



МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

щодо проведення практичного заняття

Розділ 3. „ТАКТИЧНА І ТАКТИКО-СПЕЦІАЛЬНА ПІДГОТОВКА”.

Модуль ТСП 03.02. „Військова топографія”.

Змістовий модуль 1. „Топографічні карти та їх використання підрозділами ЗС України”.

Заняття 7. „Прямокутні та географічні координати об’єктів. Вимір по карті дирекційних кутів та азимутів.”

1. Плоскі прямокутні координати об'єктів.

У практиці діяльності часто виникає необхідність визначати або вказувати положення окремих цілей (об'єктів) і місцевих предметів по карті (наприклад, при цілевказівці, повідомленні командирів про результати розвідки супротивника і місцевості).

Ця задача зводиться до вказівки положення цілі, місцевого предмета або свого місця розташування стосовно відомих точок (ліній); вона може вирішуватися за допомогою координат.

Координатами називаються кутові або лінійні розміри, що визначають положення точки на якійсь поверхні (на земній поверхні, на карті) або у просторі.

При визначенні положення точок на земній поверхні застосовуються географічні і плоскі прямокутні координати.

Прямокутні координати /плоскі/ - це лінійні розміри абсциса X і ордината Y , що визначають положення точок на площині /на карті/ щодо двох взаємно перпендикулярних осей X і Y .

При викладанні матеріалу мнімо розбиваю поверхню земної кулі на – 60 зон, кожна обмежена двома меридіанами.

При розгортанні зон у площину проекція Гаусса задає в кожній зоні систему прямокутних координат, де вісь X - осьовий меридіан зони, а вісь Y - лінія екватора.

Координати зони мають порядкові номери від 1 до 60, які зростають із заходу на схід. Західний меридіан першої зони збігається з меридіаном Гринвіча. Отже, координатні осі кожної зони займають чітко визначене положення на земній поверхні.

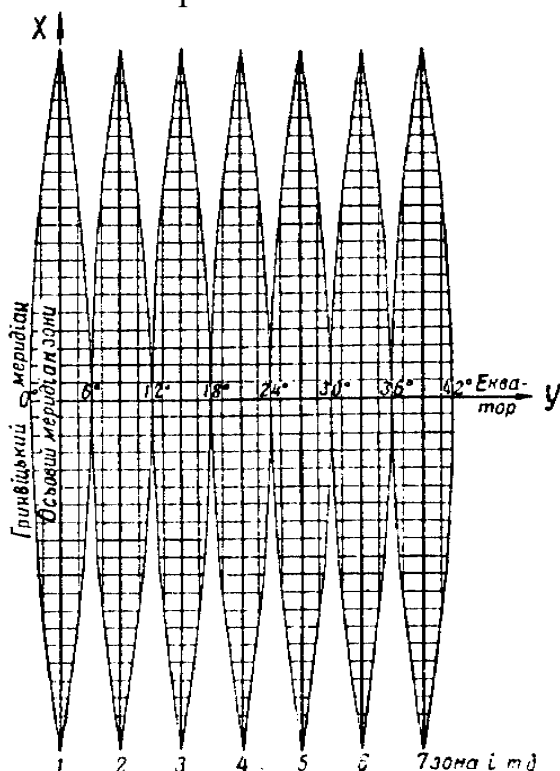
Територія СНД розміщення в 29 зонах від 4 по 32 включно. Протяжність кожної зони з півночі на південь = 20000 км.

Ширина зони на екваторі = 670 км.

На широті 40° - 510 км.

На широті 50° - 430 км.

На широті 60° - 340 км.



Початок координат у кожній зоні служить точка перетинання середнього /осьового/ меридіана зони з екватором. Середній меридіан - це вісь абсцис / X /, екватор - вісь ординат / Y /.

Таким чином, щоб покрити всю земну поверхню, створюється за числом зон *шістдесят систем прямокутних координат* за вищевказаним принципом.

