

Іван Климишин

**Зоряне небо
України**



Климишин І. А.

Зоряне небо України



Івано-Франківськ
2005

ББК 22.6
К 49
УДК 521

У посібнику описано сузір'я неба й умови їх видимості над горизонтом залежно від пори року. Дано характеристику рухів Сонця, Місяця та планет Сонячної системи. Певну увагу приділено завбаченню положень планет на тлі зір, актуальним нині календарним проблемам.

Для учнів старших класів середніх шкіл і студентів вищих навчальних закладів.

Автор висловлює щире подяку Івану Ч-Франківській обласній та міській владі, владі Софрону Мудрому, директору фірми «Русь» Ю.Г. Кравчуку (м. Ланівці Тернопільської обл.) за надану матеріальну допомогу і особливо працівникам видавництва «Гостинець» І. Третяку, Р. Костинюку, М. Недоляк, завдяки яким автор зміг реалізувати свій давній задум дати юному аматору астрономії орієнтир у його мандрівці в неосяжні далі зоряного неба.

ISBN 966-95931-8-2

© Климишин І. А., 2003, 2005
© «Гостинець», 2003, 2005

*Ніде нема теплішого неба,
як над Україною.*

Олег Ольжич

Шановний читачу!

У курсі *географії* ти всебічно вивчаєш нашу Землю як планету – її повітряну оболонку, земну кору й гідросферу, ґрунти, рослинний і тваринний світ, населення і навіть те, як господарюють мешканці окремих її територій. І часто при цьому тобі доводиться ті чи інші «земні» предмети або явища оцінювати числами, скажімо, висоту гори – метрами, вагу яблук – кілограмами, швидкість їзди автомобілем – кілометрами за годину, координати населеного пункту – градусами географічної довготи й широти тощо.

Не менш багатогранною є *астрономія* – наука про небесні світила, закони їхнього руху, будови й розвитку. Астрономія здавна приваблювала людей. Бо, з'ясовуючи, як збудований світ, вона мовби обіцяла людям наблизити їх до розгадки іншої, куди болючішої для них таємниці: хто ми на Землі, в чому полягає наше завдання і покликання на цій планеті.

Та вже на перших сторінках науки про небо традиційно маячать, наче ґрати в'язничних вікон, описи допоміжних засобів, якими користуються астрономи. Багатьох відлякують оті «визначальні» точки небесної сфери (*зеніт* і *надир*, точки *сходу* та *заходу*, *весняного* й *осіннього* рівнодення), проведені на ній кола (*горизонт*, *небесний екватор*, *небесний меридіан*, *екліптика*), системи небесних координат, сонячного та зоряного часу тощо.

Усе це слід би, мабуть, взагалі вилучити з сучасного курсу «Астрономії» й виділити в окремий курс під назвою «Космографія». Ясна річ, відмовитися від знання цих «ґрат» на вікні в небо не можна. Адже завдяки їм допитливий читач вчиться орієнтуватися в безкрайньому океані зір так само надійно, як той, хто засвоїв основи географії, орієнтується на поверхні Землі. Але засвоювати це слід поступово, упродовж кількох років, починаючи

від п'ятого чи шостого класу. У випускному ж класі варто зосередитися на з'ясуванні *фізики* процесів, які відбуваються у ближніх і найдалших куточках досяжного для спостережень Всесвіту, на проблемах його походження і розвитку.

Для читання цієї книжки візьмемо до уваги лише декілька елементів з курсу «Космографії»:

1. Здавна *яскравість* зір оцінюють числом **видимою зоряною величиною**. Найяскравіші зорі вчені віднесли до нульової величини, яку позначають 0^m , а для Сиріуса вона навіть від'ємна: $-1,5^m$. У 2.5 рази слабкіші – до 1-ої (позначення 1^m), найслабкіші – до 6-ої (6^m) величини. Точніші значення m виражають дробовим числом. Зауважимо, що потік світлової енергії від зорі шостої видимої величини у сто разів менший, ніж від зорі першої величини.

Потужність випромінювання зорі з усієї поверхні **світність** зорі L вимірюють зазвичай в одиницях світності Сонця L_{\odot} .

2. Для побудови як географічних чи політичних карт країн світу, так і карт ділянок зоряного неба користуються двома координатами. Для Землі це *географічна довгота* λ і *географічна широта* φ . В астрономії – **пряме піднесення** α і **схилення** δ . На карті, що має форму круга, координата α проставлена на його обводі, а δ – на прямих лініях (*колах схилень*), що збігаються до Північного полюса світу. На картах, які мають форму прямокутників, пряме піднесення α проставляють на горизонтальній шкалі, схилення δ – на вертикальній. Замість градусів при відліку координати α використовують годинну міру, виходячи зі співвідношення: $1 \text{ год} \equiv 15^\circ$; $1^\circ \equiv 4 \text{ хв}$.

На картах вказано також **екліптику** – коло, по якому центр диска Сонця здійснює свій видимий річний рух на тлі зір.

3. У побуті час ми зазвичай вимірюємо **лобами**, приймаючи за початок доби *північ* (коли Сонце перебуває найглибше під горизонтом – у *нижній кульмінації*). Відповідно **місцевий сонячний час** T_M – це час, що минув після *півночі* (від моменту нижньої кульмінації Сонця). Близько 130 років тому земну кулю поділили на **24 годинні пояси**. Україна розташована у *другому* з них, і ми корис-

туємося **поясним київським часом** $T_{\text{п}}$, тобто часом, виміряним на географічному меридіані, що проходить через середину поясу (якраз там при $\lambda \approx 30^\circ$ розташований Київ). Він випереджає час T_0 нульового, гринвіцького меридіана на дві години. З останньої неділі березня до останньої неділі жовтня ми живемо за **літнім часом** $T_{\text{л}}$, перевівши стрілку годинника на годину вперед. Зазвичай астрономічні спостереження планують за **місцевим** $T_{\text{м}}$ або **всесвітнім** T_0 часом. Ми ж при загальному ознайомленні з зоряним небом будемо (упродовж року) користуватися київським часом $T_{\text{к}}$ ($= T_{\text{л}} - 1$ год).

Загалом же формули, що (в межах України) пов'язують всесвітній T_0 , поясний $T_{\text{п}}$ і місцевий $T_{\text{м}}$ часи, такі:

$$T_{\text{п}} = T_0 + 2^{\text{h}}00^{\text{m}}, \quad T_{\text{м}} = T_0 + \lambda.$$

Зокрема, для Львова $\lambda = 1^{\text{h}}36^{\text{m}}$, для Луганська $\lambda = 2^{\text{h}}38^{\text{m}}$. Отже, кульмінації світил у Львові запізняються порівняно із ситуацією в Луганську на одну годину, відносно ж Києва – на 24 хвилини.

4. Положення планет на небі встановлюють, задаючи їхні кутові відстані від точки весняного рівнодення Υ , інакше кажучи, їхні **геліоцентричні й екліптичні довготи**. Про них піде мова у другій частині книжки.

5. В останньому підрозділі вміщено короткий опис наших сучасних календарних проблем і подано кілька календарних таблиць. Адже у зв'язку з входженням у нове століття й нове тисячоліття зацікавлення цими питаннями істотно зросло.

Тож озброймося ліхтариком, картою зоряного неба, аркушем паперу та олівцем і помандруймо у зоряні далі!

I. Абетка астрогнозії

Кожного погідного вечора перед нами розгортається велична панорама зоряного неба. І чим пильніше ми вдивляємося в неї, тим дужче відчуваємо її невимовну красу, її незбагненне багатство. Перед безоднею зоряного неба все наше єство переповнюється надзвичайним подивом і захопленням. Як висловився хтось із астрономів, шлях до пізнання зір розпочинається від того, що ми просто дивимося на них, милуємося ними. Уміння ж розізнавати на небі окремі групи зір (сузір'я) та окремі зорі стародавні греки назвали **астрогнозією** (від гр. *астрон* – зоря, *гнозис* – знання).

