}$$

де h – січення рельєфу (перевищення) d – закладення (горизонтальне прокладання).

Для практичного визначення ухилів використовують масштаб закладень, який знаходиться під нижньою рамкою карти справа від підпису масштабу. Виміряну вимірником віддаль з карти переносять на масштаб закладень і переміщують вимірник доти, поки обидві його ніжки попадуть на лінії графіка (рис3.2).

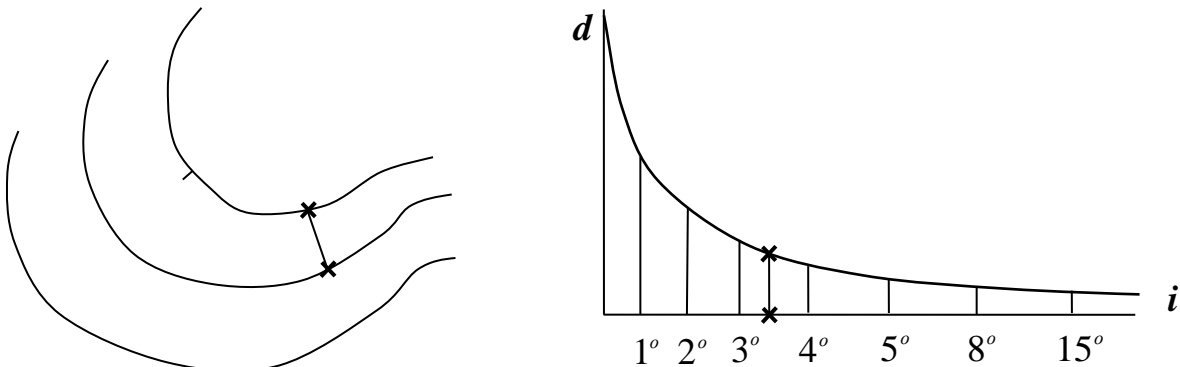
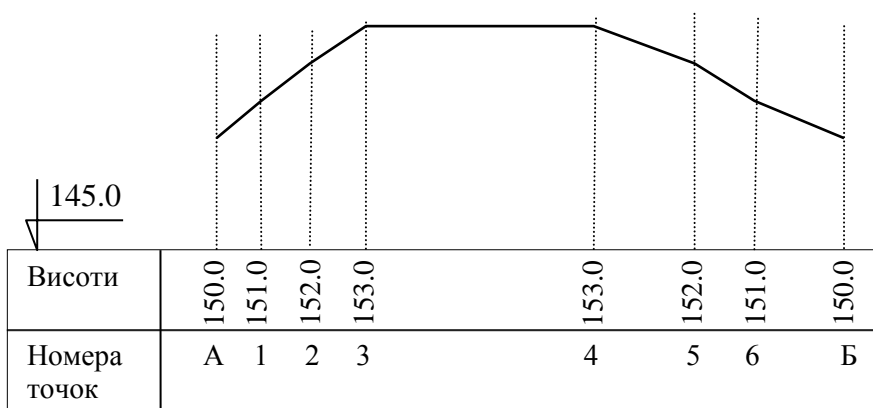
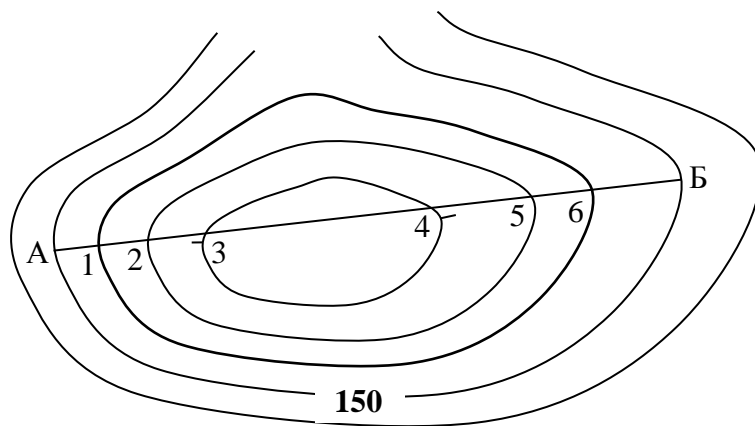


Рис.3.2

Вимірне значення ухилу в даному випадку становить $3,3^\circ$

3.3. Побудова профілів

Профіль – це слід від січення земної поверхні вертикальною площиною. Побудова профілю по топографічній карті здійснюється, як правило, вздовж заданого напрямку (АВ на рис.3.3). При цьому на карті нумеруються точки перетину заданої лінії з горизонталями (1, 2, ...) і визначаються висоти цих точок. Профіль будують на міліметровому папері, на якому будують горизонтальні графі „№№ точок” і „висоти”. Віддалі між точками переносять з карти на профіль за допомогою аркуша міліметрового паперу, який прикладають до лінії АВ на карті і відмічають на аркуші ці точки (1, 2, ...). Таким чином горизонтальний масштаб профілю буде дорівнювати масштабу топографічної карти. Вертикальний масштаб приймають в 10 - 100 разів крупнішим. Верхню горизонтальну лінію графі „Висоти” приймають за умовний горизонт ($H = 145.0$ м). Відклавши в масштабі вздовж вертикальних ліній висоти і з'єднавши отримані точки матимемо профіль вздовж лінії АВ (рис.3.3).