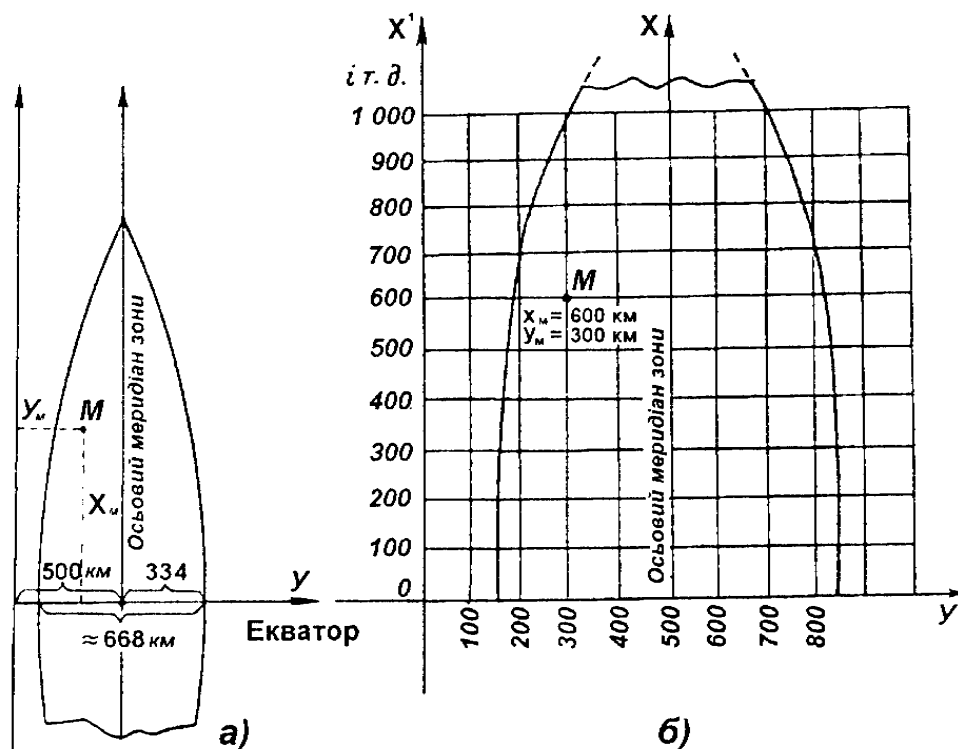
У кожній зоні проводяться лінії координатної сітки - сітки квадратів, утвореної горизонтальними і вертикальними лініями, які проведені паралельно осям прямо-

кутних координат через певну кількість кілометрів.

Тому координатну сітку також називають кілометровою сіткою, а її лінії - кілометровими.

У топографії орієнтування проводиться по півночі з рахунком кутів по ходу годинникової стрілки, тому для зберігання знаків тригонометричних функцій положення осей координат, прийняте в математиці повертається на 90^0 .

При такому розташуванні координатних осей абсиси точок, розташованих південніше екватора й ординати точок розташованих на захід /екватора/ середнього меридіана будуть мати негативні значення. Для зручності користування координатами на топографічних картах прийнятий умовний рахунок ординат, що включає негативні значення ординат. Це досягається, що відлік ординат йде не від "0", а від відмітки 500 км. вліво уздовж осі Y.



Лінії координатної сітки мають підписи і цифрові позначення біля виходів ліній за внутрішньою рамкою аркуша і в дев'яти місцях на кожному аркуші карти. На лініях, паралельних екватору, підписується віддалення від екватора в кілометрах (X); на лініях сітки, паралельних осьовому меридіану зони, - номер зони (1-2 цифри) і останні три цифри - відстань до лінії винесеного початку відрахунку (Y) в кілометрах.

Наприклад:

Повні координати вказуються без скорочень

$$X = 5\ 650\ 450$$

$$Y = 3\ 620\ 840$$

Це означає, що точка розташована до півночі від екватора на віддаленні 5 650 км. 450 м.

У 3-й зоні на відстані 120 км. 840 м. /620-500=120/ від середнього меридіана зони.

Скорочені координати: застосовуються для прискорення цілевказівки, у цьому випадку вказуються тільки десятки кілометрів і метри.

$$X=50450$$

$$Y=20840$$

Наближені координати:

$X=50$

$Y=20$

вказуються тільки кілометрові лінії де знаходиться об'єкт.

Визначення плоских прямокутних координат для заданої точки.

Визначення прямокутних координат точок за картою зводиться до вимірювання найкоротшої відстані точки до найближчих ліній координатної сітки (визначення приросту).

Повні прямокутні координати точки (об'єкта) на карті визначають:

1. Знаходять значення X и Y найближчих до точки координатних ліній.
2. Циркулем вимірюють по перпендикулярі відстань від об'єкта до нижньої км. лінії і по лінійному масштабі визначають його розмір.
3. Цей розмір підписують справа від підпису км. лінії.
4. Визначають також ординату Y , тільки відстань вимірюють до лівої сторони квадрата.