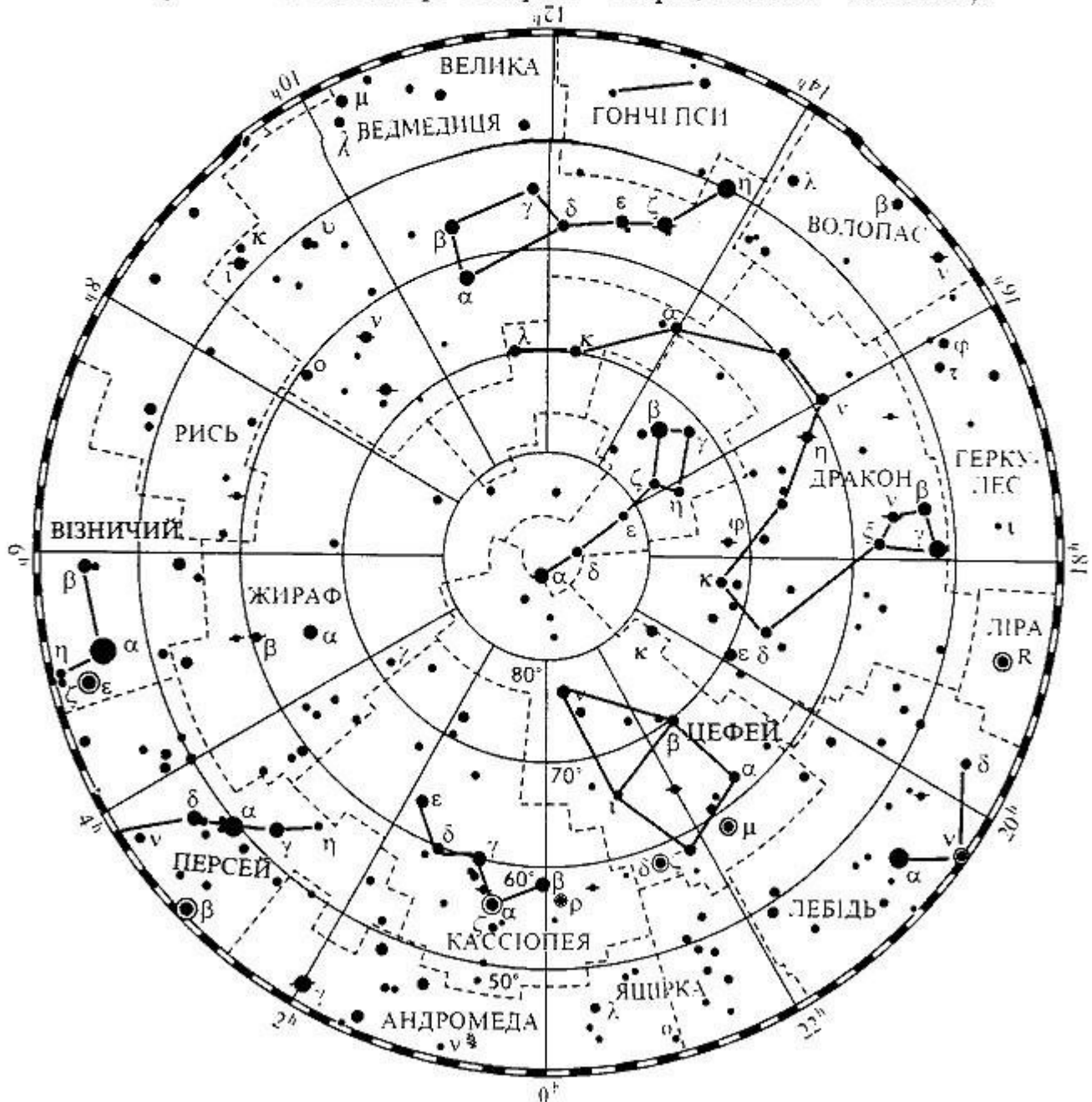


Рис. 1. В околі Північного полюса

1. В околі Північного полюса

У близькому сусідстві з Північним полюсом світу є декілька сузір'їв, доступних для спостережень упродовж року. Це сузір'я Великої Ведмедиці, Малої Ведмедиці, Дракона, Кассіопеї, Цефея, Жирафа й Риси (рис. 1).

Частина сузір'я *Великої Ведмедиці* ми знаємо з дитинства. Сім його найяскравіших зір утворюють характерний малюнок «ковша з ручкою», або, як кажуть у народі, Великого Воза. Напевне, скрізь із пошуків цього сузір'я й розпочинають вивчення зоряного неба. Це й не дивно, бо деякі інші надовго зникають із вечірнього неба. А Великого Воза можна віднайти завжди, хоча в різні пори року він займає неоднакове положення. Кожна з семи зір Великого Воза має свою назву (їх наведемо трохи згодом) і позначена певною літерою грецького алфавіту.

Отож без зайвого поспіху розпочнімо своє знайомство з небом... Припустимо, що сьогодні 1 вересня, а $T_{\text{п}} = 20$ год. Глянувши на північну частину неба, зауважимо (рис. 2), що Великий

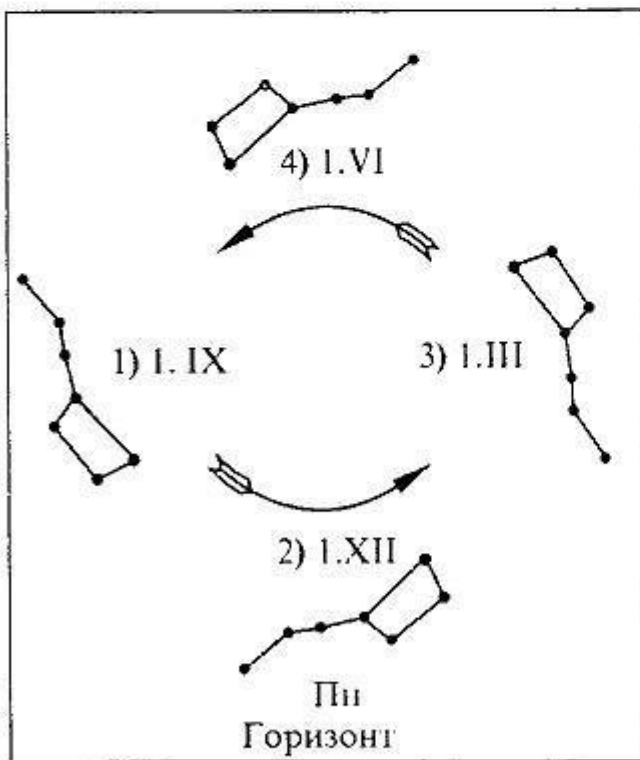


Рис. 2. Положення Великої Ведмедиці о 20 годині залежно від пори року, як також – що шість годин

Віз підняв «дишля» вліво вгору (положення 1). Через шість годин він уже займе положення 2, а до світанку повернеться ще трохи й ледь-ледь не досягне положення 3, «дишлем» донизу.

З іншого боку, на цю ж, 20 годину 1 грудня «дишель» Великого Воза («хвіст» Великої Ведмедиці, або «ручка ковша») також буде спрямований вліво вниз (положення 2), на початку березня – вправо вниз (положення 3). Нарешті, 1 червня о 20 год Великий Віз перебуватиме у нас над головою, повернутий «дишлем» на південний схід (положення 4).

Але дуже багатьом людям доводиться безвиїзно жити в сучасних містах, освітлених електричними вогнями, і не мати цього задоволення: бачити, як Великий Віз «міряє» час упродовж доби, але також «відрізняючи одну добу від іншої»!

Наприкінці цього підрозділу ми і «змонтуємо» зоряний годинник для визначення вночі сонячного й зоряного часу будь-якої пори року.

Пошук полюса світу

Тепер пригляньмося навколо чого кружляє Великий Віз. Проведемо через дві крайні зорі «ковша» Великої Ведмедиці (через «задні колеса» Великого Веза) уявну пряму лінію. Відклавши на ній п'ять відрізків, що дорівнюють відстані між цими зорями, знаходимо «центр» небесного годинника – **Полярну** зорю (рис. 3). Це – найяскравіша зоря сузір'я Малої Ведмедиці, або Мало-го Веза. Звернемо увагу, що «хвосту» обох звірів («ручки ковшів», або «дишлі» возів) спрямовані у протилежні боки.

Ми вживаємо тут назви Великий і Малий Вези (частіше, ніж Велика і Мала Ведмедиці) з двох причин. Передусім, віз у житті наших прадідів відіграв велику роль: він ставав частиною неприступної фортеці за часів козаччини, його скрипучі колеса виспівували сумну й одноманітну пісню під час дов-

Тепер пригляньмося навколо чого кружляє

Великий Віз. Проведемо че-

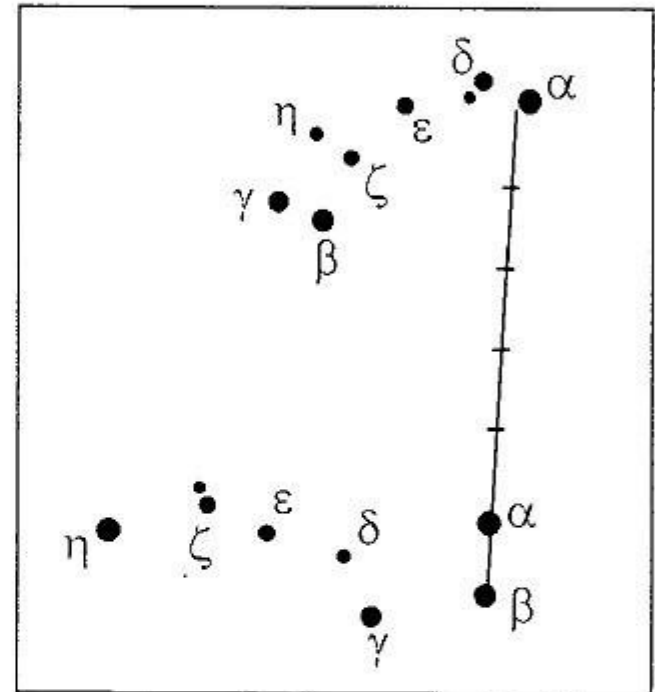


Рис. 3. Спосіб знаходження Полярної зорі

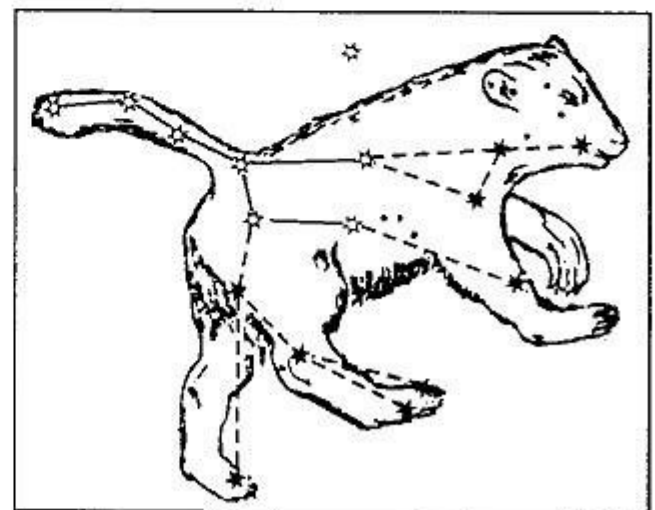


Рис. 4. Зображення Великої Ведмедиці у давньому атласі

гих мандрівок чумаків аж у Крим по сіль, а ще віз – важлива деталь мирного селянського побуту. Крім того, сім яскравих зір – лише невелика частина сузір'я Великої Ведмедиці, а отже, тим самим ми загострюємо увагу на цьому. Бо ж за своєю красою це сузір'я настільки привабливе, що варто придивитися до нього пильніше. Спочатку доцільно ознайомитися з малюнком, яким зображали це сузір'я у давніх атласах (рис. 4), відтак знайти його на карті неба й нарешті – на самому небі. За гарної погоди видно «голову» і «ноги» звіра. Що ж стосується Малої Ведмедиці, то це сузір'я зовсім мале. На давніх атласах «ліве заднє колесо» Мало-го Вожа зображували біля вуха ведмедиці.

