

Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого
Військово-юридичний інститут

Кафедра загальновійськових дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри

загальновійськових дисциплін

полковник

Станіслав КОРОЛЬОВ

« ____ » _____ 20 ____ р.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

**для проведення групового заняття № 8
з навчальної дисципліни
«Військова топографія»**

Модуль 3. ВИМІРЮВАННЯ ЗА ТОПОГРАФІЧНИМИ КАРТАМИ ТА АЕРОКОСМОЗНІМКАМИ.

Тема 9. Визначення координат за топографічними картами.

Заняття 9.1. Визначення координат за топографічними картами.

Групове заняття № 8. Визначення координат за топографічними картами.

Навчальні та виховні цілі:

1. Надати курсантам систематизовані знання щодо:
 - визначення географічних, прямокутних координат за топографічною картою;
 - нанесення цілей на карту за відомими координатами;
 - полярних та біполярних координат.
2. Прищеплювати курсантам навички роботи з бойовими графічними документами.
3. Сприяти формуванню у курсантів постійного прагнення до самовиховання та самоосвіти.

Групи: 1, 2, 3, 4 н/г – 1 курс.

Час: 2 год.

Місце: ауд. за розкладом.

1. Навчальні питання та розподіл часу

Вступ.....	5 хв.
Основна частина заняття.....	70 хв.
1. Системи координат, що застосовуються у військовій топографії.....	10 хв.
2. Визначення географічних координат за топографічною картою і нанесення цілей на карту за відомими координатами	15 хв.
3. Сутність системи плоских прямокутних координат.....	15 хв.
4. Визначення прямокутних координат за топографічною картою і нанесення цілей на карту за відомими координатами.....	15 хв.
5. Додаткова координатна сітка на стику сусідніх зон.....	10 хв.
6. Полярні та біполярні координати.....	5 хв.
Заключна частина	5 хв.

II. Навчально-матеріальне забезпечення

- мультимедійний проектор Inphocus;
- презентація за темою групового заняття, підготовлена за комп'ютерною програмою Microsoft Power Point;
- навчальні топографічні карти різних масштабів,
- навчальна топографічна

III. Навчальна література

1. Шмаль С.Г., Міхно О.Г., Савков П. А., Гудзь А.М., В.Б. Бахвалов, Писаренко Р.В., Військова топографія. Видання 4-е, перероблене та доповнене – К.: Видавництво ЦУВ та Н ГУОЗ ЗСУ, 2016. – 49
2. Шмаль С.Г., Прохоров О. А., Савков П.А., Толок І.В., Гудзь А.М., Полець О. П., Військова топографія. Видання 5-е, перероблене та доповнене – К.: „Видавництво Ліра - К”, 2017. – 643 с.: іл.
3. А.І. Олещенко, С.Ю. Поляков. Вимірювання та орієнтування за топографічною картою. Навчально - методичний посібник. – Х.: ХДТУБА, 2004 р.
4. З. А. І. Олещенко Орієнтування та вимірювання за топографічною картою. Навчально - методичний посібник. – Х.: 2016 р.
5. А. І. Олещенко, Є. Г. Башкатов, С. Ю. Поляков, С. М. Мельник. Навчальний посібник. Орієнтування та вимірювання за топографічною картою: Харків: НАНГУ, 2016. - 180 с.
6. А. І. Олещенко, Є. Г. Башкатов, С. Ю. Поляков С. М. Мельник. Навчальний посібник. Місцевість. Орієнтування та вимірювання на ній без карти: Харків: НАНГУ, 2016. - 100 с.

ЗМІСТ ЗАНЯТТЯ ТА МЕТОДИКА ЙОГО ПРОВЕДЕННЯ

ВСТУП

Прийняти доповідь про готовність групи до заняття. Перевірити: наявність особовою; зовнішній вигляд курсантів і наявність у них навчально – матеріального забезпечення; знання питань з минулого заняття.

Контроль знань курсантів з минулого заняття провести у формі письмової літучки за питаннями:

- масштаби карт;
- поперечний масштаб;

По закінченні контролю зібрати відповіді для перевірки і виставлення оцінок. Оголосити, що оцінки за результатами контролю будуть доведені на наступному занятті.

Оголосити тему заняття, час на заняття, навчальну та виховну мету. Довести навчальні питання і порядок проведення заняття. Роздати навчальні топографічні карти.

ОСНОВНА ЧАСТИНА ЗАНЯТТЯ

ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ

1. Системи координат, що застосовуються у військовій топографії

Система координат – це сукупність ліній і площин, орієнтованих певним чином у просторі, відносно яких визначається положення об'єктів (цілей). Лінії, що прийняті за початкові, служать осями координат, а площини – координатними площинами.

Координатами називаються кутові чи лінійні величини, якими визначають положення точок у тій чи іншій системі координат. Існує багато систем координат у різних галузях науки, техніки та у військовій справі, проте всі вони поділяються на дві основні групи – просторові та плоскі координати.

До *просторових координат* відносяться географічні (астрономічні, геодезичні), геоцентричні та зоряні, а до *плоских координат* відносяться плоскі прямокутні, полярні та біполярні координати. У кожному конкретному випадку застосовуються системи координат, які найкращим чином відповідають вимогам щодо визначення положення об'єктів на площині чи у просторі.

У військовій топографії широко застосовуються системи *географічних, плоских прямокутних, полярних та біполярних координат*, які дають можливість просто і точно визначити положення точок (об'єктів, цілей) на земній поверхні за результатами вимірювань, виконаних безпосередньо на місцевості чи за картою.

Системи географічних координат, відверто кажучи, не існує. Терміном „географічні координати” об'єднують астрономічні та геодезичні координати.

Астрономічні координати (φ і λ) – координати точок на земній поверхні, які визначаються за результатами спостережень за небесними світилами. При визначенні астрономічних координат *точка проектується прямовисною лінією на поверхню геоїда*.

Геодезичні координати (B і L) – координати точок на земній поверхні, які визначаються за результатами геодезичних вимірювань на місцевості. При визначенні геодезичних координат *точка проектується нормаллю на поверхню земного еліпсоїда*.

Внаслідок нерівномірного розподілення маси Землі і відхилення поверхні геоїда від поверхні земного еліпсоїда прямовисна лінія в загальному випадку не збігається з нормаллю (рис. 1).

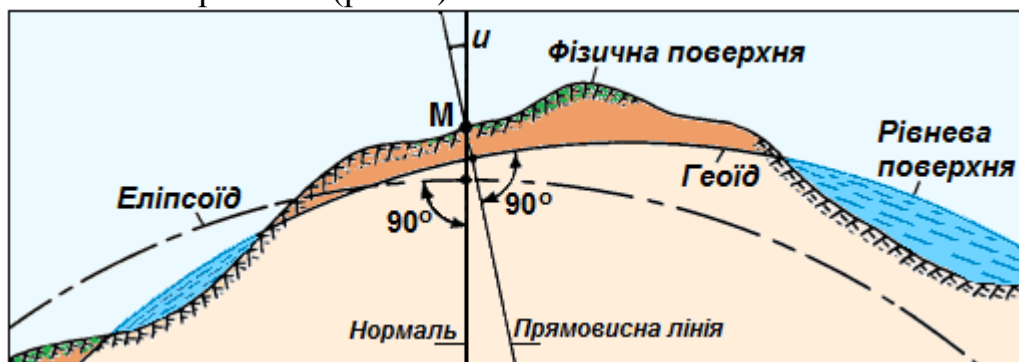


Рис. 1. Відхилення u прямовисної лінії в точці M

Кут відхилення прямовисної лінії на території України не перевищує 3-4" або в лінійних величинах близько ± 100 м (в гірській місцевості може бути

і більше). Це необхідно обов'язково враховувати у тих випадках, якщо географічні координати точок були отримані з астрономічних спостережень.

Таким чином, географічні координати – узагальнене поняття про астрономічні та геодезичні координати, коли відхилення прямої лінії не враховується. Географічна система координат була запропонована видатним давньогрецьким астрономом, математиком і географом Гіппархом (190-125 до н.е.). Сутність астрономічних і геодезичних координат полягає у наступному.

Астрономічна широта (φ) точки M – кут з вершиною в центрі Землі між прямою лінією в даній точці і площиною земного екватора. Може бути в межах від 0° до 90° північною чи південною (рис. 2).

Астрономічна довгота (λ) точки M – двогранний кут між площиною Гринвіцького меридіана і меридіана даної точки. *Гринвіцький меридіан* (проходить через центр зали Гринвіцької обсерваторії у передмісті Лондона) був затверджений у 1884р. міжнародною географічною конференцією як *початковий*.

Оскільки довгота Гринвіцького меридіана дорівнює 0° , його називають також *нульовим меридіаном*. Астрономічна довгота може бути *східною* чи *західною* від 0° до 180° . Її може бути також визначено як довжину дуги паралелі на поверхні еліпсоїда, або як різницю часу між даною точкою та Гринвіцьким меридіаном.