Аналогічні виміри можна робити і лінійкою, тільки ступінь точності при цьому буде знижена.

Можна користуватися координатоміром - прямої кут офіцерської лінійки по стороні якого нанесені мм розподіли.

Наприклад (*слайд*), для визначення прямокутних координат моста в квадраті 66 08 необхідно:

1. Визначити приріст ΔX від горизонтальної лінії координатної сітки (яка знаходиться на відстані 6066 км від екватора) до моста.
2. Визначити приріст ΔY від вертикальної лінії координатної сітки (яка знаходиться в 4-й зоні на відстані 308 км від умовного осьового меридіана) до моста.

Наприклад (*слайд*), для визначення прямокутних координат моста в квадраті 66 08 необхідно:

1. Визначити приріст ΔX від горизонтальної лінії координатної сітки (яка знаходиться на відстані 6066 км від екватора) до моста.
2. Визначити приріст ΔY від вертикальної лінії координатної сітки (яка знаходиться в 4-й зоні на відстані 308 км від умовного осьового меридіана) до моста.

Прямокутні координати моста будуть мати вигляд:

$X = 6066 \text{ км} + 640 \text{ м} = 60 \ 66 \ 640$

$Y = 4308 \text{ км} + 360 \text{ м} = 43 \ 08 \ 360$

Наприклад, нанести ціль за координатами (*слайд*): $X=6067180$, $Y=4309960$. Ціль знаходиться в квадраті 67 09, приріст становить: $dX=180$ м, $dY=960$ м. Від кілометрової лінії 67 відкладаємо вгору величину $dX=180$ м і праворуч від вертикальної лінії 09 - величину $dY=960$ м. У перетині перпендикулярів, установлених на кінцях цих відрізків, одержимо необхідну ціль на карті.

Даю завдання і контролюю слухність нанесення студентами цілей на карту по прямокутних координатах.

2. Географічні координати об'єктів.

У практичній діяльності підрозділів ДСНС виникає необхідність визначати або вказувати положення окремих цілей (об'єктів) і місцевих предметів по карті (наприклад, при цілевказанні, повідомленні начальнику (командиру) про результати вивчення місцевості).

Це завдання полягає у визначенні положення цілі, місцевого предмета або свого місця розташування стосовно відомих точок (ліній), задля цього можуть бути потрібні координати цілей (об'єктів).

Координатами називаються кутові чи лінійні величини, якими визначають положення точок у тій чи іншій системі координат. У кожному конкретному випадку застосовуються системи координат, які найкраще відповідають вимогам щодо визначення положення об'єктів.

При визначенні положення точок на земній поверхні застосовуються географічні та плоскі прямокутні координати.

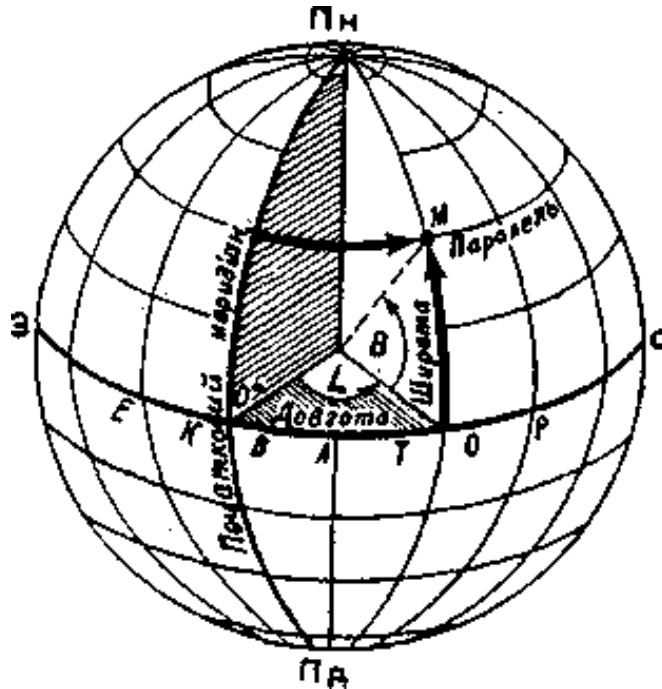
Вони дають можливість просто і точно визначити положення точок (об'єктів, цілей) на земній поверхні за результатами вимірювань, виконаних безпосередньо на місцевості чи за картою.