Зорі обох Ведмедиць

А ось які назви мають найяскравіші зорі обох цих сузір'їв (у дужках подаємо їх заокруглені зоряні величини). У сузір'ї Великої Ведмедиці α – **Дубхе** ($1,8^m$), β – **Мерак** ($2,4^m$), γ – **Фекда** ($2,4^m$), δ – **Мегрез** ($3,3^m$), ϵ – **Аліот** ($1,8^m$), ζ – **Мізар** ($2,1^m$) і η – **Бенетнаш** ($1,9^m$). Ці, як і більшість подальших назв, дійшли до нас від арабських астрономів IX–XI ст. Недалеко від Мізара можна зауважити слабку зорю **Алькор** ($5,0^m$). Відстань між зорями Дубхе і Мерак становить $5,5^\circ$.

Зорю α *Малої Ведмедиці* ($2,0^m$) так і звать – **Полярна**, хоч насправді Північний полюс світу міститься на відстані близько $51'$ від неї, а це майже півтора кутового діаметра Місяця. Відстань від Полярної до зорі Дубхе становить 27° . Зорю β Малої Ведмедиці звать **Кохаб** ($2,1^m$), арабською мовою її повне ім'я звучало так: Кохаб аль Шемалі – «зоря півночі». Зауважимо, що китайці Полярну зорю називали головною царицею священного неба, а β – величною зорею. Перша з них нібито веде записи у книзі живих і мертвих. У давньому Вавилоні її вважали за блискучу вершину небосхилу, первісні племена приносили Полярній зорі жертви, як своєму найвищому божеству...

Фінікійські моряки задовго до нашої ери здійснювали тривалі мандрівки морями. У цьому їм і допомагали зорі. Тож Малу Ведмедицю, яка вказувала напрям на північ, вони називали «доубе», тобто *сузір'я, що говорить*, а також «калліста»,

тобто *порятунок*. Для давніх арабів Полярна зоря була «Козеням».

Саме арабські астрономи дали назви більшості зір. Тому, називаючи зорю, ми в дужках (якщо первісне звучання було спотворене) подаватимемо також її арабську назву, а після неї – значення цієї назви. Це дасть змогу переконатися, що європейські астрономи іноді змінювали початкові назви до невпізнання.

Значення назв найяскравіших зір Великої Ведмедиці таке: Дубхе (дубб) – ведмідь. Мерак (марак) – черево. Фекда (фахз) – стегно, Мегрез (маграз) – початок хвоста. Алькайд, або Бенетнаш (ал-кайд банат на'ш) – «проводир Дочок похоронних мар». Ця давньоарабська назва пов'язана з тим, що сім яскравих зір Ковша араби вважали зображенням похоронної процесії з марами – ношами (Ківш) і плакальницями (три зорі ручки Ковша).

Більш «прозаїчними» були стародавні римляни. Для них згадані сім зір – це сім биків – *septemtriones*. З часом це слово вони почали вживати і для позначення поняття «північ» і навіть «північний вітер».

Ледве не в кожній науково-популярній книжці, як тільки зайде мова про Велику Ведмедицю, згадується, що назви її зір Мізар та Алькор у перекладі з арабської означають «кінь» і «вершник». Однак здається, ніхто зі знавців арабської мови цього не підтвердив. Адже слово «мізар» означає «середина тіла», а у цьому випадку – «середина хвоста».

Найдавніша згадка про Алькора збереглася в «Описі неба» відомого арабського астронома X ст. Абу л-Хусейн ібн ас-Суфі. Він зазначив, що над зорею ал-Анак, зовсім поруч із нею, є невеличка зоря, яку араби звать ал-Суга – «забута», а на деяких інших діалектах – ал-Сайдак – «надійна». Слова ж, хоча б трохи близького до Алькор, в арабській мові взагалі немає. Можна гадати, що тут перекладач або переписувач допустив якусь неточність.

Це, зрештою, не означає, що серед зір Великої Ведмедиці немає «коня». Бо, як твердять фахівці, назва зорі Аліот походить від «алджун», що й означає «вороний кінь».

Як гадають, слово «полюс» і назва «Полярна» пішли від грецького «полео», що означає «я обертаюсь». Бо ще дві тисячі років тому спостерігачі зауважили, що Полярна зоря впродовж доби описує невелике коло навколо Північного полюса світу.

Зі згаданих семи зір Великої Ведмедиці найближча до нас є зоря Аліот (світловий промінь від неї доходить до Землі за 49 років), найдалі – Бенетнаш (відстань до неї – 192 світлові роки).

Нарешті нагадаємо, що слово «ведмедиця» по-грецьки – «арктос». Звідси й походить назва «Арктика» – зона Північного географічного полюса й «Антарктида» («навпроти ведмедиці») – зона Південного полюса.

За однією з легенд, Велика Ведмедиця – то царівна-красуня Каллісто, яка покохала наймогутнішого з богів – Зевса й народила йому сина Аркада (Арктур). За це розгнівана Зевсова дружина Гера перетворила Каллісто у ведмедицю, після чого Зевс узяв її на небо. Однак Гера й тут не дала Каллісто спокою, а зробила так, щоб ведмедиця ніколи не могла вимити своєї шкіри у Великому океані (який, на думку давніх греків, оточує землю), – а була змушена без перепочинку повторювати один і той самий шлях навколо Полюса світу. Мала Ведмедиця – то служниця, яка супроводжує Каллісто в її вічній мандрівці.

Про Дракона, Жирафа і Рись

Між Великою і Малою Ведмедицями простягся ланцюжок зір *Дракона*, «голова» якого перебуває на такій відстані від Полярної, що й ківш Великої Ведмедиці. У добовому русі навколо полюса світу Голова Дракона займає місце ковша на небосхилі рівно через шість годин після нього. Інакше кажучи, якщо ківш Великої Ведмедиці перебуває найближче до горизонту, то Голова Дракона розташовується зліва від нього на тій самій висоті над горизонтом, що й Полярна. Окрасою цього сузір'я є зоря γ Дракона (2,2^m), що має назву **Етамін**. Розміщена вона у Голові Дракона на такій же відстані від полюса світу (близько 40°), що й Бенетнаш. Зоря α Дракона – **Тубан** (3,7^m) лежить майже на півдорозі між зорями Кохаб та Мізар.

Слова Тубан (ту'бан) й Етамін (ат-тінні) означають одне й те саме – «дракон».

А ось легенда, що пов'язана з сузір'ям Дракона. Далеко на заході, на краю Землі, де стояв титан Атлант (Атлас), підпираючи плечем небосхил, росла яблуня з золотими яблуками. Оберігали її веселі й легковажні німфи геспериди і дракон Ладон, який ніколи не спав. Здійснюючи один зі своїх подвигів, Геракл убив дракона, а Атлант зірвав йому золоті яблука, поки герой підтримував за нього небо.

Від «голови» Великої Ведмедиці до Кассіопеї простяглося сузір'я *Жирафа*, під ним – *Рисі*. Треба справді мати «рисячі очі», щоб побачити хоча з десяток його зір...

«Цар з царицею
і дочка з зятем»

На шляху від «задніх коліс» Великого Воза до Полярної зорі, на протилежному боці від неї, є сузір'я *Цефея*. П'ять його найяскравіших зір утворюють наче хатку (вулик) з гостроверхим дашком, який «тягнеться» до Полярної. Найяскравіша зоря α Цефея (2,5^m) – *Альдерамін* (від араб. «аз-зіра ал-йамін» – права рука), друга за яскравістю зоря β (3,2^m) – *Альфірк*. Поблизу лівого нижнього рогу «хатки» є зоря δ , що стала типовим представником понад 700 відомих пульсуючих змінних зір – *цефеїд*.

Поруч із Цефеєм розташоване сузір'я *Кассіопеї*. Його п'ять найяскравіших зір утворюють літеру W латинської абетки. Тут зоря α (2,2^m) називається *Шелар* (від араб. «садр» – груди), β (2,3^m) – *Шаф* («каф» – рука), δ (2,7^m) – *Рукба* (коліно). Річ у тому, що частину зір Кассіопеї арабські астрономи називали «руками Плеяд». Саму ж Кассіопею вони звали «Володаркою трону». Ланцюжок яскравих зір сузір'я Андромеди виявляємо, прямуючи від Полярної зорі через сузір'я Кассіопеї. Зорю α Андромеди (2,1^m) називають *Альферац* («аль-фарас» – кінь), β (2,1^m) – *Міррах* («мараб» – черево) і γ (2,1^m) – *Аламак*.

Загалом же грецьке «Андромеда» звучить як «та, що не знала мужа».

Ліворуч від Андромеди й нижче Кассіопеї у вигляді переверненої літери V розташоване сузір'я *Персея*. Зоря α Персея (1,8^m)

лежить на продовженні дуги, що йде від α до δ Кассіопеї, й називається **Мірфак** (тобто мається на увазі «лікоть» Плеяд). Друга за яскравістю зоря β Персея – **Алголь** (від араб. «шайтан» – чорт). Це – *затемнювано-змінна зоря*. Її блиск протягом 2 діб 20 год 49 хв змінюється від 2,1^m до 3,4^m, про що знали арабські астрономи (тому так її й назвали). Однак згодом це забулося. Заново (1782 р.) змінність зорі Алголь виявив англійський астроном (точніше, аматор астрономії, який у дитинстві захворів на скарлатину і внаслідок цього оглух) *Джон Гудрайк* (1764–1786). Він дещо пізніше, 1784 р., виявив також змінність зорі δ Цефея. Заслуги Дж. Гудрайка у вивченні змінних зір були такі значні, що його обрали членом Лондонського Королівського товариства (це фактично – Академія наук) і присудили йому золоту медаль Товариства!