Масштаби: горизонтальний 1:5000
вертикальний 1:100

Рис.3.3

3.4. Вимірювання площ.

З топографічної карти можна визначити площу не фізичної поверхні ділянки, а її проекції на горизонтальну площину.

Масштаб площ на карті завжди дорівнює квадрату масштабу довжин: $M^2=1:m^2$ (наприклад для масштабу 1:10 000 1 см^2 на карті відповідає $10\,000 \text{ м}^2$ (1 га) на місцевості.

Найбільш часто для вимірювання площ використовуються такі способи:

- палеткою;
- поділ на елементарні геометричні фігури;
- планіметром (механічний спосіб);
- зважування;
- аналітичний.

Найчастіше для вимірювання площ використовують **палетку** – накреслену на прозорій основі сітку квадратів, точок чи паралельних рівновіддалених ліній, а тому палетки можуть бути *квадратні, паралельні й крапкові*. Ними вимірюють площі невеликих ділянок. Основний недолік квадратних палеток – можливість грубого прорахунку у визначенні кількості клітинок.

Перед вимірюванням визначають площу найменшої комірки (клітинки) в мм^2 чи см^2 (відомо що $p=a^2$, де a – сторона поділки палетки в мм чи см, а p – її площа). Потім визначають "ціну" поділки палетки – площу на місцевості, яка відповідає одній поділці палетки для карти певного масштабу. Площа ділянки визначається шляхом добутку кількості поділок палетки, що обмежені контуром ділянки, на її "ціну".

Для підрахування поділок палетки її накладають на ділянку, що вимірюється, і підраховують кількість повних і неповних клітинок, оцінюючі останні "на око". Вимірювання повторюють, змінивши положення палетки відносно початкового приблизно на 45°. Із двох значень беруть середнє. Квадратні палетки рекомендується застосовувати для визначення площ малих ділянок (до 3 см²) з криволінійними обрисами. Однак їх можна використовувати також для приблизного визначення площ великих ділянок.

У паралельних палетках контур розбивається на фігури, подібні до трапецій із основами $a_1, a_2, a_3 \dots$ і висотою h – відстанню між основами. Вимірюються площі не більше 10 см².

Часто використовують *спосіб поділу площі на геометричні фігури* – трикутники, квадрати, трапеції тощо, площі яких можна вирахувати за відомими формулами (т.з. графічний спосіб). Доведено, що найточніші результати отримують при розбивці ділянки на трикутники. Цей спосіб доцільно застосовувати для визначення площ ділянок розміром до 15 см². Точність способу дорівнює 1/100-1/200 площі, що вимірюється.

Механічний спосіб визначення площ базується на застосуванні **планіметра** – приладу, що дозволяє порівняно швидко і точно виміряти площу ділянки будь-якої конфігурації. За сприятливих умов роботи відносна похибка вимірювань площ планіметром близька до 1/200-1/400. Встановлено, що за допомогою планіметра доцільно вимірювати ділянки площею понад 20 см². Для визначення площі обвідним важелем планіметра обводять контур, знімають відліки перед і після обведення і знаходять різницю відліків. Знаючи "ціну поділки" планіметра та кількість поділок, визначають площу ділянки

Спосіб зважування базується на використанні точних аналітичних ваг. Контур, площа якого визначається, переносять на прозорий пластик, що не деформується, вирізають і зважують. Із отриманого контура вирізають еталонну фігуру (таку, площу якої просто можна визначити за відомою формулою) і теж зважують. Знаючи вагу еталону і вагу контуру, визначають площу контуру за відомими формулами:

$$P = B_k * P_e / B_e,$$

де B_k – маса цілого контура; B_e – маса еталона; P_e – площа еталона. Точність визначення площі зважуванням близька до точності механічного способу, але продуктивність його вища.

При роботі з цифровими картами місцевості використовується *аналітичний спосіб*, як найбільш надійний і точний. Практично в кожному програмному продукті, призначеному для створення і використання цифрових карт є встроєна функція визначення площі.

В практиці картометричних робіт широко використовуються й *окомірні вимірювання*. Вони дають приблизні результати. Однак вміння окомірно визначити за топокартою відстані, напрямки, площі, крутизну схилу та інші характеристики об'єктів сприяє виробленню навичок правильного розуміння картографічного зображення. Ступінь точності підвищується із набуттям досвіду. Окомірні операції попереджують грубі прорахунки у вимірюваннях приладами.

Для визначення довжини об'єктів лінійного простягання слід окомірно порівняти їх з поділками лінійного масштабу або відрізками кілометрової сітки, подумки прокласти відрізки відомої довжини уздовж об'єкта, що вимірюється.

Для визначення площ об'єктів як своєрідну палетку використовують квадрати кілометрової сітки. На карті масштабу 1:25 000 квадрат має площу 1 км² (100 га). Точність кількісних визначень за картою у разі розвинутого окоміру складає близько 10-15% величини, що вимірюється.