

РОЗДІЛ 1. НЕБЕСНА СФЕРА. СИСТЕМИ НЕБЕСНИХ КООРДИНАТ

ЛЕКЦІЯ №1. ЗОРЯНЕ НЕБО. СУЗІР'Я. НЕБЕСНА СФЕРА. **ОСНОВНІ ТОЧКИ І КОЛА НА НІЙ.**

Ключові слова: сузір'я, небесна сфера, екліптика, небесний екватор, небесний меридіан, весняне рівнодення, осіннє рівнодення, зимове сонцестояння, літнє сонцестояння.

1.1. Зоряне небо. Сузір'я

Погідної ночі на небосхилі неозброєним оком налічують близько 3000 зір. Приблизно стільки ж їх у цей момент перебуває під горизонтом спостерігача. Окремі групи найяскравіших зір давні люди об'єднували в сузір'я. У назвах сузір'їв вони відобразили свій побут і стиль мислення. Більшість назв, які використовуються сьогодні, прийшли до нас із Давньої Греції, де вони склалися поступово упродовж сотень років.

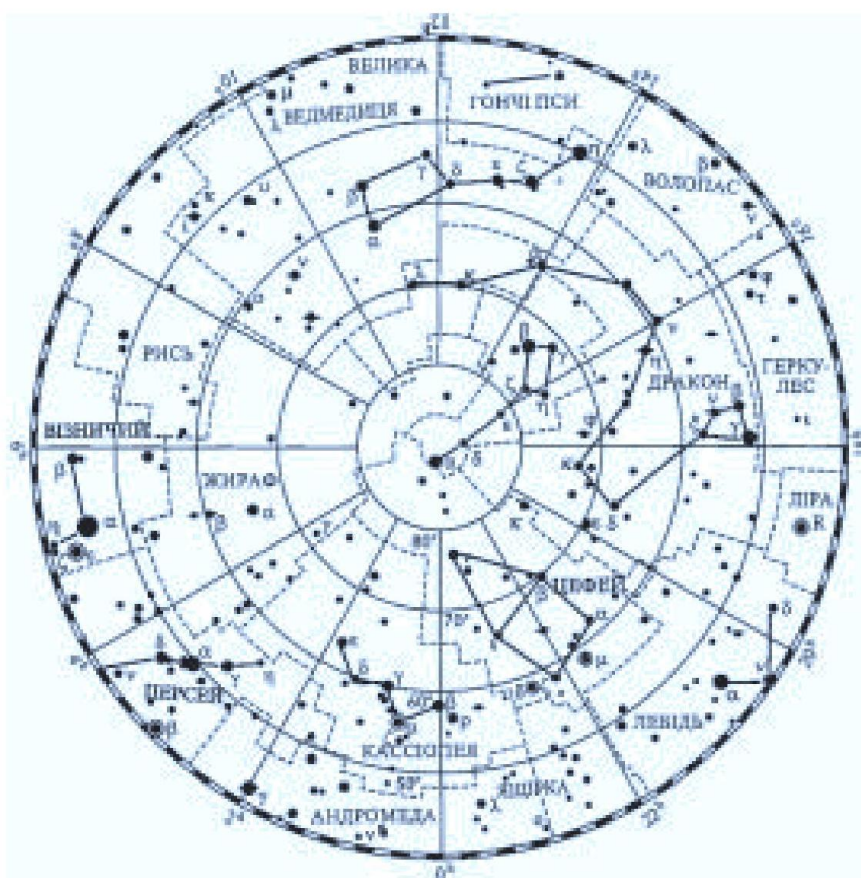
Так, у поемі «Роботи і дні» давньогрецького поета Гесіода (VIII ст. до н. е.) згадано лише дві групи зір — Плеяди й Оріон. Гомер (VIII ст. до н. е.) називає ще Гіади, Боотеса (тобто Волопаса) і Ведмедицю (або Воза). Евдокс (IV ст. до н. е.) виділяв на зоряному небі 45 сузір'їв, а в «Альмагесті» Птолемея їх налічується вже 48. Після кругосвітньої подорожі Магеллана (1519—1521 рр.) астрономи, вивчаючи небо південної півкулі, почали доповнювати список сузір'їв новими назвами. На початок XX ст. уже налічувалося 108 сузір'їв і дев'ять окремих груп зір типу Плеяд та Палиці Геркулеса. На конгресі Міжнародної Астрономічної Спілки в 1928 р. кількість сузір'їв було зменшено до 88. Тоді ж визначено нові межі між ними, які існують і тепер.