Певний час на деяких картах неба на місці Персея зображували біблійного царя Давида, який несе голову велетня Голіафа. Привертає увагу й те, що Персей підіймається над горизонтом раніше від Андромеди, наче й справді рятуючи її від... нічної темряви.

І, нарешті, рухаючись від зорі β Андромеди в напрямі до β Кассіопеї, на відстані близько чотирьох градусів можна побачити зорю μ , далі трохи зліва – зорю ν Андромеди, а справа і трохи вище на згаданому напрямі – «невеличку небесну хмарку» чи «слабкий вогник запаленої свічки». Це об'єкт, що його тривалий час називали (та й тепер називають) **Туманність Андромеди**. Насправді – це далека зоряна система. Її зоряна величина 4,3^m. У 1924 р. американський астроном *Едвін Хаббл* (1889–1953) довів, що то інша галактика. Відстань до неї – 2,3 млн. світлових років.

А тепер – легенди

Ефіопський цар Кефей (Цефей) був одружений з красунею Кассіопеєю. У них народилася дочка Андромеда. Запишавшись своєю вродою, Кассіопея похвалилася, що

вона вродливіша від nereїд. Ображені жительки моря поскаржились Посейдонові, і той напустив на царство Кефея морську потвору – Кита, який поїдав людей. За твердженням оракула, визволитися від цього лиха можна було, лише віддавши Китові на поталу юну Андромеду. Нещасну дівчину прикували до скелі...

...Дещо раніше аргоському цареві Акрісію оракул провістив, що в його дочки Данаї народиться хлопчик, який уб'є свого діда. Акрісій ув'язнив Данаю в підземеллі. Проте могутній Зевс проник до в'язниці у вигляді золотого дощу, і Данаю стала дружиною Зевса. Від цього шлюбу народився хлопчик, якого мати назвала Персеєм. Акрісій звелів посадити дочку й онука в дерев'яну скриню і кинути їх у море. Хвилі винесли скриню на острів Серіф в Егейському морі. За час мандрівки Персей швидко виріс і змужнів. Цар острова Серіфа Полідект палко покохав Данаю і, щоб позбутися її сина Персея, послав його по голову Медузи — однієї з трьох страховиськ-горгон. На головах цих потвор замість волосся були змії, а їхній погляд перетворював усе живе на камінь. Лише Медуза була смертна, і її можна було вбити. Жили горгони на далекому заході, на острові, який охороняли богині старості граїї, які мали тільки одне око на трьох. Хитрощами викравши це око, Персей поміняв його в богинь на крилаті сандалії, мішок і шапку-невидимку. Дивлячись на зображення Медузи на щиті, Персей наблизився до неї, відрубав їй голову і заховав у мішок. З тулуба горгони вискочив кінь Пегас, на якому син Данаї й Зевса відразу ж помчав додому.

Дорогою Персей пролітав над скелею, до якої була прикута Андромеда. Вона з невимовним жахом дивилася в море, очікуючи, що ось-ось з'явиться потвора і розірве її. Герой убив Кита й одружився з дівчиною. Згодом, бажаючи побачити свого діда, Персей вирушив до Аргоса й там під час ігор випадково вбив Акрісія кинутим диском.

**Зоряний, або
ж полярний,
годинник**

Описані зміни положень Ковша Великої Ведмедиці як з вечора до ранку, так і впродовж року дають змогу побудувати **зоряний, або полярний** годинник, за яким можна визначати як *місцевий сонячний час* T_M , так і *зоряний час* s . Для цього вирізаємо з картону два круги різного діаметра (наприклад, 9 і 10,5 см). Більший із них буде циферблатом. На його обводі у напрямі, протилежному до обертання годинникової стрілки, через однакові проміжки часу запишемо числа 1, 2, 3, ..., 23, 0 (рис. 5). Менший круг поділимо на 12 частин за кількістю

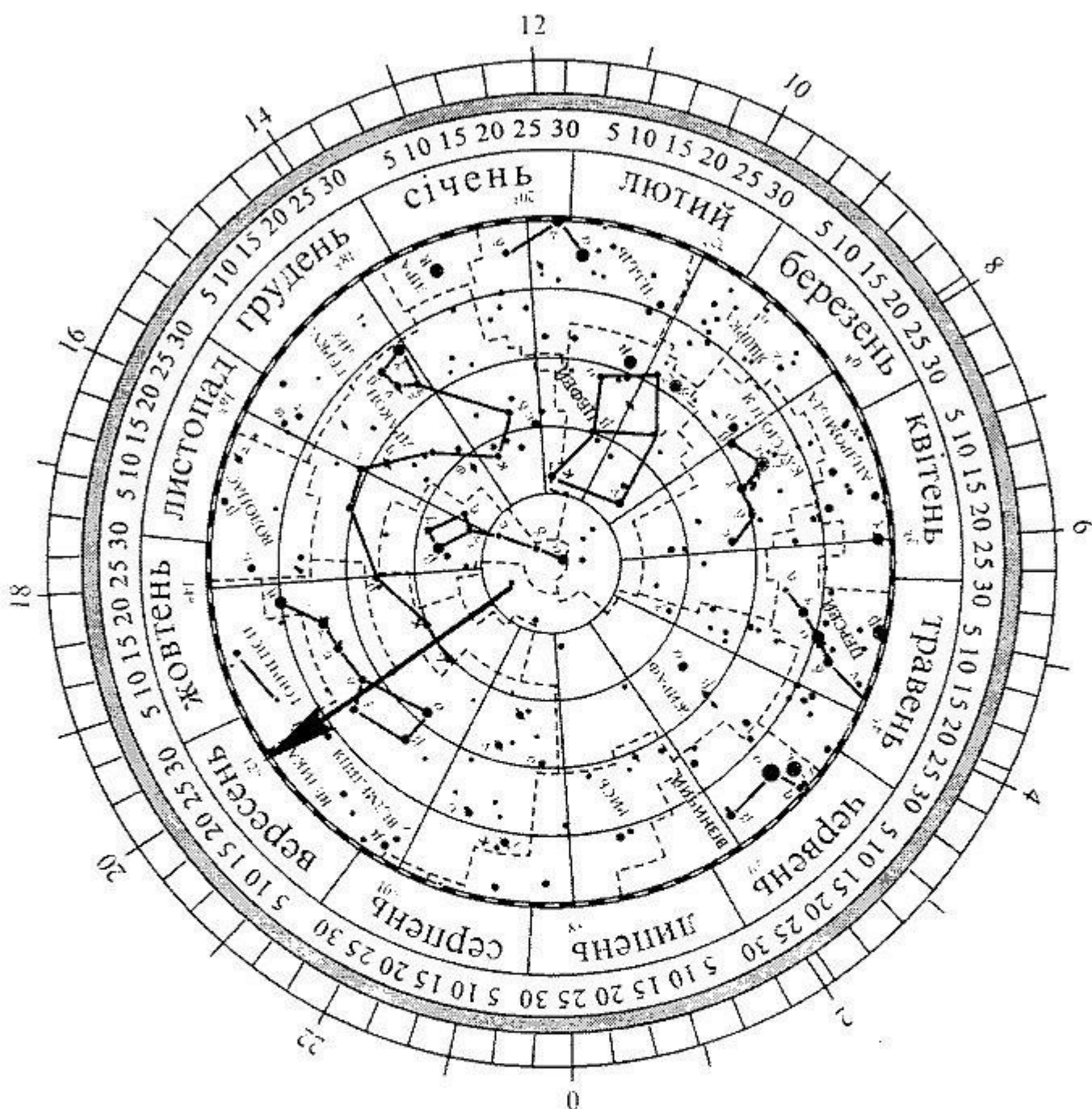


Рис. 5. Зоряний годинник

місяців у році. На його обводі за годинниковою стрілкою запишемо назви місяців, а відповідні їм дуги поділимо на п'ятиденки. У секторі «вересень» малюємо «ківш» Великої Ведмедиці й через середину прямої, що з'єднує її зорі γ і δ , проводимо лінію, яка вказує напрям на точку осіннього рівнодення. Ця лінія й буде стрілкою полярного годинника. Малий круг накладемо на більший, сумістимо їхні центри і скріпимо так, щоб менший круг вільно обертався відносно більшого.

Для вимірювання часу циферблат годинника встановлюємо цифрою 0 донизу. Ставши обличчям до півночі, повертаємо мале коло так, щоб зображення Великої Ведмедиці на ньому зайняло таке ж положення відносно центра годинника й лінії виска, яке займає це сузір'я на небі щодо Полярної зорі. Після цього *на циферблаті навпроти стрілки* фіксуємо місцевий зоряний час s , а *навпроти дати спостереження* – місцевий сонячний час T_M .

Справді, зоряна доба починається в момент верхньої кульмінації точки весняного рівнодення Υ . Але можна сказати й інакше: зоряна доба починається в момент нижньої кульмінації точки осіннього рівнодення Ω . Напряму на цю точку Ω і вказує стрілка, яка, обертаючись проти (!) стрілки годинника (див. рис. 2), відлічує зоряний час s .

У свою чергу, пряма лінія, проведена від центра через дату, вказує положення Сонця на екліптиці на цей день. Кутова ж (тобто й годинна) відстань цієї дати від напряму на «0» і визначає час, що минув від нижньої кульмінації Сонця. А це і є місцевий сонячний час T_M .