Системою географічних координат називається система, в якій розташування точки наземній поверхні визначається кутовими величинами (широтою і довготою) відносно площин екватора і початкового (Гринвіцького) меридіана. Відлік географічних координат ведеться від точки його перетину з екватором.

Географічні (геодезичні) координати - кутові величини (широта і довгота).

Широта точки (В) - кут між площиною екватора і нормаллю -лінією, що проходить через дану точку під кутом 90° до поверхні земного еліпсоїда. Географічну широту прийнято позначати грецькою буквою φ (фи). Широти відраховуються по дузі меридіана в обидві сторони від екватору, починаючи від 0° до 90° . У північній півкулі широти зчитуються північними, а в південному - південними.

Всі точки земної поверхні, що лежать на одній географічній паралелі, мають однакову широту, тому одна широта не визначає положення точки. Для визначення місця розташування точки на поверхні Землі необхідно знати другу координату - географічну довготу.



Довгота точки (L) - двогранний кут, утворений площиною Гринвіцького меридіана і площиною меридіана даної точки. Може бути східною чи західною від 0° до 180° . Географічну довготу позначають буквою грецького алфавіту λ (лямбда). Довготи рахуються по дузі екватору або паралелі в обидві сторони від початкового меридіану, починаючи з 0° до 180° . Довготи до сходу від початкового меридіану до 180° називаються східними, а до заходу - західними.

Визначення географічних координат для заданої точки.

Необхідність визначення по карті географічних координат цілей виникає не так часто, але з огляду на, що географічні координати мають деякі особливості в порівнянні з прямокутними, необхідно уміло використовувати їх у відповідній обстановці.

По-перше - географічні координати зручні тим, що вони мають єдиний початок (перетинання Грінвіцького меридіану з екватором). При роботі з ними відпадає необхідність перечислення координат точок із зони в зону.

По-друге - для визначення місця розташування цілей (об'єктів), поряд із нашими топографічними картами, можна використовувати карти будь-яких держав без усяких перекислений географічних координат, як це потрібно при роботі з прямокутними координатами. Картографічні проекції, призначені в основу топографічних карту інших державах мають різноманітні вихідні дані і для перекладу їхніх координат у нашу систему потребуються складні перечислення.

При роботі з географічними координатами чітко потрібно знати взаємозв'язок між градусами, хвилинами і секундами, а також міжкутовими і лінійними розмірами. Це необхідно для безпомилкового визначення географічних координат цілей (об'єктів) із достатньо високим ступенем точності при використанні великомасштабних топографічних карт.

Відомо, що в одному градусі укладається 60 хвилин, а в одній хвилині 60 секунд. Довжина дуги в 1 хвилину по широті на місцевості складає приблизно 1850 метрів, а в 1 секунду - 30 метрів. Довжина дуги 1 хвилину по довготі на

місцевості є величина переміна від 1850 метрів на екваторі до 0 метрів на південному або північному полюсу. У нашій місцевості на широті 50° розмір дуги в 1 хвилину на місцевості приблизно дорівнює 1000 метрам, а в 1 секунду - 18 метрів.

Для того, щоб графічна точність виміру по карті не перевищувала 0,2 мм, знаючи, що дуга в одну кутову секунду на місцевості не перевищує 30 метрів, необхідно вимірювати географічні координати по карті з такою точністю:

- по карті масштабу 1:25 000 - 0,2 секунди;
- по карті масштабу 1:50 000 - 0,3 секунди;
- по карті масштабу 1:100 000 - 0,5 секунди.

Тепер роздивимося сутність визначення географічних координат цілей (об'єктів), тобто широти і довготи. Для цього скористаємося малюнком (показую на екрані, або на плакаті). На цьому малюнку зображене за рамочне оформлення великомасштабної карти.

Внутрішніми рамками топографічних карт є лінії меридіанів і паралелей; їхні широта і довгота підписуються в кутах кожного аркуша карти.

На картах масштабів 1:25 000 - 1:200 000 сторони рамок поділені на відрізки, що дорівнюють 1'. Ці відрізки відтінені через один і розмежовані крапками на частини по 10" (окрім карти масштабу 1:200000).