В морській та аеронавігації при астрономічних спостереженнях різницю довгот між двома точками визначають як різницю часу в цих точках.

В астрономії довготи визначаються в годинах. Оскільки Земля обертається на 360° за 24 години, то кожна година відповідає 15° по довготі, хвилина – $15'$, а секунда – $15''$. Тому меридіани на навігаційних картах підписують не тільки в градусній мірі, але і в годинах. Наприклад, меридіан точки $30^\circ 30'$ східної довготи відповідатиме 2 г 2 хв, а меридіан точки $36^\circ 45'$ – 2 г 27 хв.

Геодезична широта (B) точки M – кут між площиною екватора і нормаллю – лінією, що проходить через дану точку під кутом 90° до поверхні земного еліпсоїда. Може бути в межах від 0° до 90° північною чи південною (рис. 3).

Геодезична довгота (L) точки M – двогранний кут, утворений площиною Гринвіцького меридіана і площиною меридіана даної точки. Може бути східною чи західною від 0° до 180° .

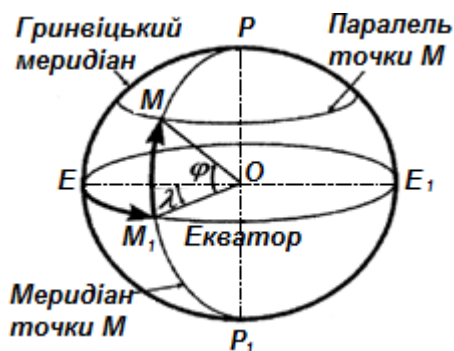


Рис. 2. Астрономічні координати

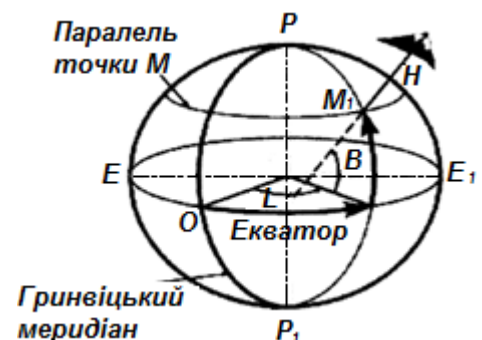


Рис. 3. Геодезичні координати

При складанні топографічних карт застосовуються переважно геодезичні координати, які прийнято називати географічними, тому і в подальшому, користуючись геодезичними координатами, будемо називати їх географічними.

Система географічних координат є міжнародною, оскільки являється єдиною для всієї земної поверхні і використовується при застосуванні бойових засобів далекої дії (ракет, авіації, морського флоту), використанні наземної навігаційної апаратури, а також застосовується в астрономії, сферичній геодезії, картографії тощо.

2. Визначення географічних координат за топографічною картою і нанесення цілей на карту за відомими координатами

Внутрішніми рамками топографічних карт є лінії меридіанів і паралелей; їхні широта і довгота підписуються в кутах кожного аркуша карти. На картах західної півкулі в північно-західному куті рамки праворуч довготи меридіана підписується „На захід від Гринвіча”.

На картах масштабів 1:10 000-1:200 000 сторони рамок поділені на відрізки, що дорівнюють 1' по широті і довготі (рис. 4). Ці відрізки відтінені через один і розмежовані крапками на частини по 10". На 1:50 000 і 1:100 000 картах вказують перетин середніх меридіана і паралелі з цифровим позначенням у градусах і мінутах, а на внутрішній рамці – виходи мінутних поділок штрихами довжиною 2-3мм. Це дозволяє при необхідності прокреслювати лінії, які з'єднують однойменні паралелі і меридіани на склейці карт.

На 1:500 000 і 1:1 000 000 картах проводять паралелі через 20' і 40', а меридіани – через 30' і 1° відповідно. На цих картах на лініях меридіанів і паралелей рівномірно підписується їх широта і довгота, наносяться штрихи відповідно через 5' і 10', які дають можливість визначити географічні координати на склейці карт.

Визначення географічних координат об'єктів (цілей) за картою. Внутрішньою рамкою топографічних карт є лінії меридіанів і паралелей, широта і довгота яких підписуються в кутах кожного аркуша карти. На рис. 4 підписані широта південної рамки карти масштабу 1:50 000 – 48°50', північної – 49°00'; довгота західної рамки 39°30', східної – 39°45'.

На картах масштабів 1:25 000 – 1:100 000 градусні (мінутні) рамки поділені на мінутні відрізки, що дорівнюють 1', які зафарбовані через один і поділяються крапками на частини по 10".

Визначення географічних координат об'єктів (цілей) за картою виконується за відомими широтою і довготою найближчих до даної точки паралелі і меридіана. Для цього на картах масштабів 1:25 000 – 1:100 000 циркулем або лінійкою *встановлюють перпендикуляри до найближчих рамок*, на яких зчитують значення широти і довготи об'єкта цілі) на карті. На рис. 4 курган в квадраті 67 69 має координати (В=48°51'07", L=39°32'45").

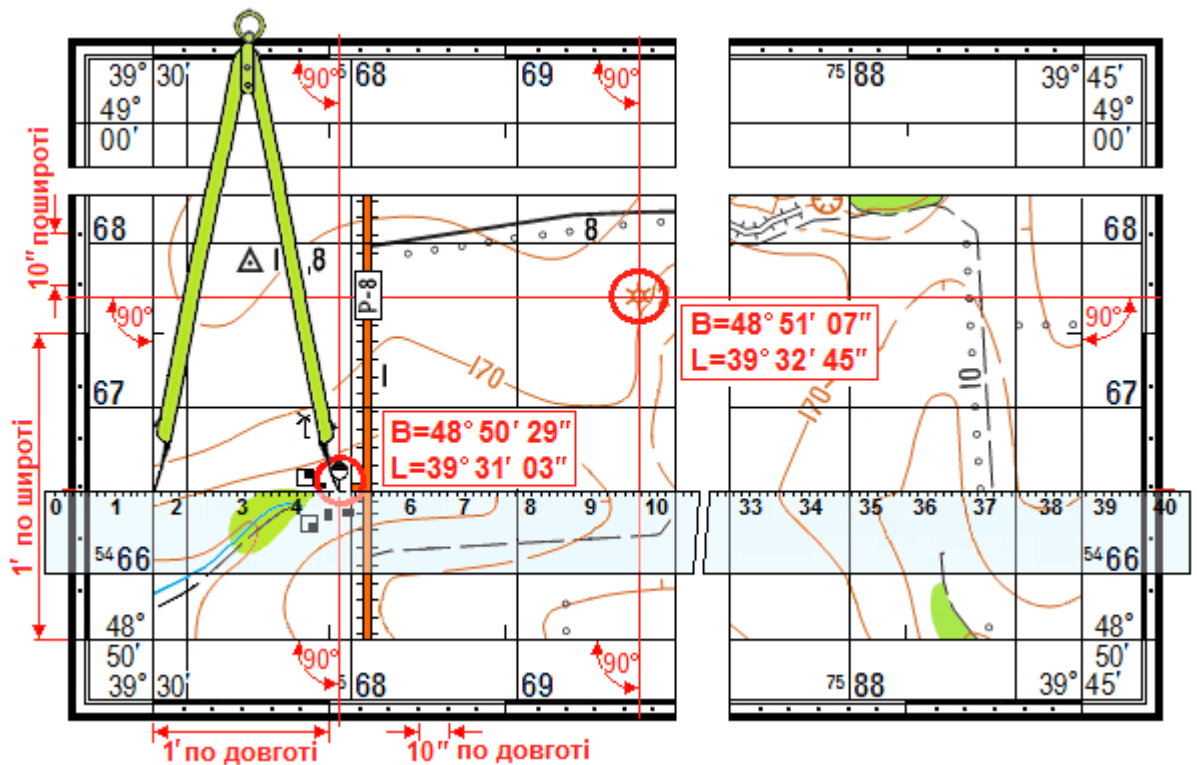


Рис. 4. Визначення географічних координат і нанесення об'єктів (цілей) на карту за відомими координатами

Точність визначення географічних координат цілей за картами масштабів 1:25 000 – 1:100 000 не повинна перевищувати 3'', за картою 1:200 000 – 10''

Для **нанесення об'єктів (цілей) на карту за географічними координатами** на західній і східній рамках олівцем відмічають значення координати цілі за широтою і прикладають лінійку, а значення довготи встановлюють циркулем або офіцерською лінійкою по південній або північній рамці. У перетині паралелі і меридіана наносять положення цілі на карту. На рис. 4 показано визначення цілі (бензоколонки) за координатами: $B=48^{\circ}50'29''$, $L=39^{\circ}31'03''$.

3. Сутність системи плоских прямокутних координат

Плоскі прямокутні координати – це лінійні величини, що визначають відносне положення точки на площині. Топографічні карти складають у рівнокутній поперечно-циліндричній проекції Гаусса, за якою земна поверхня проектується на циліндр по шестиградусним зонам.