Конкретно в показаному на рис. 5 положенні «ковша» зоряний час $s = 20$ год 00 хв. Сонячний час 1 вересня $T_M \approx 21$ год 30 хв, 1 жовтня ≈ 19 год 30 хв, 1 травня ≈ 3 год 30 хв і т. д.

Після деякого тренування цю задачу можна розв'язати й без зоряного годинника - безпосередньо за положенням зір Великої Ведмедиці відносно горизонту. Завзяті мореплавці-козаки, які на декілька тижнів опинялися серед хвиль Чорного моря, також визначали час і напрям за зоряним небом.

2. Сузір'я осіннього неба

Якщо оглядати небо з вечора до ранку (особливо взимку), то вже протягом однієї ночі на ньому можна побачити майже всі сузір'я, доступні для спостережень на нашій географічній широті. Однак можемо розглядати окремо сузір'я *осіннього, зимового, весняного й літнього* неба. Це означає, що в кожному випадку мова йтиме про ті з них, які близько 22 години видно (лише!) у південній частині неба. Першу з чотирьох карт південної частини

неба наведено на рис. 6. Звернімо увагу: на цих картах на екліптиці вказано ті її точки, через які проходить Сонце на початку того чи іншого місяця. Відповідно через півроку цю ділянку неба бачимо опівночі.

**Тут Лебідь
дружить
з Орлом**

Окрасою осіннього вечірнього неба є сузір'я *Лебеда*, що у вигляді велетенського хреста простяглося в південній частині небосхилу й відділене від Андромеди Ящіркою. Зоря α Лебеда ($1,8^m$) називається *Денеб*. На протилежному кінці цього ланцюжка зір є зоря β ($3,1^m$) – *Альбірео*, зорю γ ($2,2^m$) називають *Садр*, δ ($2,9^m$) – *Джанах*. На давніх картах Лебеда зображали так, ніби він летить на південь.

У Птолемея сузір'я Лебеда фігурує під назвою «Курка», в арабських астрономів – це «Птах», у вавилонян – «Пантера». Назва Альбірео і є спотвореним арабським словом «курка», а Денеб (занаб) – «хвіст». Зоря δ Лебеда має назву Джанах – «крило».

За легендою, *Лебідь* – це *Орфей*, син *Аполлона*, який увів звичай супроводжувати спів акомпанементом на кіфарі. Від його співу рухалися дерева й пересувалися скелі. Разом з аргонавтами *Орфей* проплив мимо сирен і своїм співом утримав мандрівників на кораблі. Коли його дружина *Еврідіка* померла від укусу змії, *Орфей* опустився у підземне царство *Аїда* і своїми грою та співом зачарував усіх, навіть лютий пес *Цербер* забув стулити пащі своїх трьох голів. Боги дозволили *Еврідіці* повернутися на землю за умови, що її чоловік не гляне на дружину, доки не вийде з підземного царства. Та *Орфей* цієї умови не дотримав і втратив *Еврідіку* назавжди. Цілих сім місяців ридав він на скелястих берегах ріки *Стрімон*, знов і знов оспівуючи свою гірку долю. Його роздерли менади – супутниці бога виноградарства і веселощів *Діоніса*.

За іншою легендою *Лебідь* – це син бога війни *Ареса Кікн*, який захищав *Трою* і був невразливий навіть для стріл *Ахілла*. Лише в рукопашному бою *Ахілл* таки переміг *Кікна*, якого боги перетворили на *Лебеда*. Греки вважали лебеда войовничим птахом, що вступає в бій навіть з орлом.

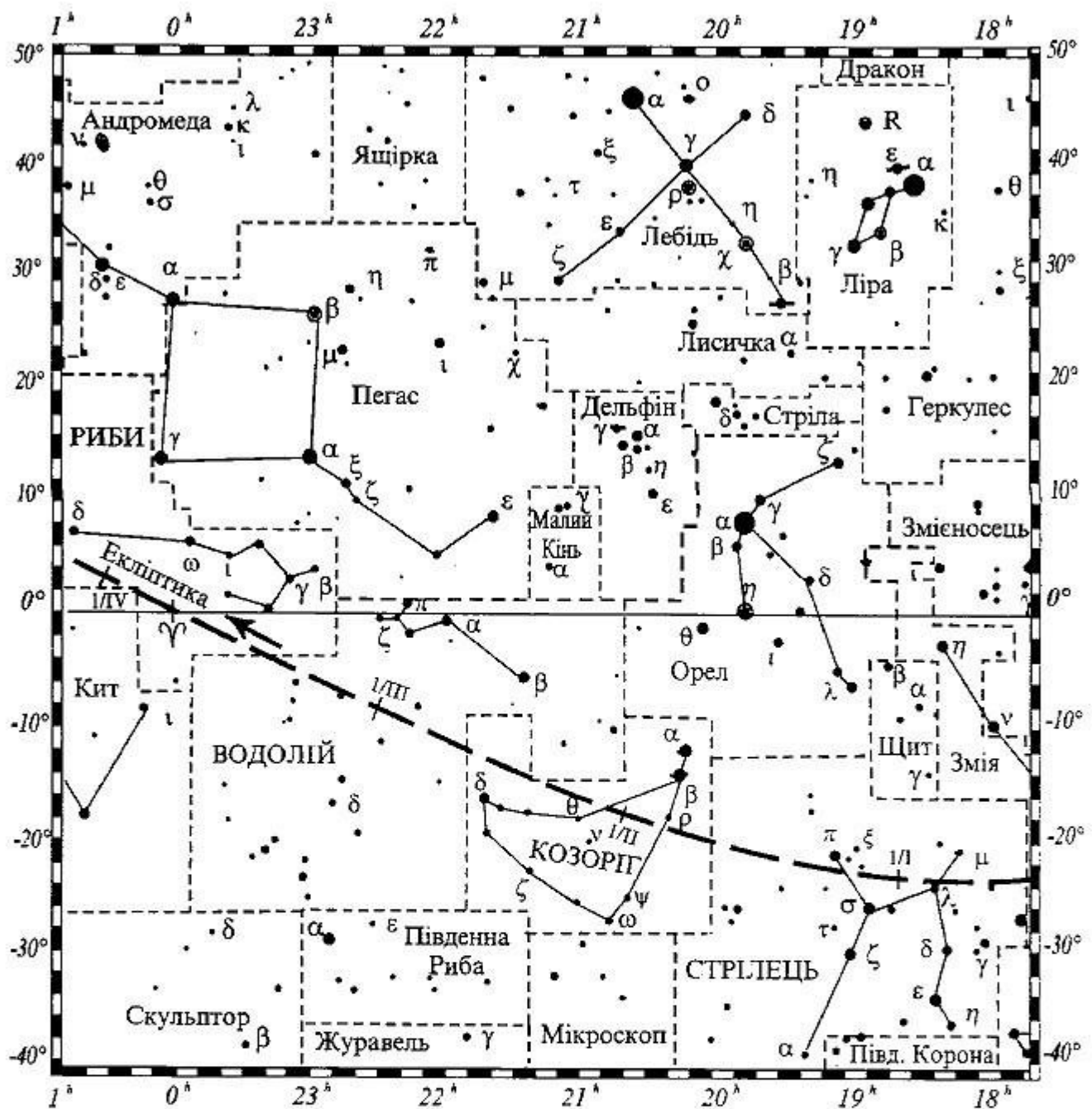


Рис. 6. Осіннє вечірнє небо

Справа від Лебеда розташувалося сузір'я *Ліри*: ідеальний паралелограм, поруч із яким – друга за яскравістю (після Арктура, що у Волопасі) зоря північної півкулі неба. Це α Ліри – **Вега** ($0,0^m$) (від араб. «ал-вак» – та, що падає).

Внизу, ближче до горизонту, видно сузір'я *Орла* з його найяскравішою ($0,8^m$) зорею **Альтаір** (від араб. «ат-таір» – орел). Поруч із Орлом зліва – невеличке сузір'я *Дельфіна*, що має вигляд ромба «з хвостиком». Над ними – сузір'я *Лисички* і *Стріли*, під Дельфіном – сузір'я *Малого Коня*, зоря α якого ($3,9^m$) зветься **Кітальфія**.

Ліра — музичний інструмент бога Аполлона, який зробив собі той інструмент, натягнувши струни на панцир черепахи. За іншою легендою, це — ліра вже згадуваного Орфея.

Орел — посланець Зевса, птах, який весь час перебуває біля трону верховного бога. Це він, зокрема, клював печінку Прометей. Тривалий час у південній частині цього сузір'я виділяли окреме сузір'я Антиноя, назване ім'ям юнака незвичайної вроди, улюбленця римського імператора Адріана. Коли 131 р. н. е. Антиной утопився в Нілі, імператор заснував на його честь місто. Таке поєднання двох сузір'їв мало означати, що Орел підняв Антиноя на небо. Самого ж Орла вбив із лука Геракл стрілою, розміщеною тут же на небі поряд.

А ось легенда про Дельфіна. У той час, коли в Коринфі правив Періандр, серед співаків не було рівного Аріонові. Одного разу, коли пісняр після подорожі до Італії та Сицилії повертався додому, моряки у відкритому морі зв'язали його, щоб викинути в море і забрати його скарби. Аріон попросив дозволу ще раз заспівати. Зачарований його співом, до корабля підплив дельфін. І коли Аріон, закінчивши пісню, сам кинувся в море, дельфін узяв його на спину і доплив разом із ним до берега.

А ці — з «небесної конюшні»

Наприкінці жовтня центральне місце на вечірньому небі займає сузір'я *Пегаса* з його великим *Квадратом*. Найяскравіша зоря у лівому верхньому куті Квадрата — α Андромеди (*Альферац*). Якщо вважати, що Квадрат Пегаса є ковшем, то головні зорі сузір'я *Андромеди* будуть його ручкою. У правому верхньому куті Квадрата є зоря β Пегаса ($2,4^m$) — *Шеат* (від араб. «са'їд» — плечова частина руки), у правому нижньому — зоря α ($2,5^m$) — *Маркаб* (сідло), у лівому нижньому — зоря γ ($2,8^m$) — *Альгеніб* (від араб. «ал-джанах» — крило), зоря ϵ ($2,3^m$) Пегаса називається *Еніф* (ніс). Декілька зір мають по кілька (до чотирьох-шести) назв, причому окремі з них називаються однаково!