Окремі найяскравіші зорі (усього близько 250) мають свої власні назви (Сіріус, Антарес, Міцар, Мегрец, Альферац та ін.). В основному вони пішли від арабських астрономів, а дійшли до нас через німецьку наукову літературу. Тому не зайво зауважити, що кращою є англійська вимова цих назв, бо вона часто ближча до первісного арабського звучання, наприклад, Мізар, Мегрез, Альфераз тощо.

У минулому астрономи визначали положення окремих зір за місцем, яке вони займають на рисунку істоти, назву якої має це сузір'я (рис. 1.1).



a



б

Рис. 1.1. Сузір'я Великої Ведмедиці:
а) в атласі Яна Гевелія «Уранографія» (1690 р.); б) на сучасній карті

У 1540 р. італійський астроном Пікколоміні позначив зорі у кожному окремому сузір'ї грецькими літерами α , β , γ і т. д. в міру зменшення їхнього видимого блиску. Пізніше англійський астроном Джон Флемстід (1646–1719) увів традицію позначати зорі (також у межах кожного сузір'я) порядковими номерами, що частково збереглися дотепер (наприклад, зоря 61 Лебеда, 40 Рака та ін.).

Отже, сьогодні *сузір'я* — це ділянки, на які поділено зоряне небо (його площа в цілому — 41 253 квадратних градуси) для зручності в орієнтуванні. Уміння розпізнавати на небі окремі групи зір (сузір'я) та окремі зорі називають *астрогнозією* (від гр. $\alpha\sigma\tau\rho\nu$ — зоря та $\gamma\nu\omega\sigma\iota\varsigma$ — знання).

Видимий річний рух Сонця на небі здійснюється на тлі *зодіакальних* сузір'їв (від гр. $\zeta\omega\nu$ — тварина, оскільки значна частина з них має назви тварин). Кожне таке сузір'я позначається спеціальним знаком: Овен — Υ , Телець — $\mathbin{\text{♉}}$, Близнята — $\mathbin{\text{♊}}$, Рак — $\mathbin{\text{♋}}$, Лев — $\mathbin{\text{♌}}$, Діва — $\mathbin{\text{♍}}$, Терези — $\mathbin{\text{♎}}$, Скорпіон — $\mathbin{\text{♏}}$, невелика частина Змієносія (знака традиційно не має), Стрілець — $\mathbin{\text{♐}}$, Козоріг — $\mathbin{\text{♑}}$, Водолій — $\mathbin{\text{♒}}$, Риби — $\mathbin{\text{♓}}$.

1.2. Небесна сфера. Основні точки і кола на ній

Упродовж багатьох століть головною метою астрономічних спостережень було визначення кутових відстаней між окремими світилами. Давні астрономи не знали, що ці світила перебувають на різних відстанях від Землі, тому що на око різниця у цих відстанях не сприймається, а, отже, у земного спостерігача утворюється ілюзія розташування небесних світил на небесному склепінні, яке його оточує. Особливо виразно така ілюзія виникає безхмарної зоряної ночі на плоскому відкритому просторі.

Існували уявлення про тверде кам'яне склепіння, яке оточує Землю, до нього нібито прикріплені зорі й планети і по ньому щоденно мандрує Сонце. Тому у давніх шумерів слово «на» означало і «небо», і «камінь». Згодом давні греки вважали, що існує «кришталева сфера». Це уявлення зберігалося до часів Кеплера, який навіть, як він уважав, обчислив відстань до такої сфери.

Зі сказаного можна уявити собі небо як велетенський глобус довільного радіуса, у центрі якого перебуває спостерігач. На цьому глобусі можна нанести певну координатну сітку, яка й дасть змогу визначати положення світил на небі. З цією метою вводиться поняття небесної сфери.

Небесна сфера — уявна допоміжна сфера довільного радіуса з центром у точці спостереження, на яку спроектовані всі світила так, як їх бачить спостерігач у певний момент часу з певної точки простору (тобто кожен спостерігач «будує» свою уявну небесну сферу).

Запровадження поняття небесної сфери, хоч воно і не має фізичного сенсу, надає очевидну перевагу, оскільки воно дозволяє легко зрозуміти причину добових і річних змін у положенні небесних світил, і, що ще більш важливо — передбачити положення небесного світила у будь-який момент часу.

Щоб охарактеризувати якесь певне явище на небі, нам достатньо використати тільки дві координати, а саме, дві кутові змінні, які фіксують положення небесного тіла на уявній сфері і визначають його видиме переміщення на ній. Кожен із кутів утворений двома геометричними променями, один з яких спрямований від спостерігача на небесне світило, а другий повинен бути зафіксованим (тобто пов'язаним із виділеною площиною).