При розгортанні зон у площину проекція Гаусса задає в кожній зоні систему плоских прямокутних координат, де за вісь абсцис (X) прийнята вертикальна лінія (лінія осевого меридіана зони), а за вісь ординат (Y) – горизонтальна лінія (лінія екватора). Таким чином, *кожна зона матиме свої осі та початок координат*, тобто свою окрему систему координат. При цьому необхідно відзначити, що система плоских прямокутних координат на топогра-

фічних картах (у проекції Гаусса) дещо відрізняється від декартових координат на площині, які прийнято у математиці.

Справа у тому, що карта орієнтується, зазвичай, по компасу від північного напрямку магнітного меридіана з відліком кутів за ходом годинникової стрілки, а в математиці – від горизонтального напрямку проти ходу годинникової стрілки. Тому, задля збереження знаків тригонометричних функцій і користування таблицями тригонометричних величин, положення осей координат, що прийняте в математиці, повернуто на 90° (рис. 5а).

Координатні зони мають порядкові номери від 1 до 60, які зростають із заходу на схід. Західний меридіан першої зони збігається з меридіаном Гринвіча (рис. 5б).

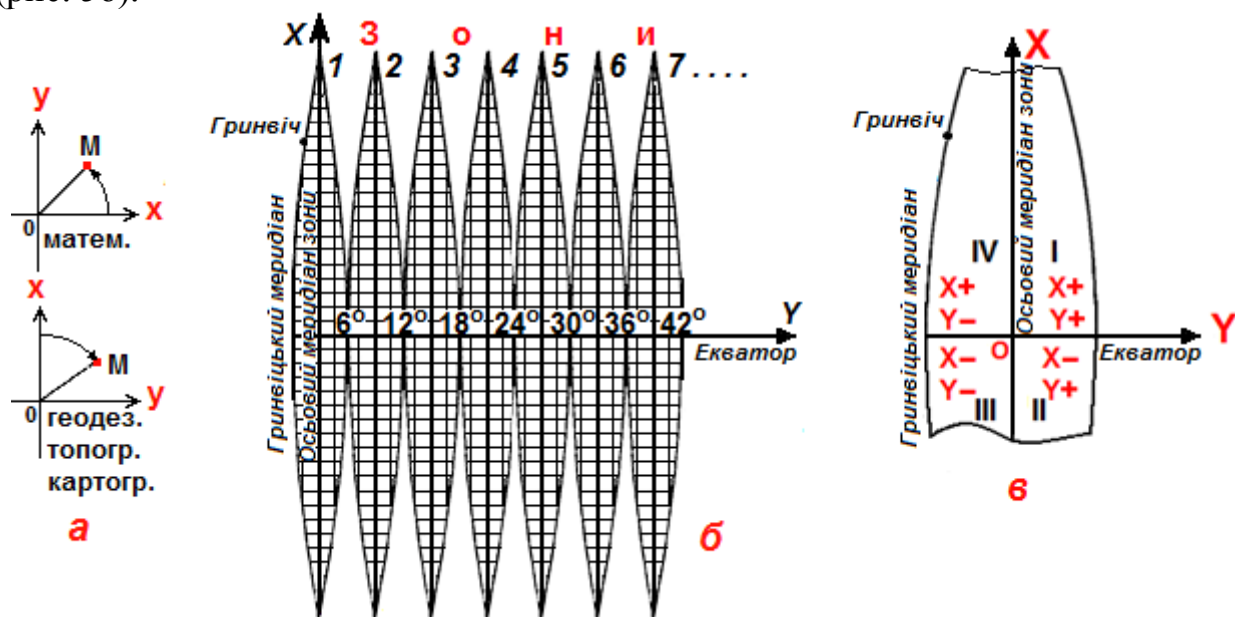


Рис. 5. Зображення координатних зон на площині

Отже, координатні осі кожної зони займають чітко визначене положення на земній поверхні, оскільки вісь абсцис (X) кожної зони співпадає з осьовим меридіаном зони, а вісь ординат (Y) – з екватором. Тому система плоских прямокутних координат будь-якої зони зв'язана з системою географічних (геодезичних) координат, а також із системою прямокутних координат всіх інших зон.

Знаючи географічні координати точки, можна за спеціальними таблицями Гаусса - Крюгера або за формулами визначити її прямокутні координати, і навпаки, за прямокутними координатами точки знайти її географічні координати.

Осі координат X і Y поділяють зони на чверті, рахунок яких ведеться від північного напрямку осі X за ходом годинникової стрілки і якщо при цьому дотримуватися загальних правил визначення координат, тобто визначати X від екватора до полюсів, то його значення на північ буде додатнім, а на південь – від'ємним; значення Y від осьового меридіана на схід буде додатнім, а на захід – від'ємним (див. рис. 5в).

Очевидно, що для території України, яка розташована у північній півкулі в межах чотирьох зон (4-ї, 5-ї, 6-ї, і 7-ї з осьовими меридіанами 21°, 27°, 33° і 39° відповідно) значення всіх координат X будуть додатними, а значення координат Y можуть бути як додатними так і від'ємними, в залежності від розташування точки по відношенню до осьового меридіана зони.

Для уникнення від'ємних значень Y , початок відліку ординат виноситься за межі зони на захід на відстань 500км від перетину осьового меридіана з екватором, наприклад, точка M (рис. 6).

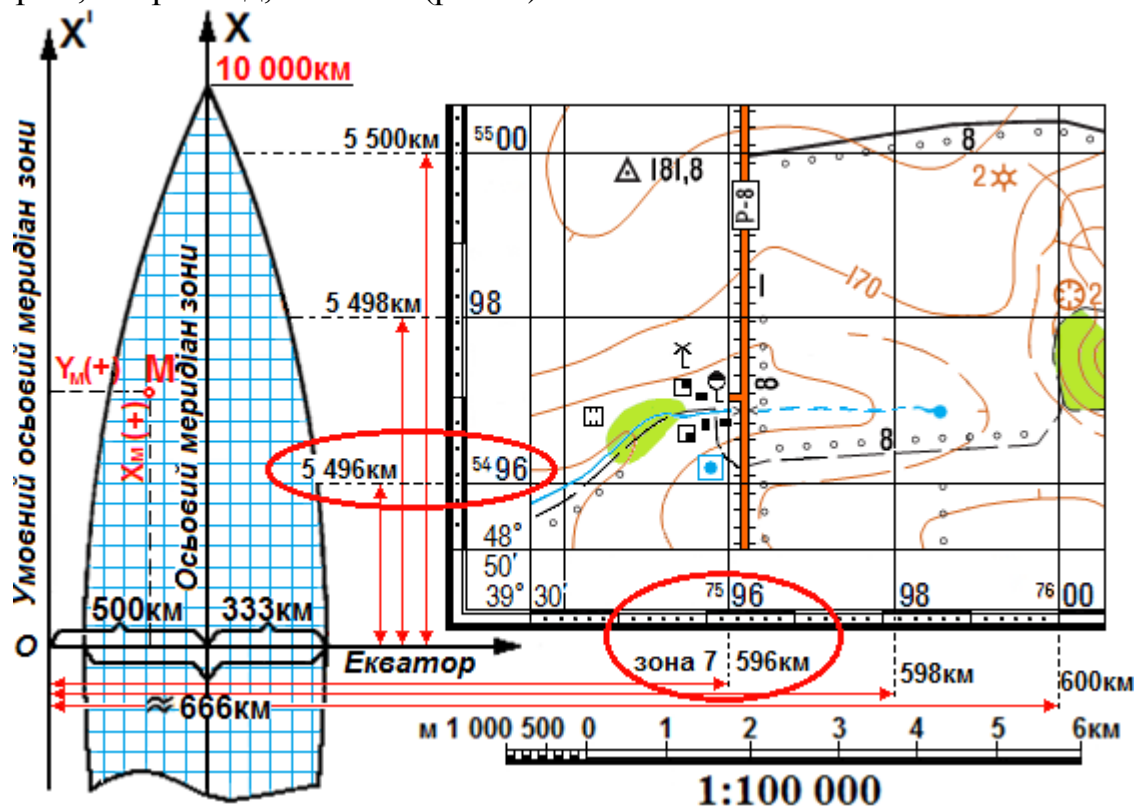


Рис. 6. Сутність зональної системи плоских прямокутних координат на топографічних картах

Такий початок координат називають *перетвореним, приведеним, або умовним*. Оскільки у цьому випадку відлік Y ведеться не від осьового меридіана, а від *умовного осьового меридіана*, то і значення будь-якої точки на захід від осьового меридіана завжди буде додатним і за абсолютним значенням менше 500км, а Y точки на схід від осьового меридіана – завжди більше 500км.

Таким чином, щоб покрити всю земну поверхню, створюється за числом зон *шістдесят систем прямокутних координат* за вищевказаним принципом, тому її називають – *зональною системою плоских прямокутних координат*.