Справа внизу біля Пегаса — *Малий Кінь*. Цікаво, що в обох цих сузір'їв (Пегаса й Малевого Коня) на картах прийнято зображати лише голови. Як зауважив К. Фламмаріон, можливо, це згадка про

давню традицію, що існувала у Єгипті та Китаї, приносити цих тварин у жертву. На китайській сфері тут розташовується сузір'я Тіен-Кіу – «Небесна Конюшня». Ці зорі виходили на середину неба навесні, коли чистили конюшні й обливали їх кров'ю принесених у жертву коней. Квадрат Пегаса подекуди порівнювали з колодязем, із відром, тому деякі зорі мали відповідну назву «Радість розважності», «Радість мудрості».

Крилатий кінь Пегас, за легендою, перебуває на горі Гелікон і є улюбленцем муз. Богиня Афіна приручила його й віддала героєві Беллерофонту, коли той вирушив на бій із Химерою – страхітливим демоном, що мав голову та шию лева, тулуб кози і хвіст дракона (як гадають, це мало бути уособленням вулкана). Коли Беллерофонт убив Химеру, то захотів полетіти на Пегасі до неба, але крилатий кінь скинув занадто сміливого вершника. Оповідають ще й таке: коли одного разу музи співа-ли, небо й зорі, заслухавшись, зупинилися, а гора Гелікон сколихнулася, Пегас заспокоїв гору ударом свого копита. При цьому утворилося джерело Гіппокрена («джерело коня», від слова «гіппос» – кінь), вода якого мала чудодійну властивість надихати поетів на створення шедеврів. Ератосфен (III ст. до н. е.) всерйоз зазначав, що задньої частини Коня на картах неба не зображають, аби не видно було, що це насправді... кобила.

**Три
зодіакальні
сузір'я**

Ближче до горизонту бачимо декілька зодіакальних сузір'їв. Нижче від Орла розташований *Козоріг* (знак ♈). Для його зір α і β – відповідно Альджеді й Дабіх (3.6^m і 3.1^m) – арабські астрономи вигадали назву «Щастя різника», а малопомітна зоря γ (зліва від α) уявлялася їм «Вівцею, що йде на заріз».

Зліва від Орла, над Козорогом і зліва від нього бачимо зодіакальне сузір'я *Водолія* (знак ♒), в якому є чимало слабких зір, що й справді подібні до потоку води. Зорі α (2.9^m) і β (2.9^m) називаються Садалмелек (від араб. «са'д ал-мулк» – щастя держави) і Садалсууд. Уважали, що ці зорі віщують щастя.

Біля Квадрата Пегаса простяглися два ланцюжки зодіакального сузір'я **Риб** (знак ♓). Той, що зліва від Квадрата, – **Північна Риба**, під Квадратом до Водолія – **Західна Риба**. Тут на продовженні лінії від зорі Альферац до зорі Альгеніб (лівий бік Квадрата) і на такій самій відстані від другої з них (трохи правіше) лежить точка весняного рівнодення.

Козоріг – бог **Пан**, покровитель пастухів і мисливців, пасічників і рибалок, якого греки зображували з людською головою на цапиних ногах. Давні греки вірили, що **Пан** своїм криком може змусити ворогів утікати.

Водолій – **Девкаліон**, син **Прометея**, цар фессалійського міста **Фтії**. Легенда твердить, що коли **Зевс** захотів знищити людей за їх несправедне життя, **Девкаліон** за порадою батька побудував корабель, на якому він врятувався зі своєю дружиною **Піррою**. На дев'ятий день корабель зупинився біля гори **Парнас**. Тут **Девкаліон** приніс жертву **Зевсові** й довідався від його посланця **Гермеса**, що для відновлення людського роду треба кидати через плече кістки матері. **Девкаліон** зрозумів, що йдеться про каміння. І справді, каміння, що його кидав він, перетворювалося на чоловіків, а те, що кидала **Пірра**, – на жінок.

За іншою легендою, **Водолій** – це **Ганімед**, син дарданського царя **Троя**, юнак надзвичайної вроди, якого **Зевс**, перетворившись на орла, викрав на небо, де **Ганімед** подавав богам вино. Був час, коли на **Олімпі** точилася боротьба за владу. Тоді деякі боги змушені були на якийсь час покинути **Олімп** і втікати до **Єгипту**. Тут, рятуючись, вони набували вигляду різних тварин. Богиня краси й кохання **Афродіта** й бог кохання **Ерот**, взаємна любов яких була безмірна, кинулись у **Євфрат** і перетворилися на **Риб**, які згодом опинилися на небі...

Кит і Риба
Південна

На південному сході небосхилу під Пегасом і Рибами простяглося одне з найбільших сузір'їв неба – **Кит**. Його зоря α ($2,5^m$) називається **Менкар**, β ($2,0^m$) – **Діфла** (жаба). Зоря θ – **Міра** (з лат. *mīra* – дивна). Це – довгоперіодична змінна зоря, блиск якої упродовж 332 діб змінюється від $2,0^m$ до $10,1^m$.

Нижче від Водоля й Козорога розкинулось сузір'я *Південної Риби*. Його найяскравіша зоря α ($1,2^m$) **Фомальгаут** (від араб. «фум-мал-хут» – рот риби хут).

Від сузір'їв Стрільця і Скорпіона (про них йтиметься далі) вгору через сузір'я Орла й Лебедя, Кассіопеї, Персея, Візничого й аж до південної частини неба, наче шлях у незвідані далі, простяглася світла смуга *Молочного Шляху*. Наші предки так і назвали її Шляхом, а ще – Чумацьким Шляхом. Стародавні греки бачили в ньому γ αλακτίας – молочне коло (γ αλα – молоко).

Від сузір'я Скорпіона до Лебедя Молочний Шлях наче роздвоюється. Це пов'язане з тим, що в цьому напрямі є багато «хмар», які складаються з газу й пилу. Поглинаючи світло від далеких зір, ці хмари закривають їх від нас, створюючи ілюзію темного провалля у світлій смузі Молочного Шляху.

3. На небосхилі – «косять» Косарі

На початку зими відразу після заходу Сонця на південному небосхилі бачимо майже всі ті сузір'я, про які ми вже згадували. Проте день за днем вигляд зоряного неба все ж помітно змінюється. А на вказану годину (10-ту вечора) в середині грудня картина цілком інша (рис. 7).

**Тут –
Візничий
з Козою**

Дивлячись зверху вниз, зліва від Персея в південній частині неба знаходимо *Візничого*. Його найяскравіша зоря α ($0,1^m$) – **Капелла** (з лат. capella – коза) лежить на продовженні того ланцюжка зір Персея, що загинається вліво. Зоря β Візничого називається **Менкалінаб** (від араб. «менкаб зі-л-аннан» – плече того, хто тримає віжки).

Із сузір'ям Візничого пов'язано багато легенд. Одна з них повідає, що цар міста Піса Еномай, який відзначався неабияким умінням керувати колісницею, за пророкуванням мав загинути від руки нареченого своєї доньки Гіпподамії. Тому він вирішив віддати Гіпподамію за того, хто перемаже його у змаганні на колісниці. За умовою, якщо змагання вигравав Еномай, перемаженого очікувала смерть. Так черепи тринадцятьох перемажених він уже поклав

