

### 3. КУТИ НАПРЯМКІВ І ЗВ'ЯЗОК МІЖ НИМИ

Під час орієнтування на місцевості або роботи з топографічною картою часто виникає потреба визначати просторове положення не лише окремих точок, але й ліній напрямків. Напрямок зазвичай відповідає траскторії прямолінійного переміщення з однієї точки в іншу або візуванню погляду чи зорової труби приладу в бік певної точки. Він може бути прямий і зворотний. Якщо розглядати напрямок від якої-небудь початкової точки до кінцевої – то це буде прямий напрямок, а якщо від кінцевої до початкової – то зворотний.

#### 3.1. Кути напрямків

Напрямок будь-якої лінії на місцевості або карті можна визначити щодо іншого напрямку, знайшовши кут між вихідним (початковим) напрямком і заданою лінією. У зв'язку з орієнтуванням за сторонами світу за вихідні напрямки прийнято: *істинний (географічний) меридіан*, *осьовий (середній) меридіан* зони та *магнітний меридіан*, який збігається з напрямком вільно підвішеної магнітної стрілки. Залежно від прийнятого вихідного напрямку розрізняють *азимут географічний (істинний)*, *азимут магнітний* і *дирекційний кут*.

*Азимутом* називають двограний кут, виміряний за ходом годинникової стрілки від північного напрямку площини меридіана точки спостереження до вертикальної площини, що проходить через цю точку і заданий напрямок. Азимути можуть набувати значень від 0 до 360°. Азимут, виміряний від географічного меридіана, називають *географічним*, або *істинним* ( $A$ ); а від магнітного меридіана – *магнітним* ( $A_M$ ). Розрізнення істинного та магнітного азимутів пов'язане з різним положенням географічного та магнітного полюсів на земному еліпсоїді. Відповідно, між географічним меридіаном і напрямком магнітної стрілки (магнітним меридіаном) виникає горизонтальний кут  $\delta$ , який називають *схиленням магнітної стрілки* (рис. 13).

За положенням силових ліній магнітне поле Землі подібне до поля так званого диполя – елементарного магніту з нескінченно близькими полюсами, які розміщені у центрі земного еліпсоїда. Вісь диполя нахилена до осі обертання Землі приблизно на  $11^\circ$ . Магнітні силові лінії (магнітні меридіани) сходяться в магнітних полюсах Землі, які не збігаються з географічними, розміщені у глибині планети і з часом змінюють своє положення.

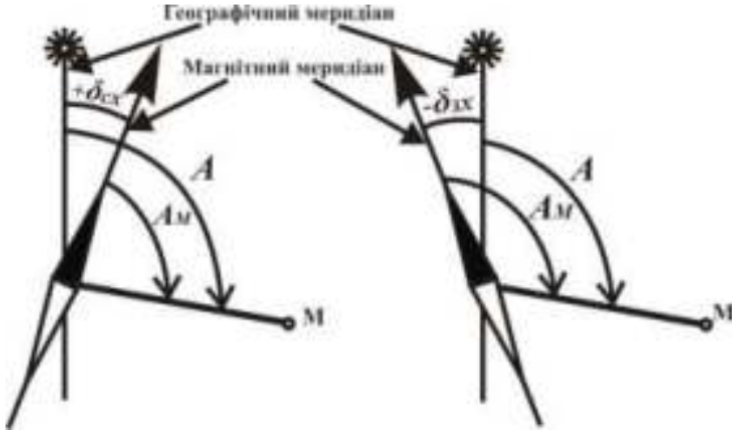


Рис. 13. Зв'язок між географічним і магнітним азимутами

Упродовж геологічної історії Землі поряд зі значним переміщенням магнітних полюсів неодноразово змінювалася їхня полярність. У сучасну епоху в північній півкулі розташований південний (негативний) магнітний полюс, а у південній – північний (позитивний). Магнітні силові лінії виходять із позитивного і входять у негативний полюс. Незважаючи на це, магнітні полюси прийнято називати у відповідності з півкулею, у якій кожен із них розташований.

