

# Тема 2: "Топографічні карти, аерофотознімки та вимірювання з них"

## Заняття 2: "Вимірювання по карті"

# Навчальні питання:

1. Вимірювання відстаней по карті.
2. Кути що застосовуються в топографії.
3. Вимірювання і побудова кутів по карті.

## Навчально-виховні цілі:

1. Ознайомити студентів з порядком і правилами вимірювання по карті.
2. Дати початкові практичні навички у вимірюванні по карті відстаней, побудові і вимірюванні кутів.

## Різновиди місцевості по характеру рельєфу

Разновидности местности	Высота над уровнем моря	Относительные превышения	Преобладающая крутизна скатов ( в градусах)
Равнинная	До 300 м	20-30 м	До 2
Холмистая	До 500 м	30-200 м	2-3
Низкогорная	500-1000 м	200-500 м	5-10
Среднегорная	1000-2000 м	500-1000 м	10-25
Высокогорная	Свыше 2000 м	Свыше 1000 м	Свыше 25

## ПОЛОЖЕНИЕ ГЛАВНЫХ ТОЧЕК ВНЕМАСШТАБНЫХ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ.

Местоположение главной точки условного знака	Внемасштабные условные знаки	Наименование знаков
Географический центр фигуры		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геодезический пункт.</li> <li>2. Водяная мельница.</li> <li>3. Склад горючего.</li> <li>4. Дом лесника.</li> <li>5. Шахты:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- действующие;</li> <li>- недействующие.</li> </ul> </li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отдельно расположенный двор.</li> <li>2. Церковь.</li> <li>3. Нефт. скважина.</li> <li>4. Заводы, фабрики без труб.</li> <li>5, 6. Электростанции</li> </ol>
Вершина угла у основания		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отд. дерева:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- хвойные;</li> <li>- лиственные.</li> </ul> </li> <li>2. Ветряные двигатели.</li> <li>3. Ветряные мельницы.</li> <li>4. Бензоколонки.</li> <li>5. Знаки береговой сигнализации.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Указатель дорог.</li> <li>2. Пальмовые рощи.</li> <li>3. Хвойная роща.</li> <li>4. Смешанная роща.</li> <li>5. Спец. карта горных проходов и перевалов.</li> <li>Характ. древостоя.</li> </ol>
Середина основания		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заводские фабричные трубы.</li> <li>2. Терриконы, отвалы.</li> <li>3. Отд. камни.</li> <li>4. Метеостанция.</li> <li>5. Памятник.</li> <li>6. Телеф. станция.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Светящий реч. буй.</li> <li>2. Терриконы, отвалы скалы.</li> <li>3. Вход в пещеру.</li> <li>4. Выдающиеся памятники.</li> <li>5. Семафор.</li> <li>6. Буддийский монастырь.</li> </ol>
Центр нижней фигуры		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заводы, фабрики с трубами.</li> <li>2. Трансформат. будка.</li> <li>3. Вышка легкого типа.</li> <li>4. Кап. сооруж. башенного типа.</li> <li>5. Часовня.</li> <li>6. Радио мачта.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гейзеры.</li> <li>2. Р/ст и телевизионная вышка</li> <li>3. Нефтяная вышка</li> <li>4. Колодцы, водяная мельница.</li> <li>5. Мечеть.</li> <li>6. Мазары.</li> </ol>
Геометрическая ось		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однопутные жел. дорога.</li> <li>2. Улучшенное шоссе, 2-х путная.</li> <li>3. Грунтовая дорога.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Двухпутная жел. дорога.</li> <li>5. Улучшенное шоссе.</li> <li>6. Шоссе.</li> </ol>

## 1. Вимірювання відстаней по карті.

Масштаб карти - це ступінь зменшення ліній на карті, щодо відповідних ліній на місцевості.

Чисельний масштаб - це масштаб виражений дробом, чисельник якої - одиниця, а знаменник - число, що показують у скільки разів зменшення на карті горизонтальні лінії місцевості.

1:10000

1:25000

1:50000

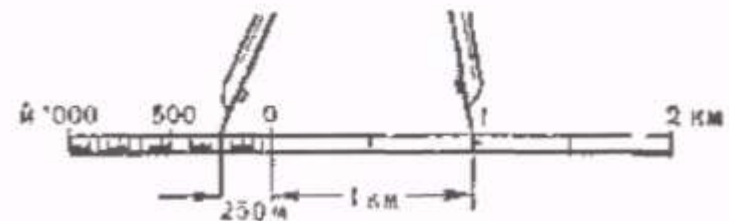
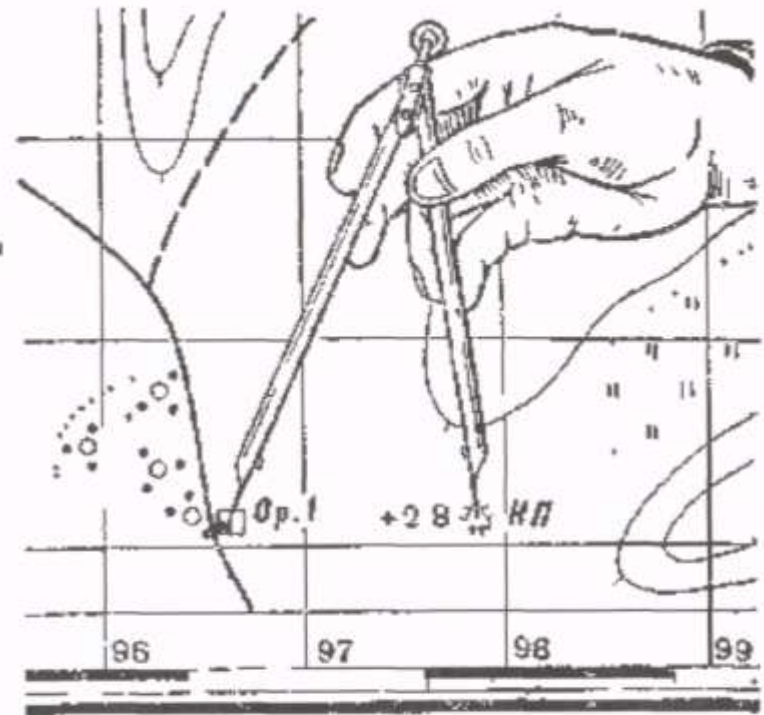
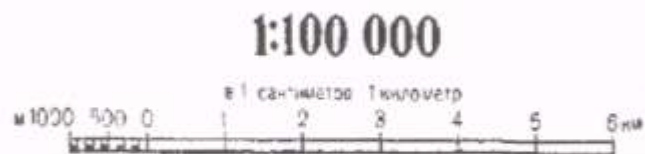
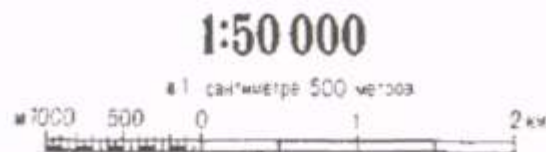
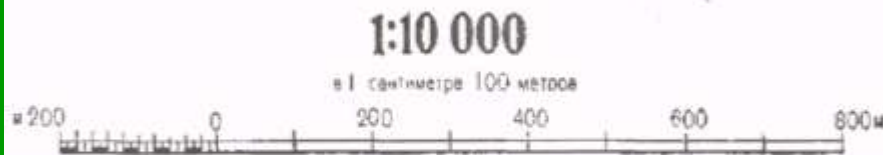
1:100000