Як відомо, результатом перерізу сфери площиною є коло. При цьому, якщо площина проходить через центр сфери, коло називається великим, в усіх інших випадках — малим.

Для спостерігача на поверхні Землі (Землю, заради спрощення і зручності міркувань, вважаємо ідеальною кулею) можна побудувати дотичну площину. Ця площина буде перпендикулярна до лінії, що проходить через центр Землі і точку, де перебуває спостерігач. Площина має назву площини *математичного горизонту* (іншими словами, ідеального горизонту, не порушеного наявністю нерівностей на поверхні Землі). Лінія, що проходить через спостерігача і центр Землі, називається *прямовисною лінією* (наочний приклад, який дозволяє уявити собі відрізок прямовисної лінії, — це нитка у руці спостерігача з підвішеним до неї тягарем). Спостерігач зображений на рис. 1.2.

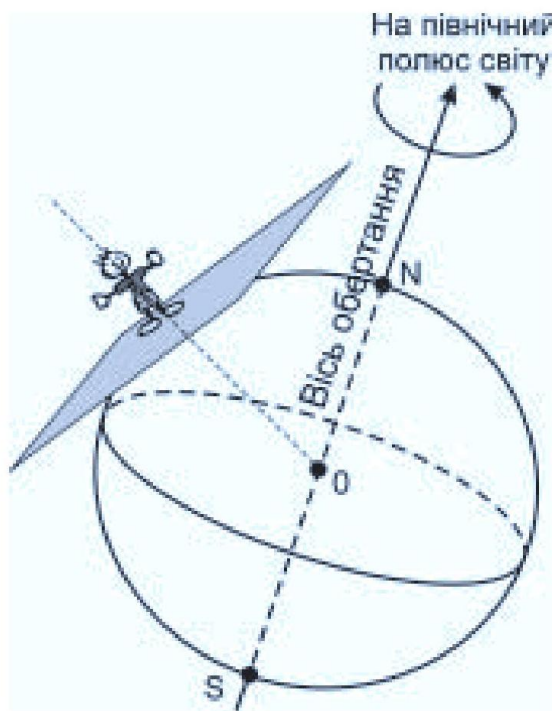


Рис. 1.2. Спостерігач на поверхні Землі

Якщо знехтувати розмірами Землі і в уяві помістити спостерігача у центр небесної сфери, зберігаючи при цьому просторову орієнтацію площини його математичного горизонту і прямовисної лінії, а потім продовжити площину горизонту і прямовисну лінію до уявної небесної сфери, одержимо такі важливі елементи останньої. Перетин прямовисної лінії з небесною сферою утворює дві точки: *зеніт* (точка Z прямо над головою спостерігача) і *надир* (діаметрально протилежна точка небесної сфери Z' , яка є під горизонтом). Велике коло небесної сфери, утворене перетином площини математичного горизонту спостерігача з небесною сферою, називається просто *горизонтом*. Площина горизонту поділяє небесну сферу на дві півкулі — видимої (та, що знаходиться над площиною горизонту) і невидимої — під площиною горизонту.

Візьмемо до уваги те, що Земля обертається навколо своєї осі (зауважимо, що обертання відбувається із заходу на схід, або проти годинникової стрілки, якщо дивитися з північного полюса земної кулі). Вісь обертання Землі — це уявна лінія, яка визначається тим, що траєкторії всіх точок поверхні Землі, яка обертається, є концентричними колами, центри яких знаходяться на ній. Ті точки поверхні Землі, які перебувають на осі обертання, у самому обертанні участі не приймають. Таких особливих точок є дві — *північний географічний полюс* і *південний географічний полюс*. Чим далі від полюса розташована точка земної поверхні, тим більше за розміром коло вона описує, беручи участь в обертальному русі Землі. Найбільше за діаметром із усіх концентричних кіл називається земним *екватором*.