В одній і тій самій точці на поверхні Землі з часом відбувається зміна схилення магнітної стрілки. Розрізняють добові, річні та вікові зміни схилення. В Україні річна зміна схилення у середньому близька до  $6^\circ$ , добова не перевищує  $15'$ . Схилення може бути східним (додатним), якщо північний кінець магнітної стрілки відхиляється на схід від істинного меридіана, або західним (від'ємним), якщо стрілка відхиляється на захід (рис. 13). Схилення змінюється також під впливом магнітних бур. Над ділянками земної кори, де зосереджені мінерали заліза із залишковою намагніченістю, скористатися компасом узагалі неможливо. Наприклад, напруженість магнітного поля відомої Курської магнітної аномалії

у 5 разів перевищує середнє, а схилєння змїнюється на 130–170° на вїддалї 1–2 км. Тому на таких територїях, а також у мїсцях скупчення залїза, поруч із полотном залїзниці, електромережами не можна проводити роботи з магнїтною стрїлкою компаса. У загальному випадку за вїдсутностї аномалї напрямок магнїтного меридіана за допомогою магнїтної стрїлки можна визначити з точнїстю до 15'. На топографїчних картах пїд пївденною рамкою зазначають середнє значєння магнїтного схилєння у даному районї та значєння його змїни за рїк.

Слїд розрїзняти також нахилєння магнїтної стрїлки, тобто кут її нахилу до площини горизонту. У пївнічній пївкулї опущений вниз пївнічний кїнець магнїтної стрїлки, а у пївденній – пївденний кїнець. Лїнія, на якїй нахилєння дорївнює нулю, називають магнїтним екватором. Він перетинає географїчний екватор приблизно на 169° схїдної довготи і 23° захїдної довготи. Точки, у яких нахилєння дорївнює 90°, називають магнїтними полюсами.

Истинний і магнїтний азимути пов'язанї залежнїстю:

$$A = A_M \pm \delta \text{ та } A_M = A - (\pm \delta) \quad (3.1)$$

з урахуванням знака магнїтного схилєння.

Азимути можуть бути прями та зворотнї. Для однїєї і тїєї ж довгої лїнії на територїї 6-градусної зони в рїзних її точках вони вїдрїзняються мїж собою на кут  $180 + \gamma$ , а в однїй і тїй самїй точцї – на 180° (рис. 14). Кут  $\gamma$  виникає внаслїдок того, що географїчні меридіани є кривими непаралельними лїніями, якї сходяться до полюсїв.

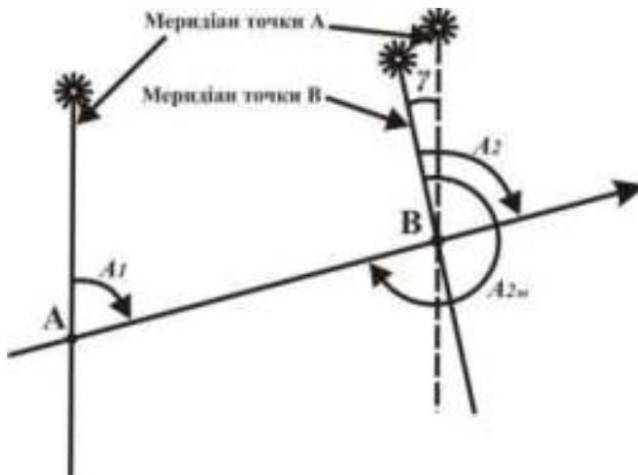


Рис. 14. Змїна азимута напрямку на величину зближення меридіанів

Називають його *зближенням меридіанів*. Доведено, що зближення меридіанів двох точок, які мають однакову широту, дорівнює різниці довготи цих точок, помноженої на синус широти:

$$\gamma = (L_1 - L_2) \sin B. \quad (3.2)$$

У топографії розрізняють *зближення географічних меридіанів* і *гаусівське зближення*. Гаусівське зближення виникає тому, що у межах 6-градусної зони лінія координатної сітки, паралельна осьовому меридіану зони, та напрямок географічного меридіана, які проведені через одну і ту ж точку, не збігаються. Горизонтальний кут у заданій точці між її географічним меридіаном (вертикальний відрізок внутрішньої рамки топографічної карти) і лінією, паралельною осі абсцис або осьовому меридіану зони, розглядають як гаусівське зближення меридіанів і визначають за формулою:

$$\gamma_r = (L_{oc} - L_m) \sin B. \quad (3.3)$$

Воно змінюється від 0 на екваторі, де  $B=0^\circ$ , до 1 на полюсі, де  $B = 90^\circ$ , і наближається до  $3^\circ$  біля полюсів на краю зони. Зближення меридіанів має додатне значення для усіх точок зони, розміщених на схід від осьового меридіана (східне зближення) та від'ємне для усіх точок, розміщених на захід (західне зближення).

Використовувати географічні азимути не завжди зручно, тому що для однієї і тієї ж лінії у різних її точках вони різні. Так, при переході у наших широтах із заходу на схід (або навпаки) на 1 км значення істинного азимута змінюється приблизно на  $0,8'$ . Тому для практичних цілей зручніше на площині орієнтувати лінії у межах кожної зони щодо її осьового меридіана. *Горизонтальний кут, який відраховують за ходом годинникової стрілки від північного напрямку осьового меридіана або лінії, паралельної йому, до лінії заданого напрямку називають дирекційним кутом ( $\alpha$ )*. Дирекційні кути, виміряні в будь-якій точці заданого напрямку, зберігають (на відміну від азимутів) своє значення, що є великою перевагою під час геодезичних розрахунків. Розрізняють прямі та зворотні дирекційні кути. Залежність між істинним азимутом і дирекційним кутом має вигляд:

$$A = \alpha + (\pm\gamma_r). \quad (3.4)$$

У точках, розташованих на осьовому меридіані зони, де  $\gamma = 0$ , азимут і дирекційний кут лінії напрямку мають однакові значення.

Щоб перейти від величини магнітного азимута до дирекційного кута, слід ввести поправку на схилення магнітної стрілки та зближення меридіанів, яка є їх алгебраїчною різницею і називається *поправкою напрямку*:

$$ПН = (\pm\delta) - (\pm\gamma); A_{\mu} = \alpha - (\pmПН). \quad (3.5)$$

Іноді орієнтування ліній зручніше виражати гострими кутами – румбами. **Румбом** називають гострий горизонтальний кут, виміряний від найближчого (північного або південного) напрямку меридіана до лінії заданого напрямку. За величиною румби можуть змінюватися від 0 до 90°. Назва румба залежить від вихідного напрямку: істинний, магнітний і дирекційний (осьовий). Румби супроводжуються обов’язково назвою чверті, в якій проходить лінія, оскільки градусне значення румба може бути однаковим.

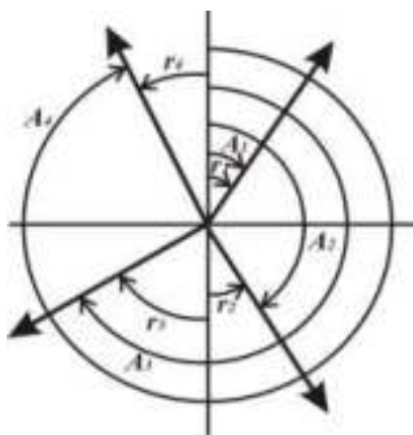


Рис. 15. Зв’язок азимута з румбом

Зв’язок між румбами й азимутом (або дирекційним кутом) показано на рис. 15 і в поданій нижче (табл. 7).

Таблиця 7

Зв’язок між азимутом і румбом

Чверть	Значення азимута	Зв’язок між азимутом і румбом	
I–ПнСх	0–90	$r_1 = A_1$	$A_1 = r_1$
II–ПдСх	90–180	$r_2 = 180 - A_2$	$A_2 = 180 - r_2$
III–ПдЗх	180–270	$r_3 = A_3 - 180$	$A_3 = 180 + r_3$
IV–ПнЗх	270–360	$r_4 = 360 - A_4$	$A_4 = 360 - r_4$