1:200000

1:500000

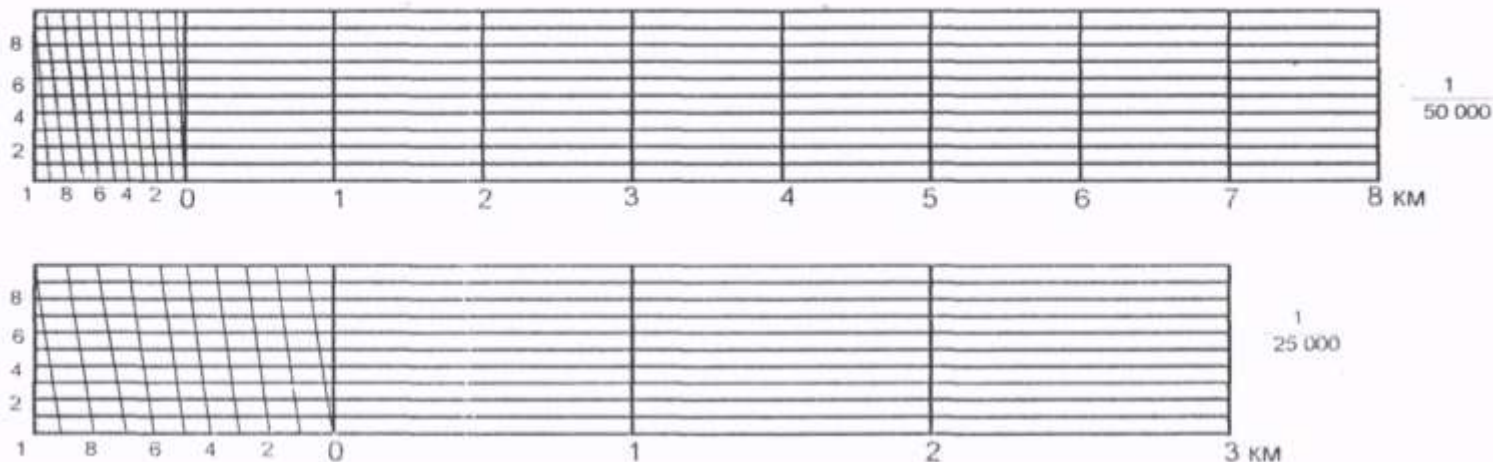
1:1000000

**Лінійний масштаб** являє собою графічне вираження чисельного масштабу.

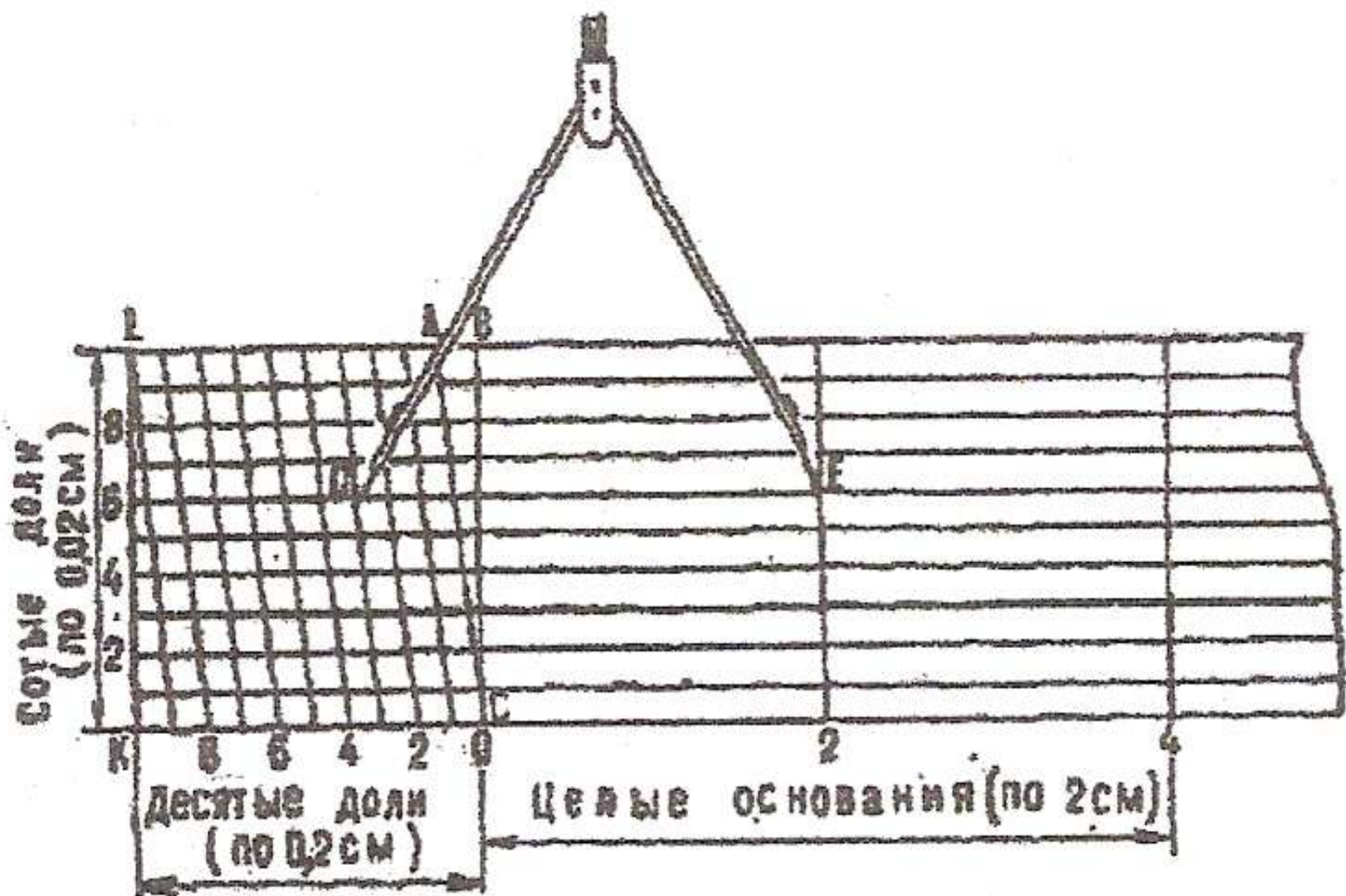


**Поперечний масштаб** - це спеціальний графік вигравірований на металевій пластині побудова якого основана на пропорційності відрізків паралельних ліній які перетинають сторони кута.