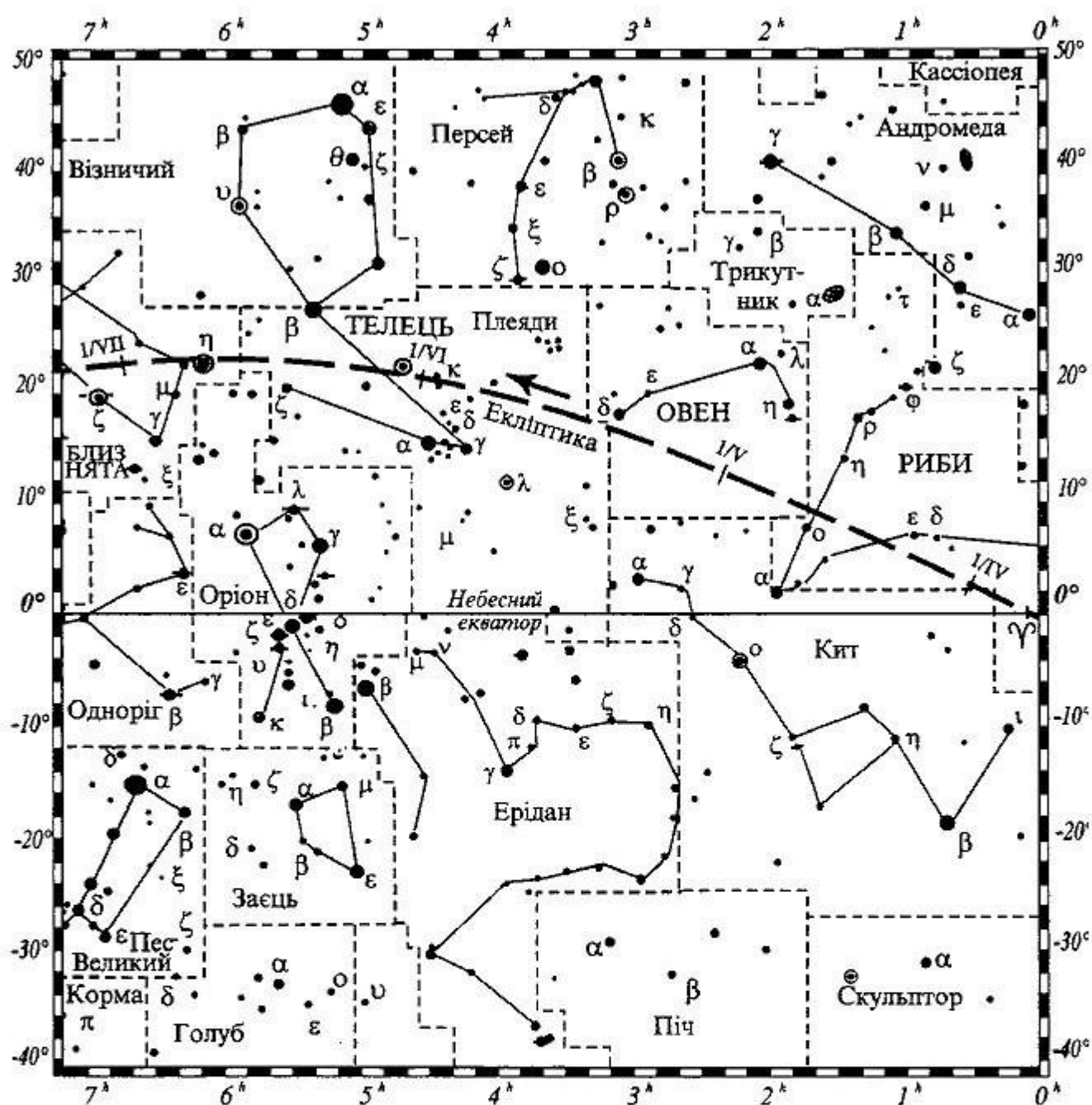


Рис. 7. Сузір'я зимового неба.

біля храму свого батька — бога Ареса. І ось виклик Еномая прийняв цар Пеллопс. Візничий Еномая Міртіл, спокушений щедрими подарунками Пеллопса, вийняв бронзову чеку з колісниці свого господаря і замість неї вставив воскову. Пеллопс переміг і одружився з Гіпподамією, а візничого підступно скинув у море, чим накликав на себе гнів богів. Міртіла ж батько його бог Гермес помістив на небо. У давніх атласах Візничого зображували з козою на плечах, що, напевно, є відгомонам тих часів, коли люди уявляли це сузір'я пастухом, який пасе свої стада. Побутувала також легенда, за якою

Візничий несе на плечах козу Амалфею, молоком якої був вигодуваний Зевс.

За ще одною легендою, у назві сузір'я Візничого увіковічено міфічного візника Келласа, який у лівій руці тримає двох козенят, а на лівому плечі Капеллу — уже згадану козу Амалфею. Коли Амалфея обламала собі рога, Зевс узяв його в руки й поблагословив. Відтоді цей ріг наповнюється всім, чого забажає його власник. Звідси й пішов вислів «ріг достатку». Згодом коза Амалфея загинула, і з її шкіри Зевс зробив собі чудодійний щит-егіду, якого не пробивала жодна зброя. Слово «егіда» означає «захист», «заступництво».

Оповідали також, що Візник — це Еріхтоній, один із царів Афін, син богині Геї, який нібито виріс із землі, наче рослина, і замість ніг у нього були змії. Еріхтоній уперше побудував воза, точніше — квадригу, колісницю, в яку запрягали чотирьох коней. Ще одна легенда твердить, що це сузір'я відображає фігуру Фаетона, сина бога Сонця Геліоса. Фаетон одного разу вблагав свого батька дозволити йому проїхати небом на сонячній колісниці. Геліос, поклявшись заздальгідь священною рікою Стікс, уже не міг йому відмовити. Та, піднявшись на небосхил, Фаетон розгубився й випустив віжки. Колісниця збилася зі шляху, й коні помчали її дуже близько до Землі, внаслідок чого на ній стали пересихати ріки й горіти ліси. Щоб урятувати Землю, Зевс убив Фаетона блискавкою, і той упав у річку Елідан...

Нижче від Персея й Андромеди знаходимо невеличке сузір'я **Трикутника**. Приваблює воно своєю мальовничою спіральною галактикою М 33, що розташувалася симетрично до М 31, нижче зорі **Мірах**.

**Овен
із Тельцем**

У цій ділянці неба є три зодіакальні сузір'я: Овена, Тельця і Близнят. У сузір'ї **Овна** (знак Υ) є дві досить яскраві зорі α ($2,0^m$) і β ($2,7^m$), що зветься відповідно **Гамаль** (від араб. «хамаль» — ягня) та **Шератан** («шаратан» — два знаки). Понад дві тисячі років тому у цьому сузір'ї була точка весняного рівнодення. А ось і легенда про це сузір'я.

Богиня хмар Нефела палко покохала царя Беотії Атаманта й народила йому двох дітей – Фрікса та Геллу. З часом Атамант одружився з іншою. Мачуха зненавиділа дітей, чаклунством вона викликала в країні засуху й стала вимагати принести Фрікса й Геллу в жертву Зевсові. Нефела врятувала своїх дітей, огорнувши їх хмарою. На золоторунному барані обидвоє вони втікали з Європи до Азії, але дорогою Гелла впала зі спини барана у протоку Дарданелли. Фрікс дістався до Колхіди й там приніс золоторунного барана в жертву Зевсові. Згодом вовну барана (золоте руно) повернули до Греції сміливі аргонавти, які пливли до Колхіди на кораблі «Арго». Щоправда, на небі Овен (баран) відділений від Корабля «Арго» (точніше, сузір'їв Корми, Компаса, Парусів і Насоса, які в минулому утворювали це сузір'я) низкою інших...

Зодіакальне сузір'я *Тельця* (знак ♉) розташоване нижче і трохи правіше від Візничого. Тут передусім привертає до себе увагу невелика група зір – *розсіяне скупчення Плеяд* (від гр. «плеядес» – безліч), яке у нас та ще багатьох народів називають *Квочкою*. Для римлян вони – Вергілії. «весняні світила». Стародавні греки очікували появи Плеяд, щоб розпочати мандрі морями. Зоря α Тельця ($0,9^m$) називається *Альдебаран* (від араб. «ад-дабаран» – та, що йде услід, оскільки сходить вона відразу після Плеяд). Поряд із зорею α , утворюючи трикутник, розташоване скупчення *Гіад* (від гр. «гіадес» – мочити дощем, бо ранкова поява їх збігалась у Стародавній Греції з періодом дощів). Зорю β Тельця ($1,7^m$) – *Натх* (від араб. «натх» – ріг) треба шукати майже на півдорозі від Альдебарана до β Візничого. Над зорею ζ Тельця у напрямі до Натх розташована славнозвісна *Крабоподібна туманність M 1* – залишок спалаху наднової зорі 1054 р. У центрі туманності виявлено *пульсар NP 0532* – нейтронну зорю, яка щосекунди здійснює 30 обертів навколо своєї осі.

Зорю Альдебаран араби звали ще «Око Тельця», а євреї – «Боже око». Стародавні римляни звали її Паліліціум і під час її вранішньої появи у квітні відзначали свято Палілії на честь богині Палеси, покровительки пастухів і тварин.

...У господарському житті Стародавнього Єгипту важливе місце займали тваринництво (розведення великої рогатої худоби) і рільництво. Останнє ж, як відомо, тісно пов'язане зі щорічним (від липня до листопада) розливом ріки Нілу. Сівбу єгиптяни розпочинали у грудні, а збирали врожай у березні.

Отож 3000–2500 років до н. е. центральне місце на південному вечірньому небі єгиптян у середині грудня займала мальовнича група зір, що нагадувала голову бика. Отже, проходження цих зір через меридіан відразу після заходу Сонця вказувало жителям Стародавнього Єгипту, що настала пора орати й сіяти. Від слова «атар» – орати – єгиптяни утворили слово «тор», що означало «бик», «телець», а також назву календарного місяця й назву згаданої групи зір – Тор, тобто Телець.

Збирали врожай тієї пори, коли Сонце перебувало саме у сузір'ї Тельця, якраз між «рогами», кінцями яких є зорі ζ і β . Це відповідало моментові проходження Сонця через точку весняного рівнодення, і цей день у Мемфісі відзначали дуже урочисто.

Вже за першої династії фараонів (III тис. до н. е.) у Мемфісі бик (телець) надовго став головним богом Апісом. Дотепер збереглося багато бронзових фігурок цієї тварини з сонячним диском між рогами. Культ бога Апіса згодом став загальноєгипетським, його визнавали перські царі й навіть римські імператори. У XIX ст., під час археологічних розкопок біля Мемфіса (недалеко від Каїра) знайдено некрополь Апісів – Серапеум. Тут виявлено поховання 64 биків. Як писав про це Геродот, єгиптяни вшановували Апіса у вигляді живого чорного бика, на чолі якого був білий квадрат, на спині – зображення орла, під язиком – жука. Коли той бик гинув, оголошувалася жалоба аж до часу, доки не знаходили іншого.

У «Текстах пірамід» згадується, що бог Сонця Ра був «золотим телям», яке народилося від богині неба Нут, що мала подобу корови. В іншому джерелі мовиться, що певний час бог Ра був царем на землі. Але згодом люди збунтувалися, тому, не бажаючи більше керувати ними, Ра покинув їх на божественній корові, яка, піднявшись дуже високо, стала небом. За уявленнями

египтян, саме живіт богині Нут і є небом. Уночі зорі пливуть по ній, а вдень вони в її середині, тому що богиня вранці з'їдає їх, а ввечері знову народжує.