Абсциса X (відстань від екватора до полюсів) може мати значення від 0 до 10 000км ($\frac{1}{4}$ довжини меридіана), тобто це дійсна відстань у кілометрах від екватора до північного полюса і на картах території України значення X буде завжди додатнім.

Ордината Y (відстань від осьового меридіана зони на екваторі в місці його перетину з крайнім західним і східним меридіаном зони) матиме значення від 0 до 333км.

Ширина ж всієї зони на екваторі складає близько 666км, а, оскільки, в межах однієї зони відлік Y ведеться не від осьового, а від умовного осьового меридіана зони, то значення Y теж буде додатнім і мати значення від 0 до 833км на екваторі, а на території України ще меншим.

В кожній зоні паралельно осям координат через певну кількість кілометрів проводяться лінії координатної сітки, яку називають *кілометровою сіткою* а її лінії – *кілометровими* (на рис. 6 показані синім кольором).

На карті масштабу 1:25 000 кілометрова сітка проводиться через 4см, що відповідає 1км на місцевості. На картах масштабів 1:50 000, 1:100 000 і 1:200 000 – через 2см (1, 2 та 4км на місцевості відповідно), а на карті масштабу 1:500 000 кілометрова сітка не наноситься, подаються лише виходи ліній сітки через 2см на внутрішній рамці кожного аркуша карти. При необхідності за цими виходами можна нанести сітку на карту.

Лінії кілометрової сітки мають підписи і цифрові позначення біля виходів ліній за внутрішньою рамкою аркуша. Крім того, оцифровка перетинів ліній кілометрової сітки всередині аркуша карти надається в дев'яти рівномірно розташованих і вільних місцях (крім карт масштабу 1:25 000, на яких оцифровка дається в 4-х місцях). Оцифровка надається *повністю* лише на перетині ліній сітки поблизу північно-західного кута карти, наприклад, на рис. 7б вісь X підписана 5418, вісь Y – 7503, у решті випадків – *двома останніми цифрами*, наприклад, на рис. 7а - 18 і 98 відповідно.

На лініях кілометрової сітки, паралельних до екватора, підписується *дійсна відстань від екватора в кілометрах X* (див. рис. 6). На лініях сітки, паралельних до осьового меридіана зони вказується *номер зони (7)* і *останні три цифри – відстань від умовного осьового меридіана зони в кілометрах Y*.

При цьому повністю підписують виходи кілометрових ліній, що розташовані найближче до південної, північної, західної і східної рамок карти (дві малі і дві великі цифри), а також кілометрові лінії з початком нової сотні кілометрів, як це показано на рис. 6. Всі інші виходи кілометрових ліній (щоб не перевантажувати карту) позначаються лише двома цифрами.

Оцифровка кілометрових ліній надає можливість визначення положення точок (цілей) відносно екватора та умовного осьового меридіана будь-якої зони, які теж пов'язані з Гринвіцьким (нульовим) меридіаном. Наприклад, за значенням абсциси X вказується відстань від екватора до полюса у кілометрах, а за значенням першої цифри у підписах ординат точок (Y) вказується номер зони, до якої відноситься система координат, а за іншими цифрами легко визначити положення об'єктів (цілей) відносно осьового меридіана зони, оскільки їх підписи, які розташованих ліворуч від осьового меридіана зони, завжди будуть менше 500км, а праворуч від нього – 500км і більше (рис. 7).

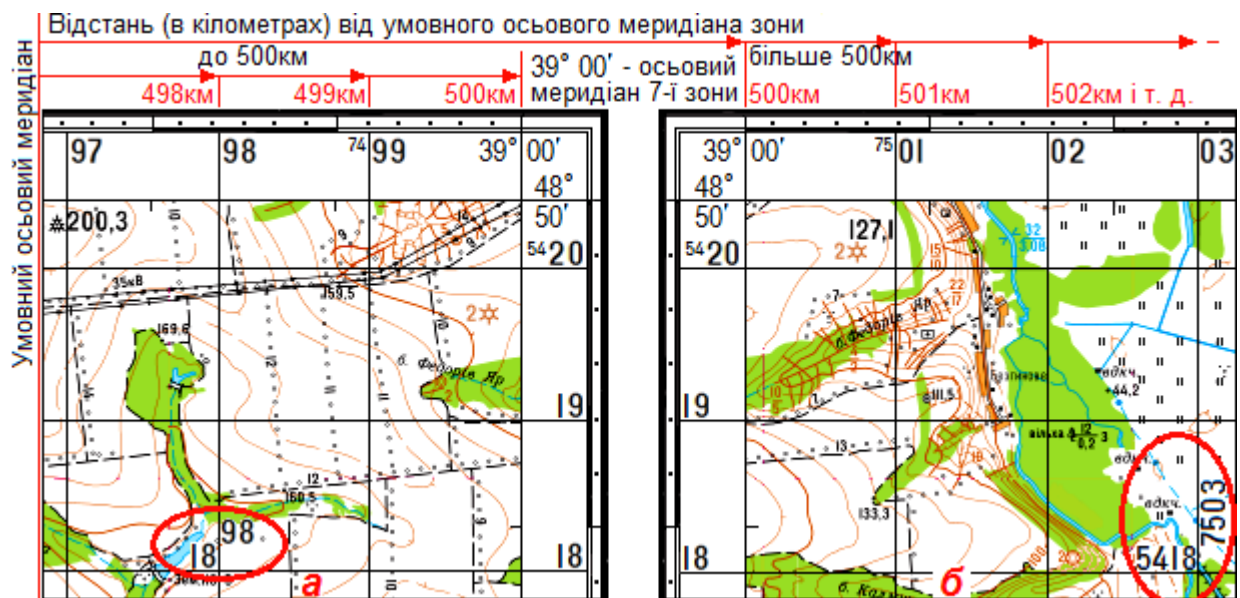


Рис. 7. Сутність оцифровки зональної системи координат

4. Визначення прямокутних координат за топографічною картою і нанесення цілей на карту за відомими координатами

Прямокутні координати об'єктів (цілей) на карті визначають циркулем за допомогою лінійного масштабу, офіцерською лінійкою або координатоміром від відповідних кілометрових ліній.

Наприклад, для визначення прямокутних координат кургана в квадраті 6769 циркулем за лінійним масштабом необхідно:

1. Визначити відстань від нижньої горизонтальної лінії кілометрової сітки 5467 до кургана (рис. 8а).

2. Визначити відстань від вертикальної лінії кілометрової сітки 7569 до кургана. Прямокутні координати кургана матимуть вигляд: $X=5467\text{км}+690\text{м}=54\ 67\ 690$; $Y=7569\text{км}+740\text{м}=75\ 69\ 740$.

Оскільки цифрові підписи ліній кілометрової сітки записані повністю, то і отримані координати називаються *повними*. При роботі на двох і більше картах (склеїці карт) користуються тільки повними координатами. При роботі на одній карті для прискорення роботи, наприклад, при складанні карт геодезичних даних, цілеуказаннях та в інших випадках користуються *скороченими* координатами, тобто вказують тільки десятки та одиниці кілометрів і метри (останні п'ять цифр у значеннях X і Y). Для нашого прикладу вони записуються так: $X=67\ 690$, $Y=69\ 740$.

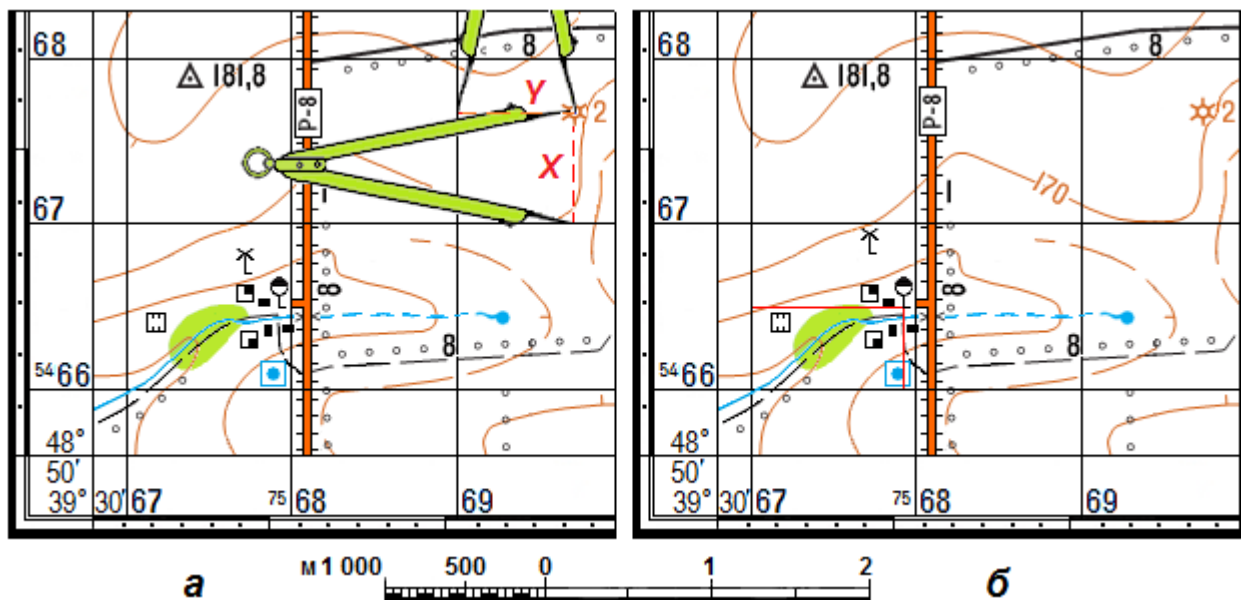


Рис. 8. Визначення координат об'єктів (а) і нанесення об'єктів (цілей) на карту за відомими координатами (б)

Для *нанесення об'єктів (цілей) на карту за відомими прямокутними координатами* необхідно *виділити цифрове значення квадрата і приросту*, а потім у знайденому квадраті карти відкласти приріст.