### Поперечный масштаб







## Точність вимірювання відстаней.

Точність виміру довжини прямолінійних відрізків на топографічній карті за допомогою циркуля-вимірника й поперечного масштабу не перевищує 0,1 мм. Ця величина називається граничною графічною точністю вимірів, а відстань на місцевості, що відповідає 0,1 мм на карті - граничною графічною точністю масштабу карти.

Графічна помилка виміру довжини відрізка на карті залежить від деформації паперу й умов виміру. Звичайно вона коливається в межах 0,5-1 мм. Щоб виключити грубі помилки, вимір відрізка на карті треба виконувати два рази. Якщо отримані результати не розходяться більш ніж на 1 мм, за остаточне значення довжини відрізка приймають середнє із двох вимірів.

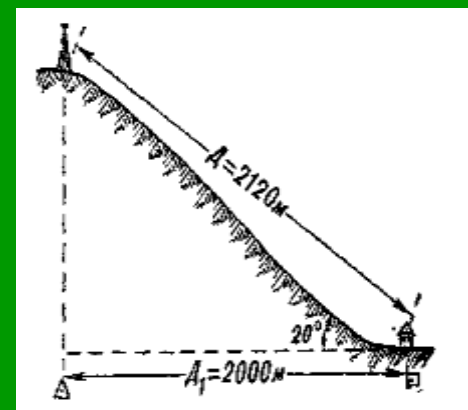
Помилки у визначенні відстаней по топографічних картах різних масштабів наведені в таблиці:

Масштаб карти	Гранична графічна помилка, м	Середня помилка, м
1:25 000	2,5	12-25
1:50 000	5	25-50
1 : 100 000	10	50-100
1 : 200 000	20	100-200
1 :500 000	50	250-500
1 : 1000 000	100	500-1000

## Поправка у відстань за нахил лінії.

Обмірювана по карті відстань на місцевості буде завжди трохи меншою. Це відбувається тому, що на карті вимірюють горизонтальні лінії, у той час як відповідні їм лінії на місцевості звичайно похилі. Коефіцієнти переходу від обмірюваних на карті відстаней до дійсного наведені в таблиці.

Як видно з таблиці, на рівнинній місцевості обмірювані по карті відстані мало відрізняються від дійсних. На картах горбистої і особливо гірської місцевості точність визначення відстаней значно знижується. Наприклад, відстань між двома пунктами, обмірювана з кутом нахилу  $12^\circ$ , дорівнює 9270 м. Дійсна ж відстань між цими пунктами буде  $9270 \times 1,02 = 9455$  м.



Довжини ската на площину (карту):  
 $D_1$  — відстань на площині (карті);  
 $D$  - відстань на місцевості карті, на місцевості

Кут нахилу		Коефіцієнт переходу від довжини лінії на карті до відстані на місцевості
в градусах	в поділках кутоміра	
0	0-00	1,0
6	1-00	1,01
12	2-00	1,02
18	3-00	1,05
24	4-00	1,10
30	5-00	1,05
36	6-00	1,24

Таким чином, при вимірі відстаней по карті необхідно вводити виправлення за нахил ліній (за рельєф).

## Визначення відстаней по координатах, знятим з карти.

Прямолінійні відстані великої довжини в одній координатній зоні можуть бути розраховані по формулі:

$$S = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

де  $S$  - відстань на місцевості між двома крапками, м;

$x_1 y_1$  — координати першої точки;

$x_2 y_2$  — координати другої точки.

Цей спосіб визначення відстаней використовується при підготовці даних для стрільби артилерії й в інших випадках.

## Вимір довжини маршруту

Довжину маршруту вимірюють по карті звичайно курвіметром. Стандартний курвіметр має дві шкали для виміру відстаней по карті: з однієї сторони метричну (від 0 до 100 см), з іншої сторони дюймову (від 0 до 39,4 дюйми). Механізм курвіметра складається з обвідного колеса, з'єданого системою зубчастих передач зі стрілкою. Для виміру довжини лінії на карті треба попередньо обертанням обвідного колеса встановити стрілку курвіметра на початкове (нульове) ділення шкали, а потім прокотити обвідне колесо строго по вимірюваній лінії. Отриманий відлік по шкалі курвіметра необхідно помножити на величину масштабу карти.

Правильність роботи курвіметра перевіряють шляхом виміру відомої довжини лінії, наприклад відстані між лініями кілометрової сітки на карті. Погрішність у вимірі лінії довжиною 50 см курвіметром становить не більше 0,25 см.

Довжина маршруту на карті може бути обмірювана також циркулем-вимірником.

Вимірювання по карті довжини маршруту завжди буде трохи коротше дійсної, тому що при складанні карт, особливо дрібномасштабних, дороги випрямляють. На горбистій і гірській місцевості, крім того, є значна різниця між горизонтальним прокладанням маршруту і його дійсною довжиною через підйоми й спуски. Із цих причин в обмірювану по карті довжину маршруту необхідно вводити виправлення. Поправочні коефіцієнти для різних типів місцевості й масштабів карт неоднакові.

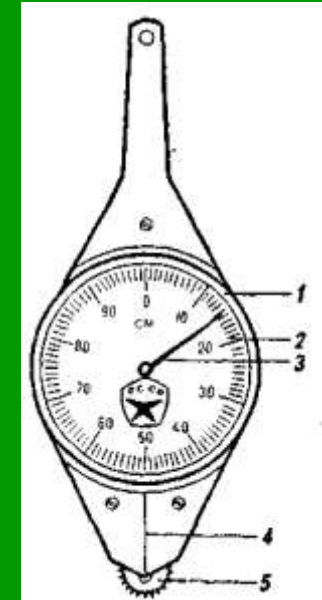
З таблиці видно, що в горбистій і гірській місцевості різниця між обмірюваною по карті й дійсною довжиною маршруту значна. Наприклад, обмірювана по карті масштабу 1:100 000 гірського району довжина маршруту дорівнює 150 км, а дійсна довжина його буде  $150 \times 1,20 = 180$  км.