Якщо позначені вісь обертання Землі і площину земного екватора продовжити до уявної небесної сфери, одержимо такі елементи. *Вісь світу* спостерігача — це лінія, паралельна (або, в окремому випадку, співпадаюча) до осі обертання Землі, а її перетин із небесною сферою визначає дві точки: *північний полюс світу* (P) і *південний полюс світу* (P'). Площина, яка паралельна до площини земного екватора (або, в окремому випадку, співпадаюча з нею), перетинається із небесною сферою по великому колу, яке називається *небесним екватором*. Графічне зображення подано на рис. 1.3. На ньому також показані ще чотири важливі точки. Дві з них — *точка півночі* і *точка півдня* — належать площині горизонту спостерігача і утворені перетином великого кола, яке проходить через зеніт і надир спостерігача, а також через північний і південний полюси світу, з площиною математичного горизонту. Таке вказане вище коло називається *небесним меридіаном*. Точка півночі (N) — це та точка горизонту спостерігача, яка є найближчою до північного полюса світу, а точка півдня (S) знаходиться ближче до південного полюса світу. Точки *заходу* (W) і *сходу* (E) належать площині горизонту спостерігача, а їх положення визначається на лінії перетину площини небесного екватора і площини математичного горизонту спостерігача. Точка *заходу* — це та, переміщення з якої до точки півдня (S), а потім до точки сходу (E) відбувається проти годинникової стрілки, якщо дивитися з північного полюса. Кутова відстань між точками W і S , S і E , E і N , N і W точно дорівнює 90° .

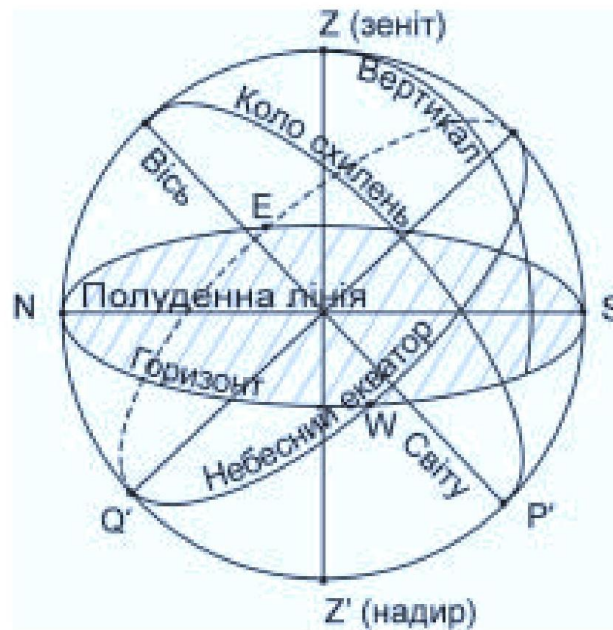


Рис. 1.3. Точки і лінії небесної сфери

Небесний меридіан ділить небесну сферу на дві півкулі: східну і західну. Площина небесного меридіана перетинається з площиною математичного горизонту по прямій лінії, яка називається *полуденною лінією*.

Площина небесного екватора поділяє небесну сферу на дві півкулі — північну (яка містить північний полюс світу, рис. 1.4) і південну (містить південний полюс світу). Тут необхідно підкреслити таку важливу особливість:



Рис. 1.4. Положення північного полюса світу серед зір

у кожного спостерігача на поверхні Землі є своя власна площина математичного горизонту і своя прямовисна лінія. Площини ж небесного екватора і вісь світу для всіх спостерігачів співпадають, або паралельні. Тому при переміщенні спостерігача по опуклій поверхні Землі орієнтація його власної площини горизонту відносно площини небесного екватора, яка переноситься паралельно, буде змінюватися (тобто буде змінюватися кут між цими площинами).

Кожне велике коло небесної сфери, яке проходить через зеніт і надир, називається *вертикалом*. Той вертикал, який проходить через точку сходу і точку заходу, називається *першим вертикалом*.

Велике коло, яке проходить через полюси світу і світило M , називається *колом схилень* (рідше *годинним колом*) світила M .

Екліптика — це велике коло, по якому центр диска Сонця здійснює видимий річний рух на небесній сфері. Площина екліптики нахилена до площини небесного екватора під кутом ϵ , який змінюється і на 2006 р. становив $23^{\circ}26'18,41''$. Точки перетину екліптики з небесним екватором називаються *точками весняного і осіннього рівнодень*. Через точку весняного рівнодення (вона позначається знаком сузір'я Овна (Υ)) Сонце 20 (або 21) березня переходить з південної півкулі неба в північну. Через точку осіннього рівнодення $\cap$ (це знак сузір'я Терезів) 22 (або 23) вересня Сонце переходить з північної півкулі неба в південну. Точки екліптики, віддалені на 90° від точок рівнодень, називано *точками сонцестоянь*.

Перпендикуляр до площини екліптики, проведений через центр небесної сфери, перетинається з небесною сферою у *полюсах екліптики*. Північний полюс екліптики є в сузір'ї Дракона.

Для глибшого вивчення перелічених тут понять доцільним є проведення декількох занять у *планетарії*.