Приклад. Нанести об'єкт (ціль) на карту за відомими координатами: $X=54\ 66\ 510$, $Y=75\ 67\ 950$ (див. рис. 8б).

Рішення. Об'єкт (ціль) знаходиться в квадраті **66 67**, приріст становить: $\Delta X=510\text{м}$, $\Delta Y=950\text{м}$. Від горизонтальної лінії кілометрової сітки **5466** відкладаємо циркулем *вгору* 510м і *праворуч* від вертикальної лінії кілометрової сітки **7567** – 950м. У перетині перпендикулярів одержимо об'єкт (ціль) на карті – бензоколонка.

При визначенні прямокутних координат об'єктів (цілей) та нанесенні їх на карту необхідно пам'ятати, що на картах масштабу 1:100 000 і 1:200 000 кілометрові лінії проведені та оцифровані через 2см, що відповідає 2 і 4км на місцевості відповідно.

У випадку, якщо координати X і Y , (або одна з них) вказані непарними числами, необхідно на карті знайти квадрат, сторони якого підписані меншими парними (для карти масштабу 1:100 000 – 00, 02, 04, 06, 08..., а для карти масштабу 1:200 000 – 00, 04, 08, 12, 16...) числами відповідної координати в кілометрах.

Наприклад, необхідно нанести на карту об'єкт з координатами: $X=55\ 83\ 300$, $Y=75\ 23\ 600$. Оскільки на 1:100 000 карті кілометрова сітка має парні позначки, необхідно у значеннях X від 82-ї кілометрової лінії вгору відкласти 1 300м, а у значеннях Y від 22-ї кілометрової лінії праворуч відкласти 1 600м.

Для нанесення на карту масштабу 1:200 000 цього ж об'єкта необхідно у значеннях X від 80-ї кілометрової лінії вгору відкласти 3 300м, а у значеннях Y від 20-ї кілометрової лінії праворуч відкласти 3 600м.

Точність визначення прямокутних координат цілей і нанесення на карту цілей за відомими координатами *не повинна перевищувати 0,5-1мм у масштабі карти*.

У бойовій практиці інколи необхідно визначити прямокутні координати об'єктів, коли найближча до південної рамки лінія кілометрової сітки або найближча до західної рамки вертикальна лінія кілометрової сітки, від яких необхідно визначати прямокутні координати, частково або повністю знаходячись за межами аркуша карти. В цих випадках координати найчастіше визначають від лінії сітки, яка є на карті, проводячи арифметичні дії, що за складних умов бойової обстановки може призвести до небажаних помилок.

В таких випадках рекомендується визначати координати об'єктів від найближчих кілометрових ліній (горизонтальної і вертикальної), які є на карті, але циркуль при цьому необхідно *прикладати не до нуля*, а на край лінійного масштабу, а *відрахунок координат зчитувати від нуля*, так як показано на рис. 9.

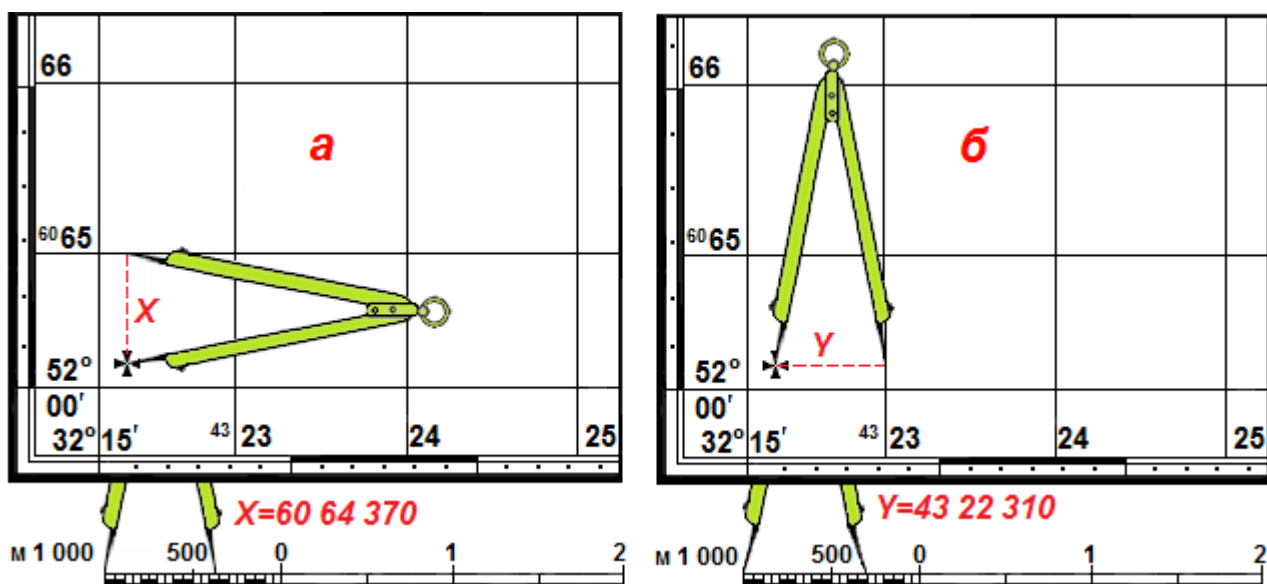


Рис. 9. Визначення прямокутних координат об'єктів на краю рамок карти: а) від південної (X); б) від західної (Y)

Під час визначення прямокутних координат великої кількості об'єктів для прискорення роботи рекомендується використовувати координатомір, який можна виготовити власноруч (на принтері, плотері) або накреслити на пластику, восківці тощо (рис. 10), а за їх відсутності – на папері та обклеїти прозорою клейкою стрічкою або наклеїти на зворотньому боці скла. Такий координатомір досить практичний – у бойових умовах він надійно замінить циркуль і лінійку, а точність визначення координат при цьому висока.

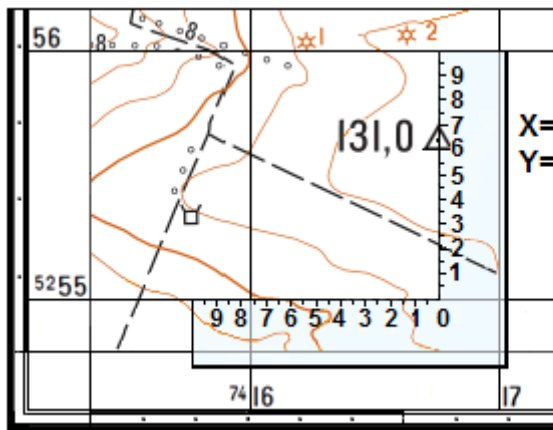


Рис. 10. Визначення прямокутних координат об'єктів координатоміром

5. Додаткова координатна сітка на стику сусідніх зон

Через те, що вертикальні кілометрові лінії кожної зони паралельні до осьового меридіана своєї зони, а при склеюванні карт осьові меридіани сусідніх зон непаралельні, то при змиканні сіток при склейці карт суміжних зон лінії однієї з них розмістяться під кутом до іншої (рис. 11). Внаслідок цього при роботі з картами, які знаходяться на стику суміжних зон можуть виникнути складнощі з використанням кілометрових сіток, бо вони будуть відноситись до різних осей координат, які розташовані в сусідніх зонах.

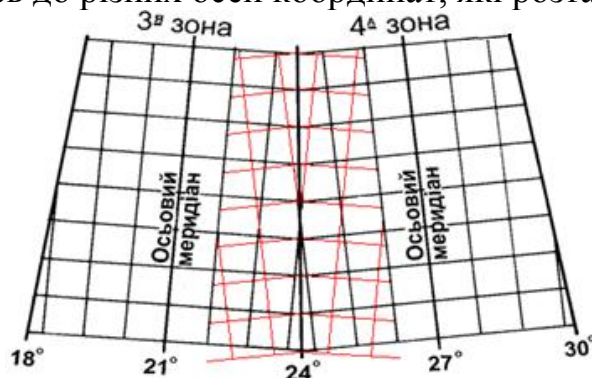


Рис. 11. Взаємне розміщення кілометрових ліній на стику сусідніх зон

Для цього в кожній зоні на всіх аркушах карт, розташованих на схід і захід від краю зони, наноситься додаткова кілометрова сітка, яку, щоб не затемнювати карту, наносять штрихами довжиною 2-3мм за зовнішньою рамкою аркуша карти. Оцифровка її становить продовження нумерації ліній суміжної зони (рис. 12).