Місцевість	Коефіцієнт поправки для карти масштабу			
	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000
Рівнинна	1,0	1,0	1,05	1,05
Горбиста	1,05	1,10	1,15	1,20
Гірська	1,15	1,20	1,25	1,30

## Курвіметр КУ-А:

Для визначення відстаней по карті дуже зручний, особливо при вимірюванні довжини кривих і звивистих ліній, спеціальний прилад, який називається КУРВІМІТЕР

- 1 — корпус;
- 2 — шкала;
- 3 — стрілка;
- 4 — покажчик;
- 5 — обвідне колесо.



Виправлення в довжину маршруту можна вводити безпосередньо при його вимірі по карті циркулем-вимірником, установлюючи «крок» циркуля-вимірника з урахуванням поправочного коефіцієнта.

## Визначення площі.

Площу ділянки місцевості визначають по карті найчастіше підрахунком квадратів координатної сітки, що покривають цю ділянку. Величину часток квадратів визначають на око або за допомогою спеціальної палетки на офіцерській лінійці (артилерійському колі). Кожний квадрат, утворений лініями координатної сітки на карті масштабу 1:50 000, відповідає на місцевості 1 км<sup>2</sup>, на карті масштабу 1 : 100000 — 4 км<sup>2</sup>, на карті масштабу 1 : 200 000— 16 км<sup>2</sup>.

При вимірюванні більших площ по карті або фотодокументах застосовується геометричний спосіб, що полягає у вимірі лінійних елементів ділянки й наступному обчисленні його площі по формулах геометрії. Якщо ділянка на карті має складну конфігурацію, його ділять прямими лініями на прямокутники, трикутники, трапеції й обчислюють площі отриманих фігур.

Площа руйнувань у районі ядерного вибуху підраховують по формулі  $P = n^2$ .

Величину радіуса  $R$  вимірюють по карті. Наприклад, радіус сильних руйнувань в епіцентрі ядерного вибуху дорівнює 3,5 км. Тоді  $P = 3,14 \cdot 12,25 = 38,5$  км<sup>2</sup>.

Площа радіоактивного зараження місцевості розраховують по формулі для визначення площі трапеції. Приблизно цю площу можна обчислити по формулі для визначення площі сектора кола.

$$P = \frac{Ra}{2}$$

де  $R$  — радіус кола, км;

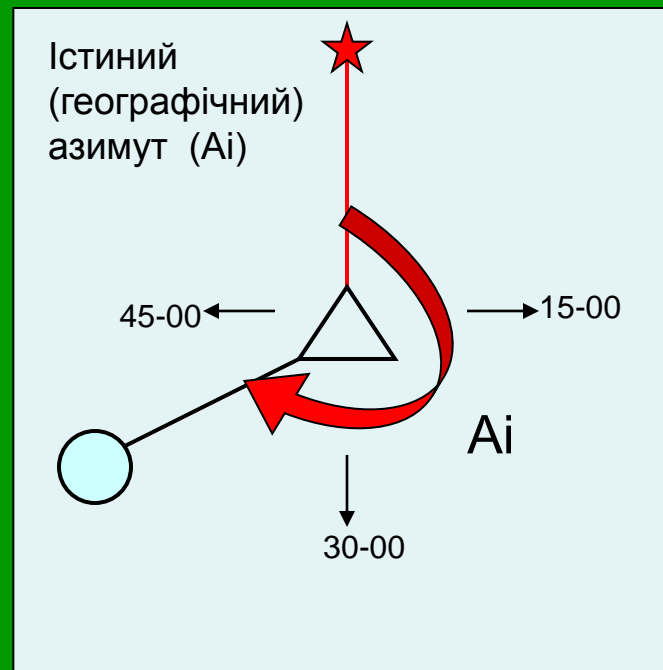
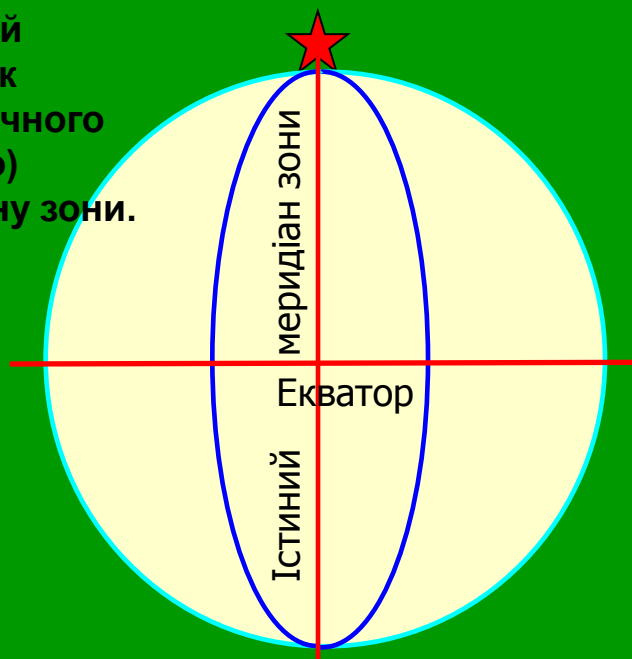
$a$  — хорда, км.