Визначення географічних координат точки за картою виконується за відомими широтою і довготою найближчих до даної точки паралелі і меридіана. Для цього на картах масштабів 1:25 000 - 1:200 000 проводять на південь від точки паралель і на захід - меридіан і сполучають однойменні мінуси за сторонами рамки аркуша карт. Потім від проведених ліній визначають величину відрізків (Aa_1 і Aa_2) на сторонах рамки.

Точність визначення географічних координат об'єктів (цілей) за картами масштабів 1:25 000 - 1:200 000 не повинна перевищувати 2"-10" відповідно.

Разом із студентами визначаю географічні координати декількох цілей (об'єктів).

Питання для контролю ступеня засвоєння матеріалу:

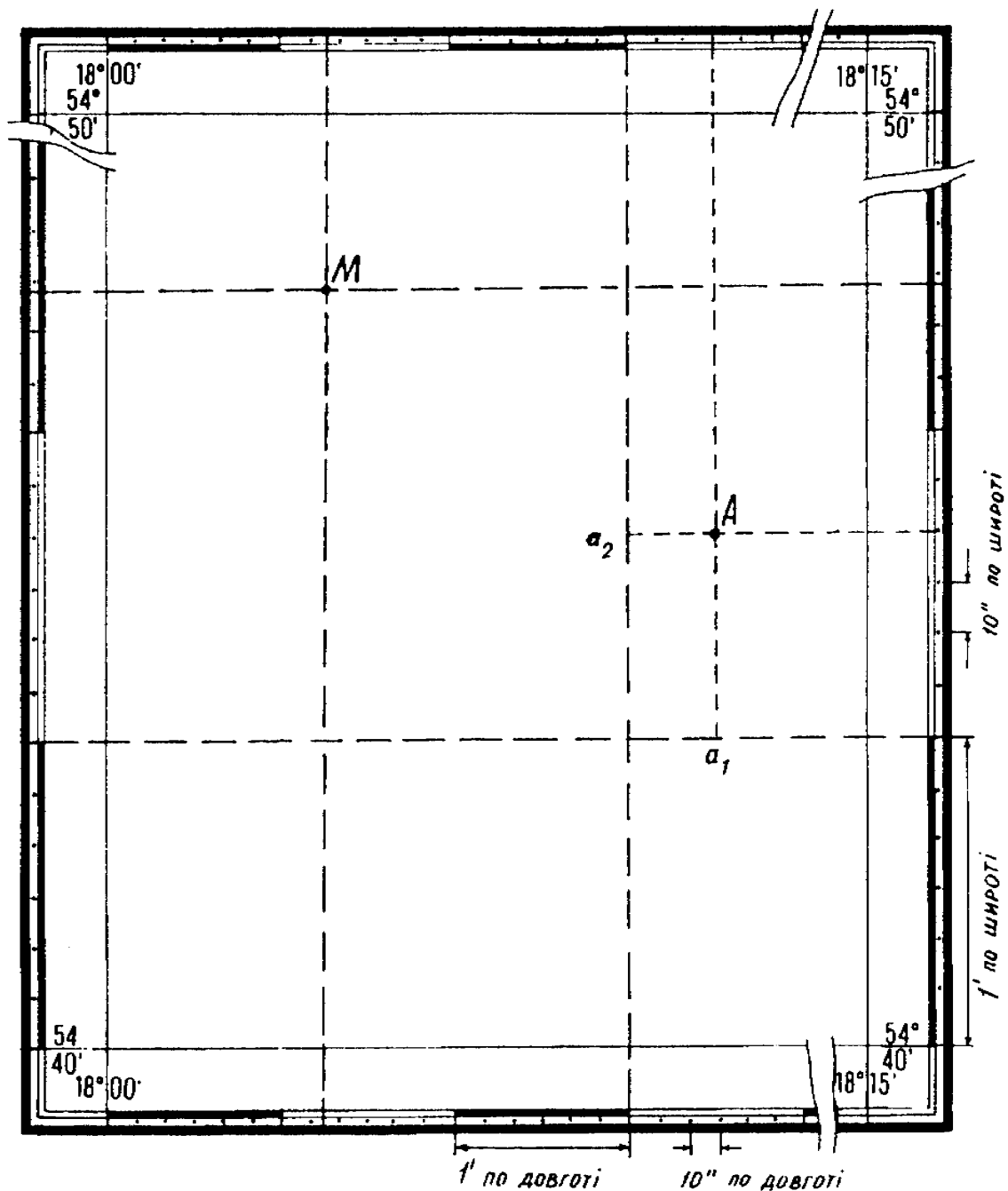
- визначити географічні координати об'єктів (заздалегідь підготовлених викладачем).