За рамками карт масштабів 1:25 000-1:200 000 наносять і оцифровують виходи ліній кілометрової сітки суміжних зон, якщо карти розташовані від бокових меридіанів шестиградусних зон на захід і на схід у межах 1° на картах між широтами $0-28^\circ$, 2° – між широтами $28-76^\circ$ і 3° – між широтами $76-84^\circ$.

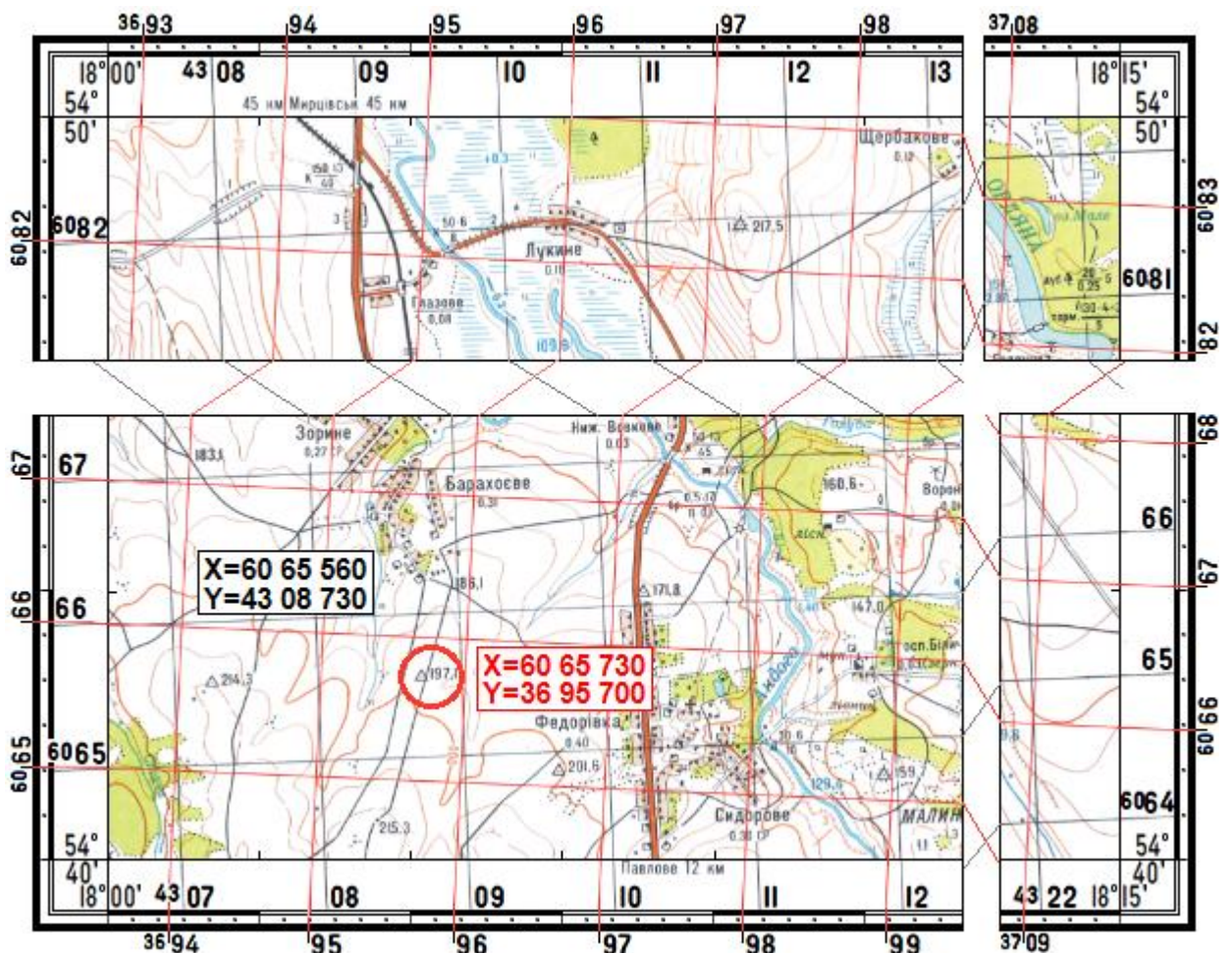


Рис. 12. Нанесення додаткової кілометрової сітки на карту і визначення прямокутних координат у суміжній зоні

Слід пам'ятати, що на картах масштабу 1:10 000 виходи кіло-метрової сітки суміжних зон даються лише на аркушах карт, що межують з боковим (східним або західним) меридіаном зони.

При роботі з аркушами карт на стику сусідніх зон згідно рішення старшого командира користуються координатами тієї чи іншої зони. Для користування на суміжних аркушах єдиною системою прямокутних координат необхідно на аркуші карт нанести олівцем тонкими лініями по лінійці кілометрову сітку суміжної зони.

Наприклад, на рис. 12 показаний фрагмент топографічної карти 4-ї координатної зони, оскільки найближча знизу до правого кута рамки карти вертикальна лінія кілометрової сітки має оцифровку 4322 (у наведеному прикладі перша цифра у значеннях Y означає номер координатної зони). За південною рамкою аркуша цієї карти підписані виходи кілометрової сітки суміжної 3-ї координатної зони, на що вказує перша цифра виходу кілометрової сітки 3709, підписаного найближче до східного кута рамки карти.

Для нанесення на карту кілометрової сітки 3-ї зони необхідно послідовно з'єднати однойменні виходи кілометрових ліній по північній та південній рамках карти. Аналогічно з'єднуються на карті кілометрові лінії по східній і західній рамках карти.

Додаткову сітку на карту наносять дуже ретельно, тонкими лініями (бажано червоного кольору, щоб вона виділялася на топографічній основі карти).

Порядок користування додатковою кілометровою сіткою такий же, як і основною. При цьому необхідно пам'ятати, що спосіб визначення прямокутних координат об'єктів у суміжній зоні застосовують на відстанях до 450 км. Якщо необхідно обчислити за координатами відстань між точками, розміщеними в суміжних зонах на більшій відстані, користуються математичними методами перетворення координат із однієї зони в іншу.

6. Полярні та біполярні координати

Полярні та біполярні координати називають *місцевими координатами* і застосовують у бойовій практиці для визначення точок місцевості відносно інших точок на невеличких ділянках місцевості при цілеуказанні, визначенні цілей, орієнтирів, складанні схем місцевості тощо. Система полярних та біполярних координат має зв'язок із системами прямокутних і географічних координат.

Полярні координати дозволяють вирішити задачу визначення координат точок відносно початкової точки, яку приймають за полюс – будь-яка точка стояння (спостережний пункт, вогнева позиція, вихідний пункт руху тощо). Положення точки (цілі) визначається кутом напряду Θ (кутом положення) на точку, який вимірюється за ходом годинникової стрілки від полярної осі і відстанню (дистанцією) D від полюса P до заданої точки C (рис. 13).

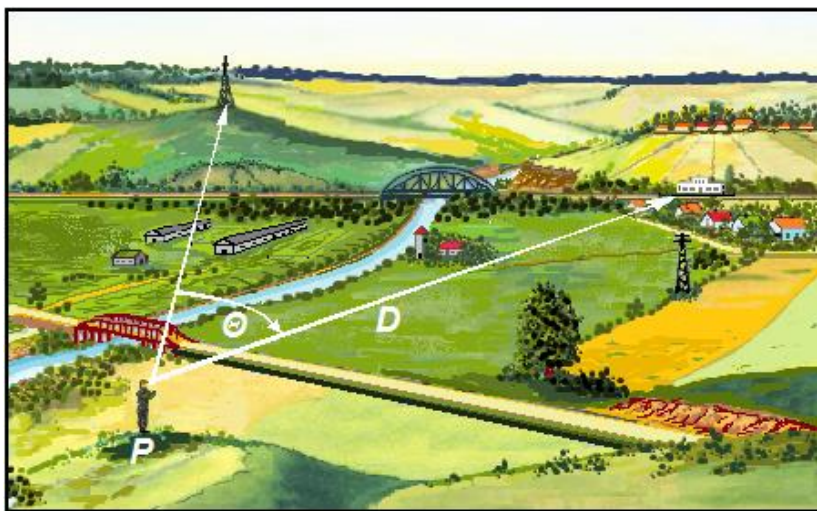


Рис. 13. Полярні координати

Прикладом використання полярних координат може бути доповідь спостерігача: „Орієнтир перший. Азимут – сорок два. Відстань – сімсот, вокзал”. У даному випадку полюс – місцезнаходження спостерігача, а полярна вісь – напрямок на орієнтир.