## 2. Кути що застосовуються в топографії

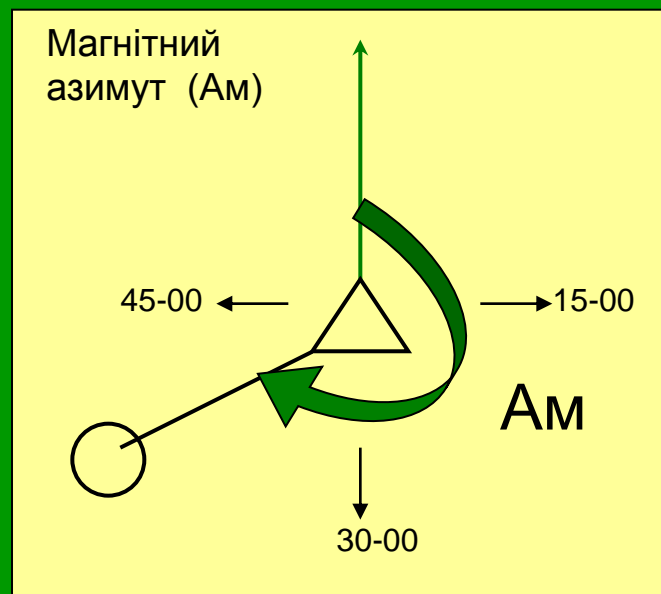
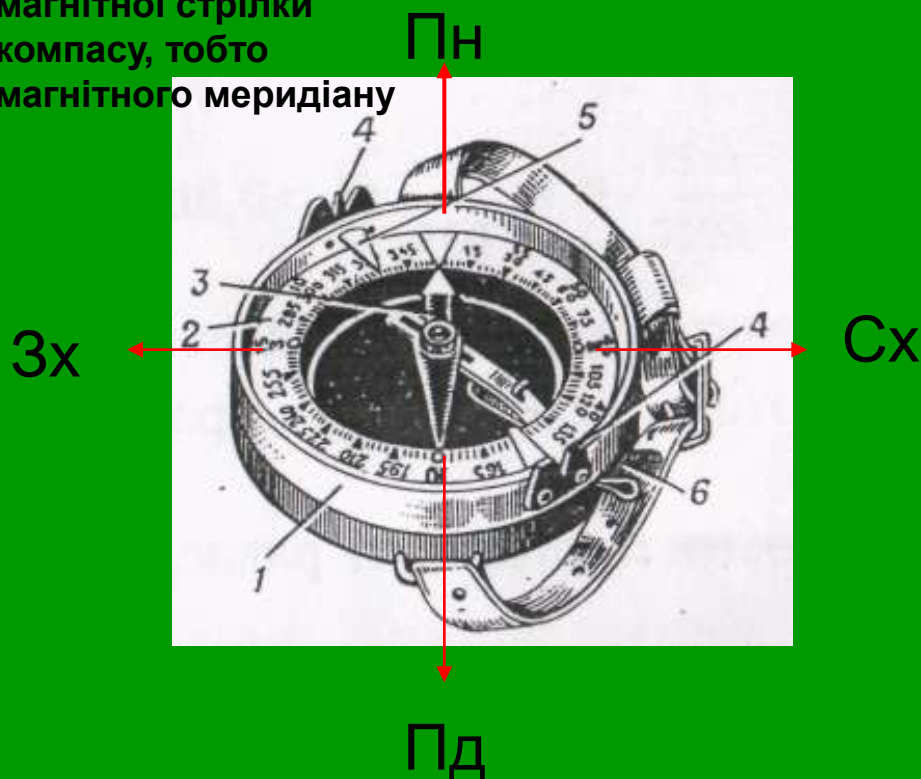
**Істинним азимутом** називається кут ( $A_i$ ) який вимірюється по ходу годинникової стрілки від 0 до 360 (00-00-60-00) від північного напрямку істинного меридіана і напрямком на обумовлену точку.

Північний напрямок географічного (істинного) меридіану зони.



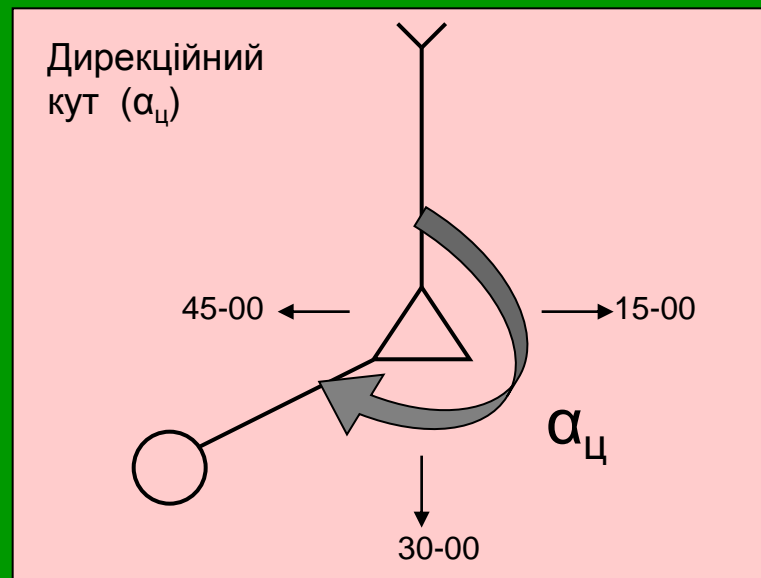
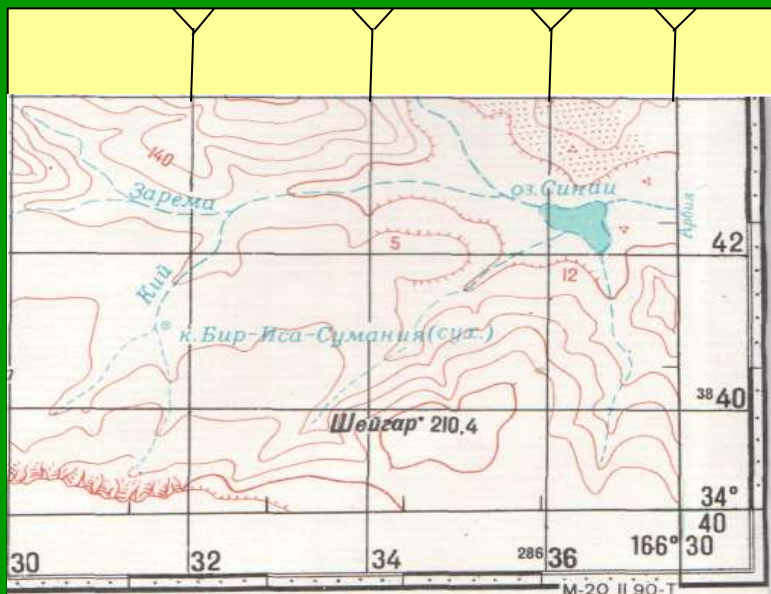
**Магнітним азимутом** називається кут ( $A_m$ ) вимірюваний по ходу годинникової стрілки від 0 до 360 (00-00-60-00) від північного напрямку магнітного меридіана (магнітної стрілки) і напрямком на обумовлену точку.

Північний напрямок магнітної стрілки компасу, тобто магнітного меридіану

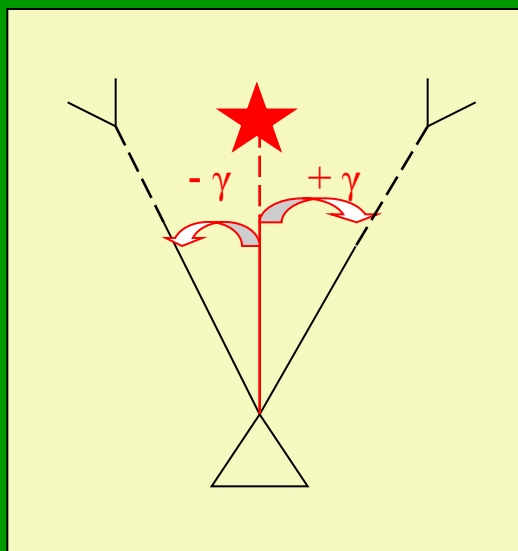


**Дирекційним кутом** називається кут ( $\alpha$ ) який вимірюється по ходу годинникової стрілки від 0 до 360 (00-00-60-00) від північного напрямку вертикальної лінії координатної сітки карти і напрямком на обумовлену точку.