Нанесення на топографічну карту цілей (об'єктів) за їхніми географічними координатами.

Нанесення цілей (об'єктів) на топографічну карту по їхніх географічних координатах провадитися в такий спосіб (показується на екрані, або на плакаті):

- На західній і східній рамках відмічають значення координат цілі за широтою.
- На південній і північній рамці - за довготою.
- З'єднавши відмітку за широтою і довготою, у перетині паралелі і меридіана наносять положення цілі на карті.

Даю завдання і контролюю правильність нанесення студентами цілей на карту за географічними координатами.



3. Визначення дирекційних кутів і азимутів.

При роботі з топографічною картою виникає необхідність у визначенні напрямків із початкової точки на будь-який предмет, віддано прийнятого за початкове.

За початковий напрямок можна прийняти:

- північний напрямок кілометрової сітки (вертикальну лінію);
- північний напрямок магнітної стрілки компаса;
- напрямок географічного меридіана.

Істинний азимут (A_i) - кут між північним напрямом істинного меридіана (східна чи західна рамки карти) і напрямом на ціль.

Магнітний азимут (A_m) - кут між північним напрямом магнітного меридіана (зафіксованого магнітною стрілкою компаса) і напрямом на ціль.

Магнітний азимут на місцевості вимірюється за допомогою компаса, у такому порядку :

1. Включити "аретир" (розстопорити магнітну стрілку компаса).
2. Повернути компас так, щоб північний кінець магнітної стрілки установився навпроти "0"-го розподілу шкали.
3. Не міняючи положення компаса встановити візирний пристрій так, щоб лінія візування пройшла через цілик і мушку і співпала з напрямком на орієнтир (об'єкт).
4. Визначити по шкалі компаса величину куту.

Величина цього куту і буде магнітним азимутом. Використання цього засобу орієнтування напрямків неможливо в районах магнітних аномалій і магнітних полюсів.

Дирекційний кут (α) – кут (рис.1) між північним напрямом вертикальної лінії кілометрової сітки і напрямом на ціль.

Для **визначення за картою дирекційного кута** транспортиром необхідно:

1. З'єднати прямою лінією точки на карті, між якими визначається дирекційний кут.
2. У будь-якій точці перетину проведеної прямої з вертикальною лінією координатної сітки виміряти транспортиром кут за ходом годинникової стрілки від північного напрямку вертикальної лінії до напрямку на ціль

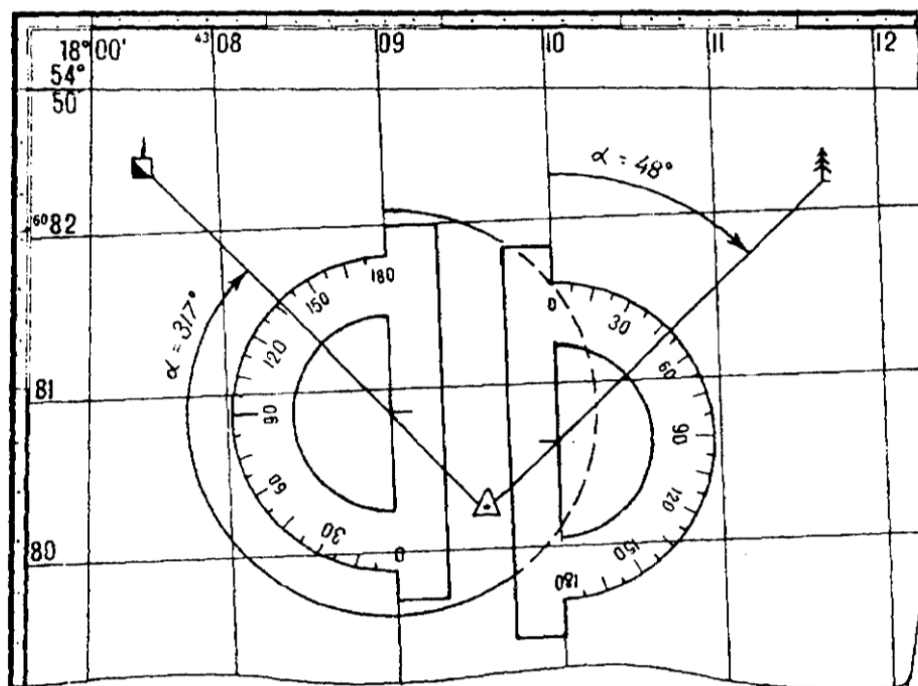


Рис. 1. Визначення за картою дирекційного кута за допомогою транспортиру.