Біполярні координати – це дві лінійні або дві кутові величини, які визначають місцезнаходження точки (цілі) відносно двох вихідних точок – полюсів P_1 і P_2 . Вісь P_1P_2 називають *базисом*. Лінійні величини – відстані (дистанції) від полюсів до точки, яку визначають. Кутові величини біполярних

координат – дирекційні кути α_1 і α_2 та кути положення Θ_1 і Θ_2 , які вимірюють від лінії базису, яка з'єднує вихідні точки (рис. 14).

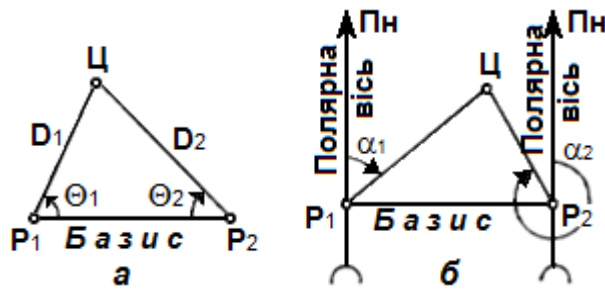


Рис. 14. Біполярні координати:
а) дальності D_1 і D_2 і кути положення Θ_1 і Θ_2 ;
б) дирекційні кути α_1 і α_2

Полярною віссю в цих системах координат можуть бути лінія істинного чи магнітного меридіанів, лінія кілометрової сітки або напрямок на один з віддалених орієнтирів (рис. 15).

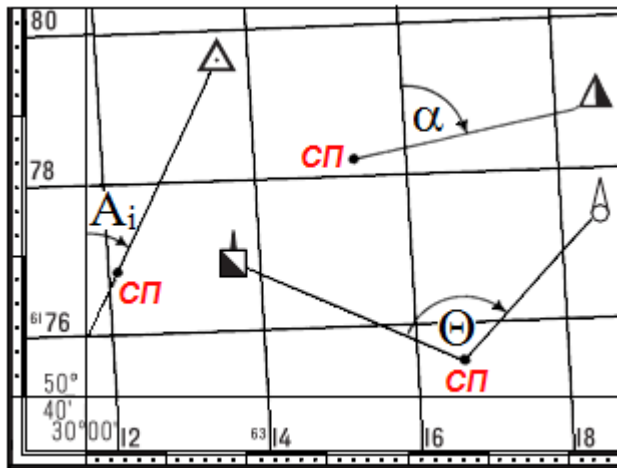


Рис. 15.
Полярні осі для визначення:
(A_i) істинного азимута,
(α) дирекційного кута і
(Θ) горизонтального кута

Кут положення від істинного меридіана, магнітного меридіана або вертикальної лінії кілометрової сітки називаються відповідно істинним азимутом, магнітним азимутом або дирекційним кутом.

Для нанесення на карту точок за їх координатами, а також для знаходження на місцевості точок за біполярними координатами, визначеними за картою, необхідно знати правила переходу від магнітного або істинного азимута до дирекційного кута і навпаки.

7. Визначення дирекційних кутів і азимутів

У сиву давнину, коли ще не було компаса, людство орієнтувалося за небесними світилами. Сторони горизонту визначали за сходом Сонця, тобто напрямок на схід вважали за основний напрямок, звідки, власне, і виникло орієнтування – „орієнс”, що у перекладі з латинської означає „схід”. Тільки починаючи з XV ст. основною стороною горизонту стали вважати напрямок на північ.

- В кожній точці місцевості можна провести три напрямки на північ:
- а) істинний (географічний) меридіан покаже на північний географічний полюс;
 - б) магнітний меридіан покаже на північний магнітний полюс;
 - в) вертикальна лінія кілометрової сітки – на північний географічний полюс за осьовим меридіаном зони.

Істинний меридіан (рис. 16а) – лінія перетину поверхні Землі площиною, проведеною через дану точку і земну вісь.

Магнітний меридіан (рис. 8.16б) – напрям силових ліній магнітного поля Землі в даній точці – показує стрілка компаса.

Вертикальна лінія координатної сітки (рис. 16в) – лінія, яка паралельна до осьового меридіана зони.

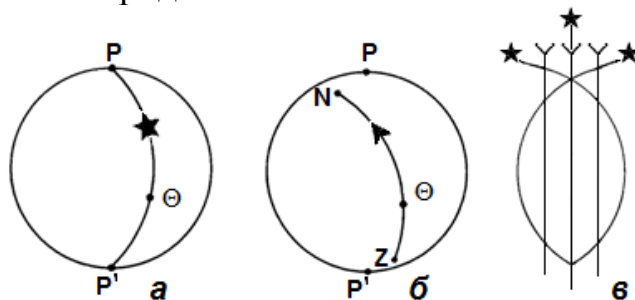


Рис. 16. Положення полярних осей:
 а) істинний меридіан;
 б) магнітний меридіан;
 в) вертикальна лінія кілометрової сітки

В залежності від того, який напрям прийнято за початковий, розрізняють три види кутів: істинний азимут, магнітний азимут і дирекційний кут.

Азимут започатковано від арабського слова „ассумут”, що означає шляхи або напрямки. Азимуту та дирекційні кути завжди вимірюються за ходом годинникової стрілки від 0° до 360° від північного напрямку відповідної полярної осі до напрямку на ціль.

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

Магнітний азимут (A_m) – кут між північним напрямом магнітного меридіана (стрілка компаса) і напрямом на ціль.

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

Схема зображення істинного і магнітного азимутів з дирекційним кутом та взаємозв'язок між ними показано на рис. 17.

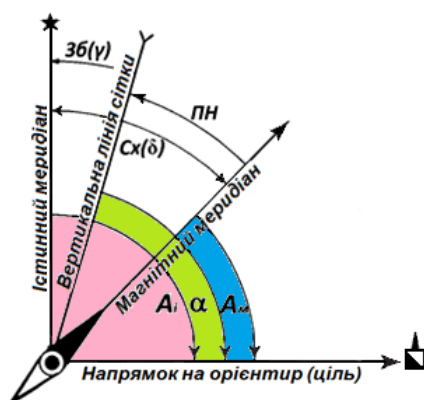


Рис. 17. Схематичне зображення істинного (A_i) і магнітного азимутів (A_m), дирекційного кута (α) та взаємозв'язок між ними через магнітне схилення (δ), зближення меридіанів (γ) і поправку напрямку (ПН)

Для вимірювання істинного азимута *транспортром* треба:

а) точки, між якими вимірюється істинний азимут, з'єднати прямою лінією;

б) між точками провести істинний меридіан, з'єднавши однойменні мінути на північній і південній рамках карти, або лінію, що поєднує точки, продовжити до перетину із західною або східною (що ближче) рамкою карти;

в) у точці перетину істинного меридіана з проведеною прямою лінією транспортиром виміряти кут за ходом годинникової стрілки від північного напрямку істинного меридіана до напрямку на ціль.

Для вимірювання *дирекційного кута транспортиром* треба:

а) з'єднати прямою лінією точки на карті, між якими вимірюється дирекційний кут (рис. 18);

б) у точці перетину проведеної прямої з вертикальною лінією кілометрової сітки транспортиром виміряти кут за ходом годинникової стрілки від її північного напрямку до напрямку на ціль.

Точність вимірювання кутів транспортиром складає $\pm 1^\circ$.

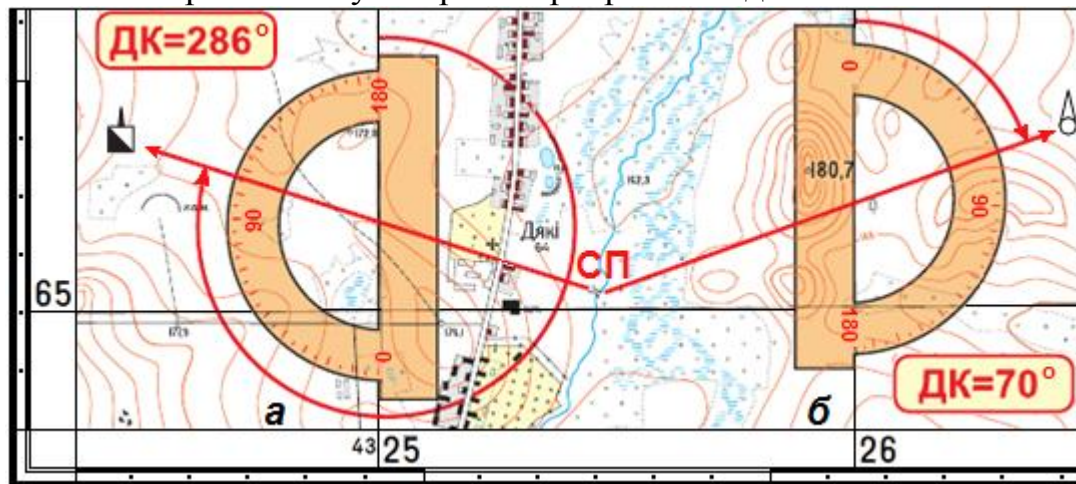


Рис. 18. Визначення дирекційних кутів на карті транспортиром: а) більше 180° ; б) до 180°

Для вимірювання *дирекційного кута артилерійським кругом* центр круга встановлюють на точку, а нульовий радіус – на вертикальну лінію кілометрової сітки (рис.19б) або паралельно до неї (рис. 19а) і навпроти прокресленої на карті лінії зняти відлік за *червоною внутрішньою шкалою* круга значення дирекційного кута *в поділках кутоміра*. Точність вимірювання кутів артилерійським кругом *не повинна перевищувати 0-03 (10')*.