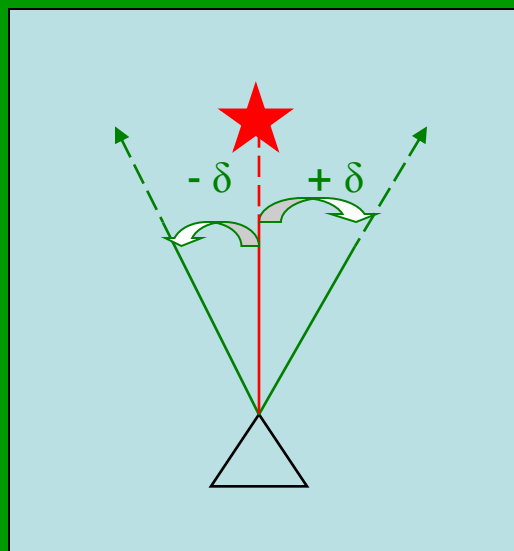
Північний напрямок  
вертикальної лінії  
координатної сітки



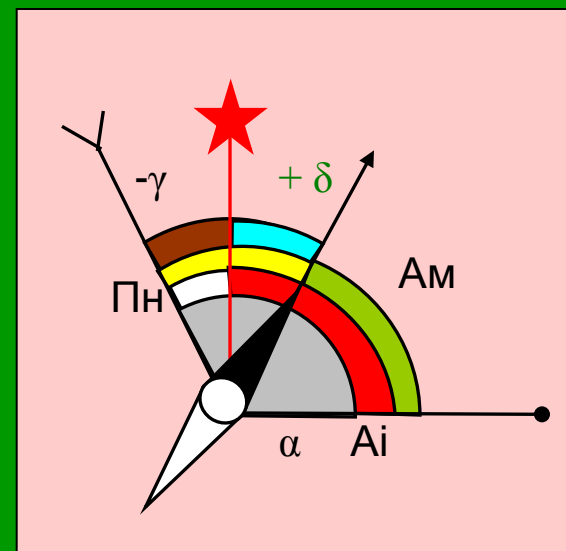
# Перехід від магнітного азимута до дирекційного кута і навпаки.



Зближення  
меридіанів ( $\gamma$ )



Магнітне  
склонение ( $\delta$ )  
 $\text{Пн} = (\pm \delta) - (\pm \gamma)$

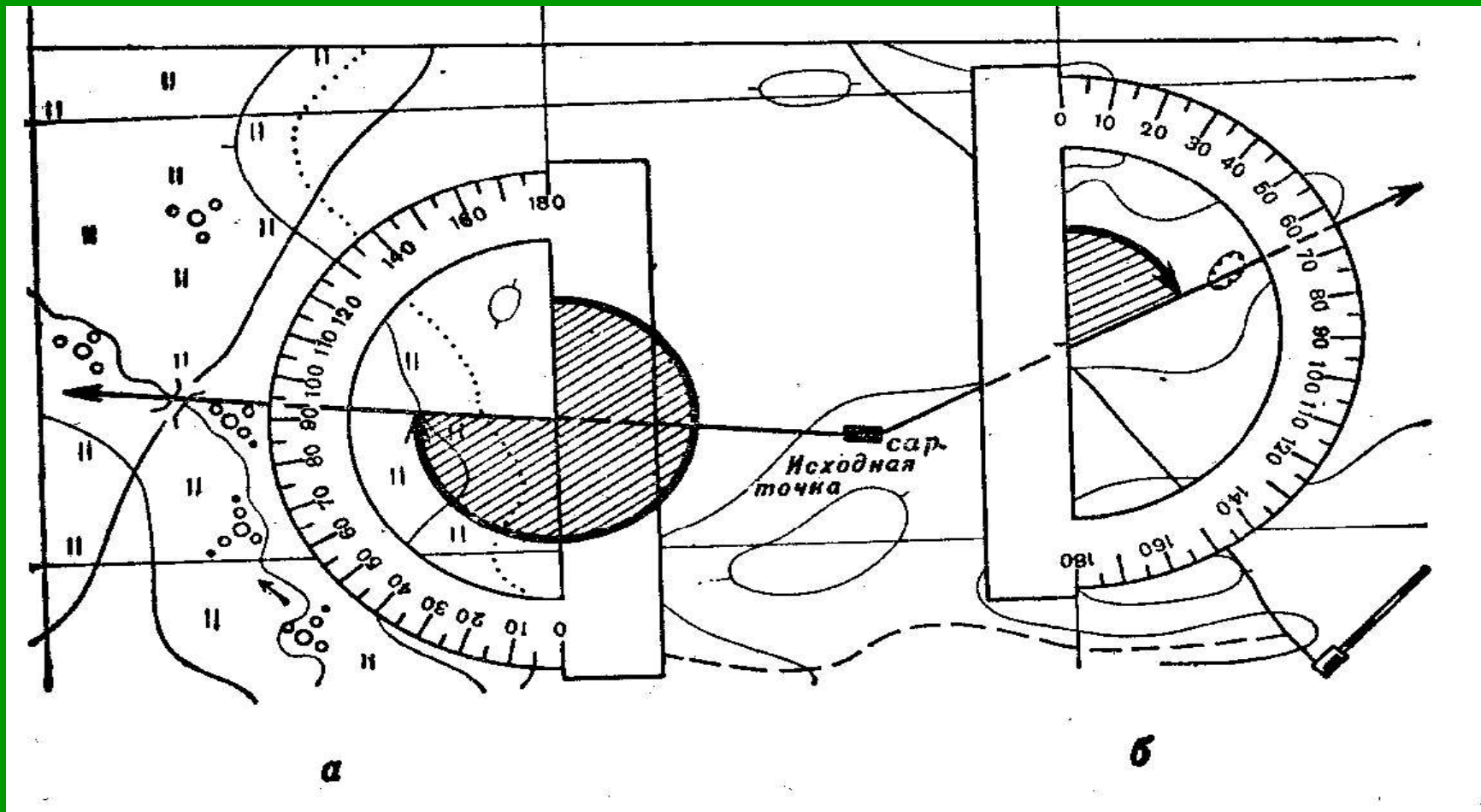


$\text{Пн} = \alpha - \text{Ам}$   
 $\alpha = \text{Ам} + (\text{Пн})$   
 $\text{Ам} = \alpha - (\text{Пн})$

- Поправку напрямку ( $P_n$ ) можна виразити формулою:  
 $P_n = (\pm \delta) - (\pm \gamma)$
- Якщо на карті виміряний дирекційний кут напрямку, то магнітний азимут цього напрямку на місцевості буде:  
 $A_m = \alpha - (\pm P_n)$
- Виміряний на місцевості магнітний азимут будь-якого напрямку переводиться в дирекційний кут цього напрямку за формулою:
- $\alpha = A_m + (\pm P_n)$