Питання для контролю засвоєння пройденого матеріалу:

1. Дати визначення дирекційного куту.
2. Визначити дирекційний кут.
 - а) на напрямок на об'єкт (на дошці)
 - б) на карті: - від висоти 74.8 (1786) до цвинтаря (1987) $\alpha = 43^0$

- від висоти 76.8 (1989) до міст (1888) $\alpha = 248^{\circ}$
- від висоти 67.1 (1991) висоти 65.7 (1993) $\alpha = 90^{\circ}$

Перехід від дирекційного кута до магнітного азимута і навпаки.

Перехід від дирекційний куту до магнітного азимута й назад, виконують тоді, коли на місцевості необхідно за допомогою компаса знайти напрямок, дирекційний кут якого вимірюється по карті або навпаки, коли на карті необхідно завдати напрямок, магнітний азимут якого виміряний на місцевості за допомогою компаса.

Для переходу від дирекційного кута до магнітного азимута потрібно знати сполучні кути, що містяться між вихідними напрямками - магнітне схилення і зближення меридіанів що складає поправку напрямку.

Магнітне схилення (Сх) - кут між істинним і магнітним меридіанами; може бути східним (додатнім) або західним (від'ємним).

Зближення меридіанів (Зб) - кут між північним напрямом істинного меридіана даної точки і вертикальною лінією кілометрової сітки; може бути східним (додатнім) або західним (від'ємним).

Поправка напрямку (ПН) - кут між північним напрямом вертикальної лінії кілометрової сітки в даній точці і магнітним меридіаном.

Перехід від дирекційного кута до магнітного азимута і навпаки можна виконати алгебраїчним або графічним способом.

Алгебраїчний спосіб переходу міститься у використанні формул:

$$\text{ПН} = (\pm\text{Сх}) - (\pm\text{Зб}) ;$$

тобто, поправка напрямку (ПН) дорівнює алгебраїчній різниці магнітного схилення (Сх) і зближення меридіанів (Зб.).

$$\text{Ам} = \text{ДК} - (\pm\text{ПН}) ;$$

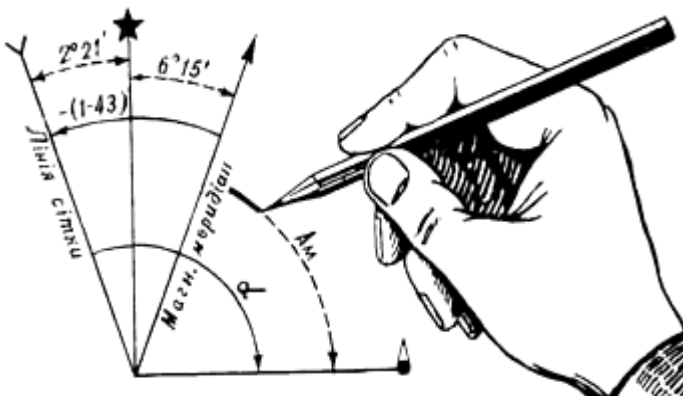
тобто, магнітний азимут (Ам) дорівнює алгебраїчній різниці дирекційного кута (ДК) і поправки напрямку (ПН).

$$\text{ДК} = \text{Ам} + (\pm\text{ПН}) ;$$

тобто дирекційний кут (ДК) дорівнює алгебраїчній сумі магнітного азимута (Ам) і поправки напрямку (ПН).

Величина сполучних кутів (Сх, Зб, ПН) та їх знаки беруться з тексту під нижнім лівим кутом рамки карти.