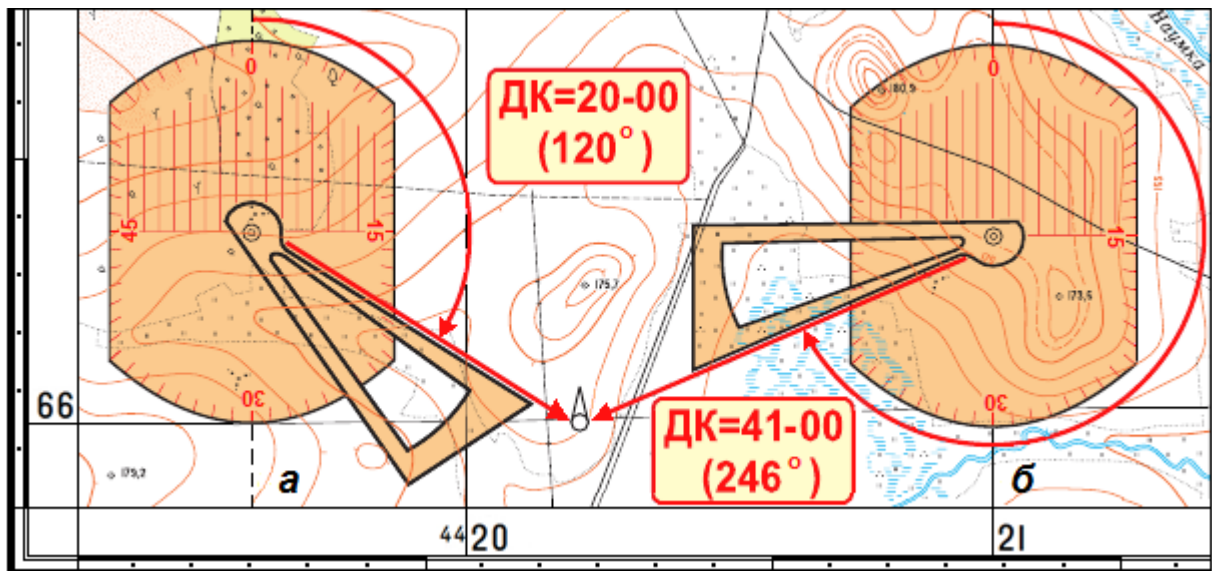


Рис. 19. Визначення дирекційних кутів на карті артилерійським кругом

Дирекційний кут можна визначити і *компасом* (рис.8.20).

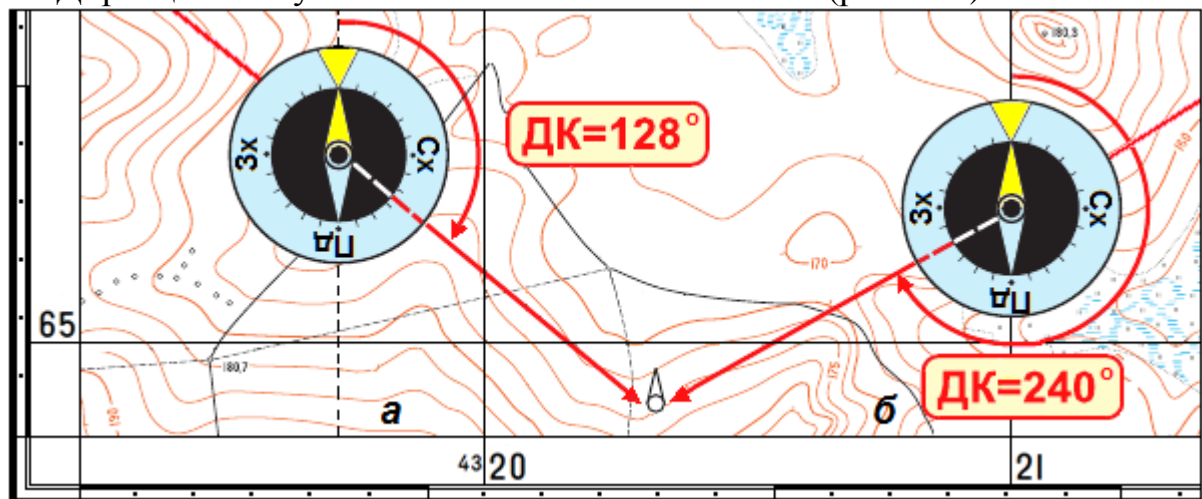


Рис. 20. Визначення дирекційних кутів на карті компасом

Для цього на карті проводять лінію через точку спостереження і ціль так, щоб лінія значно перетнула вертикальну лінію кілометрової сітки (рис. 20б) або лінію, проведену паралельно до неї (рис. 20а), до якої прикладають компас (0° зверху, 180° – знизу), після чого через візирний пристрій компаса (цілик-мушка) знімають відлік. *Точність вимірювання кутів компасом складає 3°.*

У *морській навігації* та в деяких інших випадках зручніше орієнтувати лінії за допомогою гострих кутів – румбів.

Румбом називають кут між північним або південним напрямом магнітного меридіана до даної лінії і позначаються літерою *r*.

Румби змінюються від 0 до 90° і в кожній чверті можуть бути однаковими за значенням, тому необхідно перед числовим значенням румба вказати чверть відносно сторін світу. У першій чверті – це північний схід (ПнСх), у другій – південний схід (ПдСх), у третій – південний захід (ПдЗх), у четвер-

тій – північний захід (ПнЗх). Перші дві літери означають напрям меридіана, від якого визначається румб, а наступні дві літери – в яку сторону.

Наприклад, румб ПнСх 56° означає, що даний напрямок складає з північним напрямом магнітного меридіана кут у 56° , який відраховується від цього меридіана на схід. Як і азимут, румби можуть бути прямими та оберненими.

Обернені румби дорівнюють прямим за кутовим значенням, але назва чверті змінюється на протилежну. Наприклад, прямий румб – ПнСх 30° , обернений – ПдЗх 30° .

Залежно від вихідного напрямку румби можуть бути істинними, магнітними або дирекційними. Числове значення румбів називають *табличними кутами*. Усі тригонометричні таблиці і таблиці приросту координат побудовано на кутах від 0° до 90° .

Між румбами та азимутами є певна залежність, яка наведена у табл. 1 та схематично на рис. 21.

Т а б л и ц я 1

Кут напряму	Ч в е р т і			
	I (Пн Сх)	II (Пд Сх)	III (Пд Зх)	IV (Пн Зх)
Румб	$r_1 = A_1$	$r_2 = 180^\circ - A_2$	$r_3 = A_3 - 180^\circ$	$r_4 = 360^\circ - A_4$
Ази- мут	$A_1 = r_1$	$A_2 = 180^\circ - r_2$	$A_3 = 180^\circ + r_3$	$A_4 = 360^\circ - r_4$

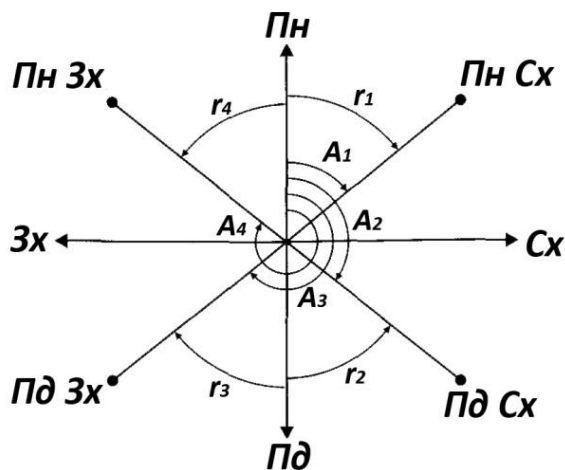


Рис. 21. Схематичний взаємозв'язок румбів і азимутів

Нагадати тему заняття, навчальну та виховну мету і як вона досягнута. Відзначити активність курсантів у вивченні питань заняття, вказати на недоліки окремих курсантів. Оголосити оцінки. Відповісти на запитання курсантів. Зібрати навчальні топографічні карти. Дати завдання на самопідготовку:

Оголосити тему наступного заняття.

Методична розробка обговорена і ухвалена на засіданні кафедри загальновійськових дисциплін від « » 20 р.,
протокол №

Викладач

Василь ГОРБУНОВ