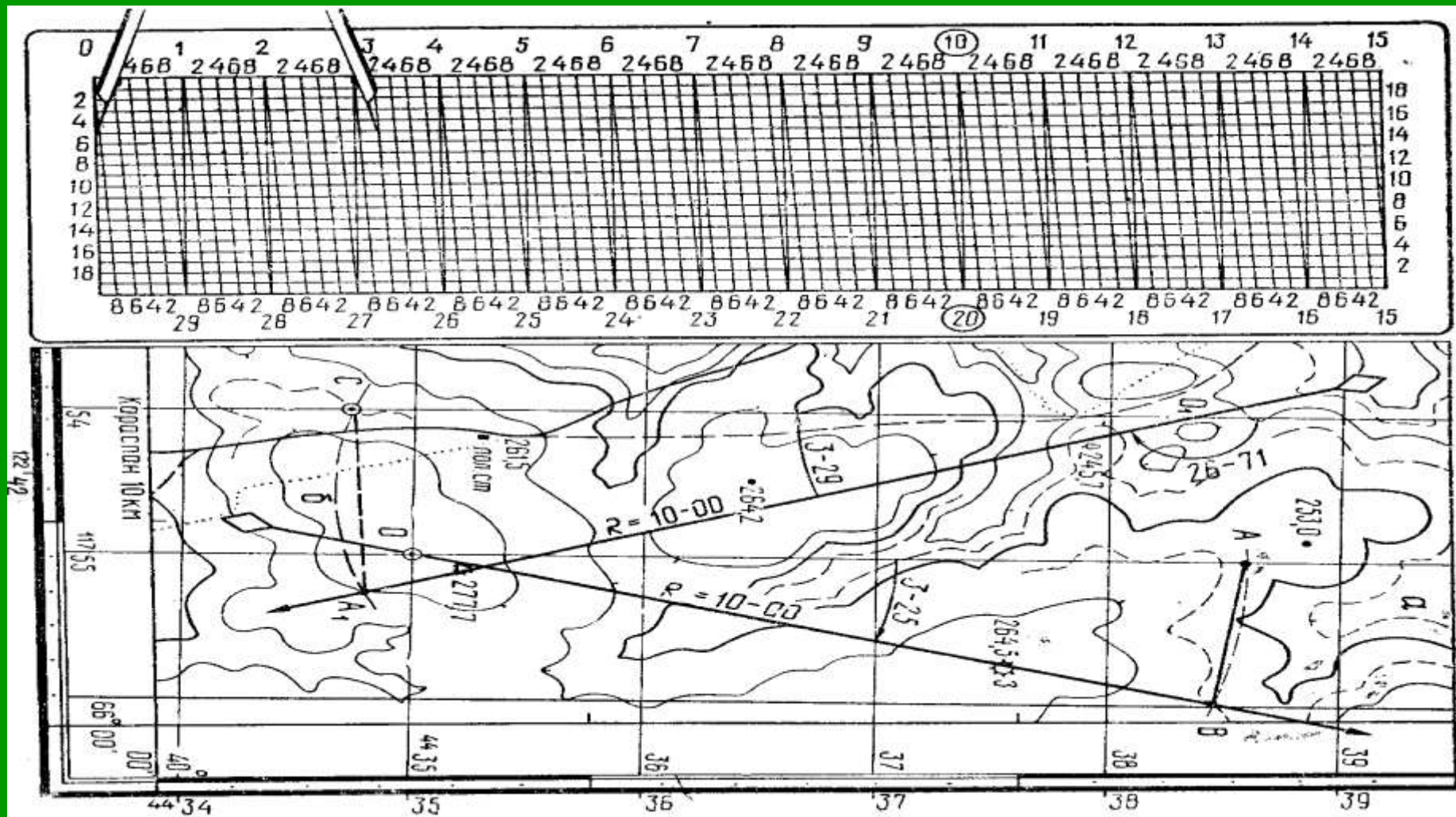
### 3. Вимірювання і побудова кутів на карті.

#### А. Транспортиром





## Б.Хордокутоміром

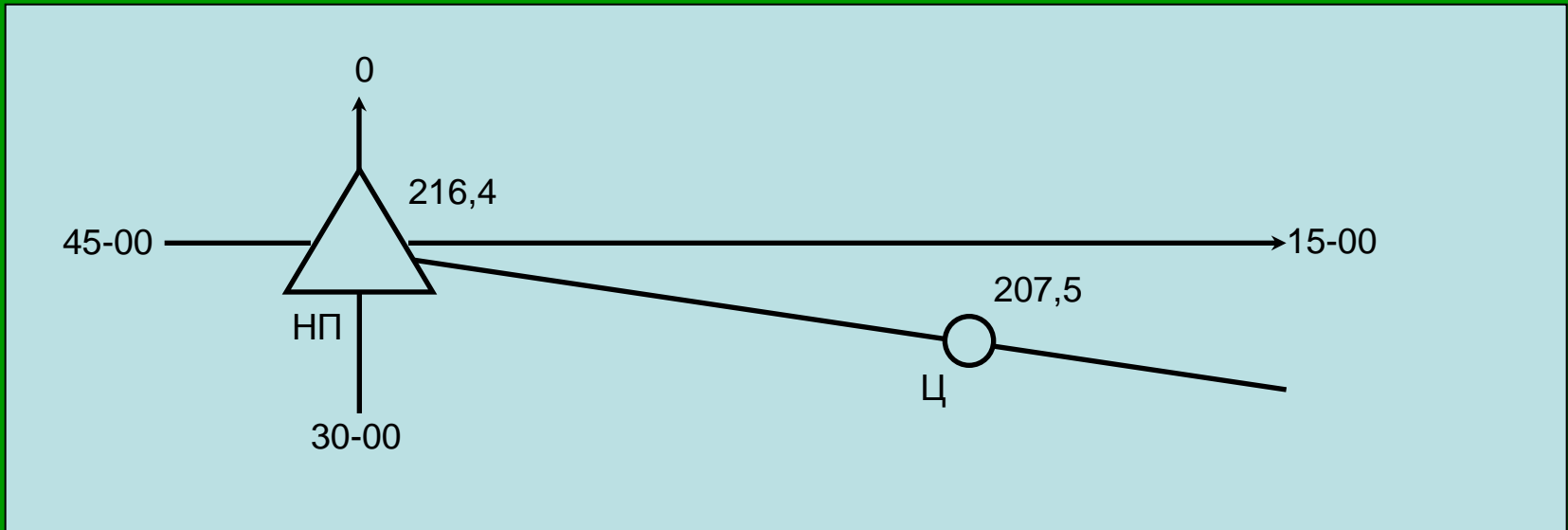


# Визначення дальності (Дт) і дирекційного кута по цілі ( $\alpha_{ц}$ ) із спостережного пункту (НП)

Дано: НП - відм. 216.4 (кв 69/10); Мета - відм. 156.9 (кв 68/12).