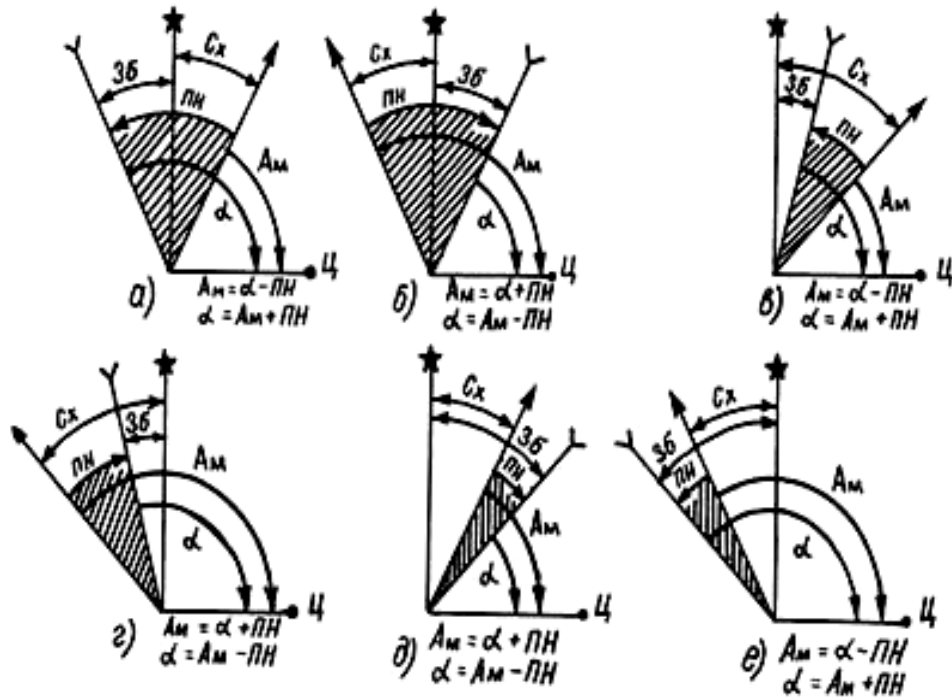
Графічний спосіб переходу заснований на використанні схеми полярних осей для даної карти, яка знаходиться



внизу карти ліворуч від лінійного масштабу.

При роботі з компасом двома випадками (д та е) з шести можна знехтувати і вважати, що $\text{Ам} = \text{ДК}$.

В інших випадках креслення на карті доповнюють (подумки чи олівцем) довільним напрямом на ціль і використовуючи сполучні кути, визначають, який кут більший (ДК або Ам) і на яку величину. При цьому знаки не враховуються, беруться абсолютні значення сполучних кутів.



Приклад:

Визначте магнітний азимут алгебраїчним і графічним способами, якщо ДК-110°, магнітне схилення Сх - 14°30' східне, зближення меридіанів 3б - 2°15' східне.

Рішення:

1. Алгебраїчний спосіб

$$A_m = D_k - Пн$$

де поправка напрямку розраховується за формулою

$$Пн = (\pm C_x) - (\pm 3б)$$

У нашому випадку і Сх і 3б - східні, тому беруться із знаком (+)

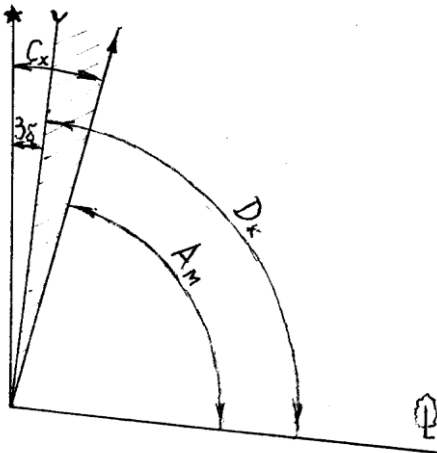
$$Пн = 14^\circ 30' - 2^\circ 15' = 12^\circ 15'$$

$$A_m = 110^\circ - 12^\circ 15' = 97^\circ 45'$$

2. Графічний спосіб

$$A_m = D_k - C_x + 3б$$

$$A_m = 110^\circ - 14^\circ 30' + 2^\circ 15' = 97^\circ 45'$$



Питання для контролю ступеня засвоєння матеріалу:

1. Визначити скорочені плоскі прямокутні координати об'єктів, (заздалегідь підготовлених викладачем).
2. Визначити повні плоскі прямокутні координати об'єктів, (заздалегідь підготовлених викладачем).
3. Що називається зближенням меридіанів?
4. Що називається магнітним відмінюванням?
5. Перейти від дирекційного куту до магнітного азимуту:
 - а) по формулі;
 - б) без формули за допомогою схеми на листі карти.