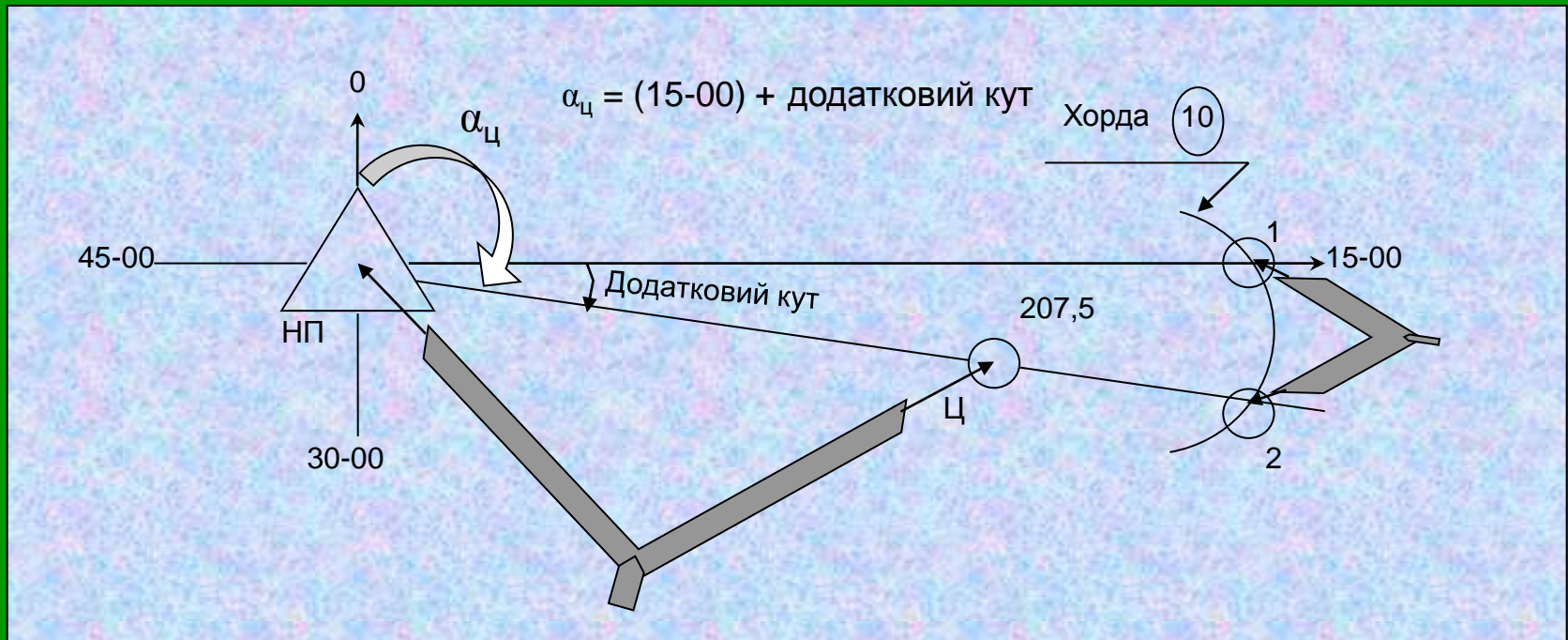
Визначити:  $\alpha_{ц}=?$   $Д_{ц}=?$

1. Знайти на карті НП - отм. 216.4 (кв 69/10); Мета - отм. 156.9 (кв 68/12). офіцерською лінійкою і олівцем нанести їх на крту. провести через Нп паралельні лінії координатної сітки карти і лінію цілі (НП - ЦІЛЬ). Визначити дирекційні кути цих ліній.





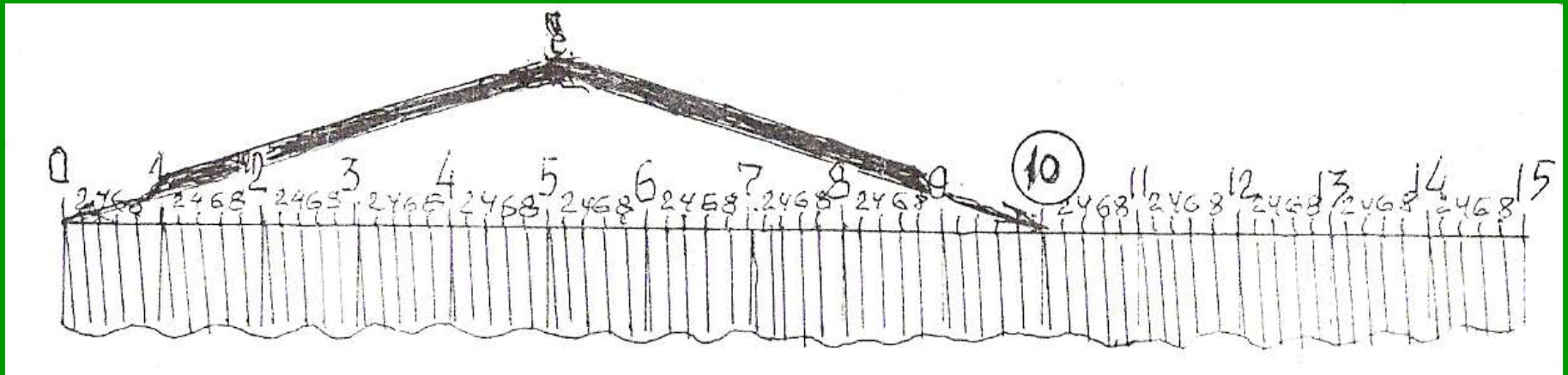
2. Для визначення дирекційного кута цілі ((15-00) + додат. кут). Кут 15-00 відомий, додатковий кут треба визначити, для цього потрібно по хордокутому визначити за допомогою вимірювача величину кута і провести з НП у бік додаткового кута через лінію 15-00 і лінією цілі через зарубки ХОРДИ10 і знаходять точки перетину ХОРДИ10 з лінією 15-00 (точка1) і з лінією 15-00 (точка2) Вимірюємо між точками 1 і 2 величину додаткового кута і по хордокутому визначаємо величину цього кута в поділках кутоміра, він дорівнює: дирекційний кут по цілі

$$\alpha_{ц} = (15-00) + (2-42) = 17-42$$


3. Визначити дальність з НП на ціль, для цього вимірником визначаємо відстань між НП і ЦІЛЛЮ. Величину цієї відстані в метрах визначаємо по поперечним масштабу.

$D_{ц} = 1690\text{м}$

Відповідь:  $\alpha_{ц} = 17-42$



В. Артилерійським колом

Лінійка МПЛ - 50 (25)