Культ бика існував і на острові Крит, про що свідчать зображення цієї тварини, знайдені під час тамтешніх розкопок. Відомо, що фінікійська богиня Астарт (у Вавилоні Іштар) мала прикрасу у вигляді голови бика. У євреїв слово «телець» (Алеф) означає як число 1, так і першу літеру їхнього алфавіту. Тут можна міркувати так: окремі елементи єврейської культури склалися або запозичувалися близько 1500–1200 рр. до н. е., коли точка весняного рівнодення змістилася в сузір'я Овна. Тоді, під час весняного рівнодення, на вечірньому небі сузір'я Тельця було перше поблизу Сонця і зліва від нього. Цим воно могло вказувати на початок нового року, який тоді у євреїв розпочинався з молодим місяцем біля весняного рівнодення.

За однією з легенд, назва Телець (Бик) пов'язана з діяльністю міфічного критського царя Міноса — сина Зевса й доньки фінікійського царя Агенора — Європи. Мінос був мудрий і справедливий правитель, за що по смерті став суддею в підземному царстві мертвих. Одного разу на острів приблукав бик, який, викидаючи з рота полум'я, спустошував околиці. Упіймав і втихомирив цю тварину Геракл. За іншою легендою, це був бик, на якого перетворився Зевс, щоб викрасти красуню Європу, коли вона зі своїми подругами гралася на березі моря. Бик перевіз Європу через море на своїй спині. Саме тому на давніх картах зображали лише голову і спину тварини.

Біля «спини» бика на небі розміщені *Плеяди* — сім сестер, дочок Атланта (Атласа), який був приречений тримати на своїх плечах небосхил. Вражені такою долею батька, Атлантові доньки *Електра*, *Майя*, *Тайгета*, *Алкіона*, *Меропа*, *Келено* і *Стеропа* наклали на себе руки. *Гіади*, що при голові Бика, — це сім німф, дочок прабадька всіх богів — Океана.

Гіади-німфи виховали бога Діоніса, що дуже символічно: бога вина вигодували німфи дощу. Легенда розповідає, що Семела, донька фіванського царя Кадма, покохала Зевса й одного разу

вблагала його з'явитися їй у всій його величі. Коли ж той прибув до неї на колісниці з громами і блискавками, Семела страшенно перелякалася й народила шестимісячну дитину – Діоніса, яку Зевс зашив собі в стегно. Після того, як Діоніс пробув там ще три місяці, батько віддав його на виховання гіадам.

Близнята

Зліва від Тельця видно зодіакальне сузір'я **Близнят** (знак ♊). Дві його найяскравіші зорі α ($1,6^m$) і β ($1,1^m$) – **Кастор** (це – система з шістьох зір) і **Поллукс** – мають імена героїв давньогрецької міфології, зоря γ ($1,9^m$) називається **Альхена**. Поблизу зорі η Близнят, що зветься **Пропус** ($3,3^m$), перебувала планета Уран, коли 13 березня 1781 р. її виявив англійський астроном *Вільям Гершель* (1738–1822). Тут же, біля зорі δ Близнят перебував Плутон, коли в січні 1930 р. його двічі сфотографував американський астроном *Клайд Томбо*. Зоря ξ Близнят ($3,7^m$) називається **Мекбуда**.

На давніх картах зоряного неба Близнят зображали таким чином, що одне з них тримало у руках палицю, друге – ліру, що є явним натяком на двох героїв давньогрецької міфології – Геракла й бога Аполлона. В «Астрономії» іспанського короля *Альфонса X* (XII ст.) є зображення чоловіка й жінки – Адама й Єви. В арабських астрономів спільна назва зір α і β Близнят – «Лікоть». Араби бачили в них витягнену лапу великого Лева і, крім Лева, включали до нього ще й сузір'я Рака, Близнят, Ліри, Орла, Малого Пса. В останньому з них була «друга лапа» цієї тварини.

Близнята – Кастор і Полідевк (Поллукс) – два брати, сини цариці Спарти *Леди*, які ніжно любили один одного, причому Полідевк був сином Зевса. Коли Кастор загинув у бою, Полідевк не захотів жити без нього і просив батька послати йому смерть. Зевс дозволив синові провести один день із братом у підземному царстві, наступного дня дав їм змогу перебути на Олімпі, а згодом обох їх узяв на небо. Їхня спільна назва – **Діоскури**, що означає «юнаки Зевса». У Греції та Італії Діоскурів вшановували як покровителів гостинності, гімнастики, воїнів і моряків. За повір'ям, вони вгамовують бурі на морі, з'являючись на вершинах щогл кораблів у вигляді язиків полум'я. На

давніх китайських і японських картах неба на місці Близнят малювали метеликів, які для японців були символом вірності.

**Комусь –
розбійник,
у нас це –
Косарі**

Окрасою зимового неба є сузір'я **Оріон**. Три його яскраві зорі, розташовані в ряд близько одна від одної, утворюють *Пояс Оріона*, наші ж предки назвали їх *Косарями*. Найяскравішою в Оріоні є зоря β ($0,1^m$) – **Рігель** (від араб. «ріджл» – нога). Щосекунди вона випромінює енергію, що у 80 тис. разів більша від світності Сонця. Рігель – це система з чотирьох зір, відстань до неї 1100 світлових років. Радіус цієї зорі – *червоного надгіганта* – майже у 1000 разів перевищує радіус Сонця. Над поясом Оріона є зоря α ($0,4^m$) – **Бетельгейзе** (від араб. «байт ал-джауза» – пахва спряженого). Справа від зорі β є γ Оріона ($1,6^m$) – **Беллатрікс** (у пер. з лат. – войовнича). Зорі δ ($2,2^m$), ϵ ($1,7^m$) і ζ ($1,8^m$) Оріона – перший, другий і третій «косарі» – називаються відповідно **Мінтака** (пояс), **Альнілам** та **Альнітак**.

Досить яскраву зорю κ , що зліва від Рігеля, звать **Саїф** ($2,1^m$). У сузір'ї Оріона є ряд цікавих туманностей, зокрема, знаменита «Коняча голова».

Серед назв сузір'я Оріон такі: «небесний гігант», «убивця та розбійник», «володар лева», «мисливець», «непостійна» тощо. В останньому є натяк на погану осінню погоду й небезпеку, яка чатує на мореплавців, коли це сузір'я «панує» на небі. Є й цілком природне пояснення назви Оріон. Річ у тому, що грецьке «орос» означає «час, пора року, сторож». Слово «оріон» – зменшувальна форма від «орос» й означає «межі». Тому можна розуміти це як «сузір'я, розташоване на межі, що поділяє північну й південну півкулі неба».

За однією з легенд, Оріон – це велетень, син бога морів Посейдона, видатний мисливець. У запалі Оріон убивав на полюванні усіх звірів без розбору. Покровителька мисливства Артеміда, щоб запобігти винищенню звірів, убила велетня, підіславши до нього скорпіона. За іншою легендою, Оріона за те, що він збезчестив дівчину, осліпили, після чого він помандрував до володінь бога Сонця Геліуса, проміння якого

повернуло Оріонові зір. Еос, сестра Геліоса, покохала велетня. За це боги розгнівалися на мисливця, й Артеміда вбила його стрілою.

Якщо пригадаємо, що сузір'я Оріон видно в зимові вечори, то чи не нагадує нам остання легенда про нетерпляче очікування літа з його цілющим сонячним промінням?

Оскільки, за легендою, Оріон – мисливець, який полює на Тельця, то його супроводжують *Великий Пес* (зліва внизу) і *Малий Пес* (зліва, нижче від Близнят).

Ось власні назви декількох їхніх зір: α Великого Пса ($-1,46^m$) найяскравіша зоря неба – **Сиріус**. β й ϵ зветься відповідно **Мурзим** ($2,0^m$) та **Адара** ($1,5^m$), зоря α Малого Пса ($0,4^m$) – **Проціон** (точніше, Прокіон – «та, що попереду Пса», оскільки сходить вона раніше від Сиріуса).

Про Сиріуса і канікули

Повернімося на хвилику (в уяві, звичайно) до давнього Єгипту. Найголовнішою подією тут було щорічне розлиття Нілу. А що на землі не було жодних ознак того, коли це явище має настати, то їх почали шукати на небі. І, як виявилось, незадовго до того, трохи раніше від Сонця сходила найяскравіша зоря неба – Сиріус (5 тис. років тому це наставало 22 червня за нашим календарем). Так ця зоря стала провісницею важливої події. А позаяк під час розлиття Нілу на людей чатувало чимало небезпек, то Сиріус, наче вірний пес, ставав на охороні благополуччя людей. Тому нема нічого дивного в тому, що єгиптяни дали назву цій зорі Анубіс, тобто Пес.

Ніл виходив з берегів, коли Сонце перебувало у сузір'ї Лева. Фігурою цієї тварини стародавні єгиптяни зображували повінь. Звідси, за свідченням давньогрецького письменника *Плутарха* (бл. 46–бл. 126), і виник звичай встановлювати біля дверей храмів фігури левів, із пащ яких ллється вода.

Там же, у Стародавньому Єгипті, після ранкової першої появи Сиріуса на початку місяця відбувалася церемоніальна процесія, вели священного собаку – символ Собачої зорі (Сиріуса), якому поклонялися єгиптяни і якого тримали у храмі.

У Стародавньому Римі перший ранковий схід «Собачої зорі» – Канікули означав початок спеки, захворювань і навіть епідемій. Тому в ті дні припиняли заняття у школах – починались канікули (*собачі дні*). А ось арабські астрономи зорю Сиріус звали Йеменським (тобто південним) Сиріусом на відміну від Сирійського (північного) Сиріуса – зорі Прокіон (латинське – Проціон). Німецький філософ *I. Кант* твердив, що Сиріус – це «головний вал у механізмі Всесвіту», «могутній центр притягання, навколо якого обертається наше Сонце й усі зорі, що заселяють нашу ділянку простору». Як бачимо, навіть великі вчені можуть помилятися. Араби звали зорю Прокіон ще й «Сиріусом, який плаче», бо вона слабкіша від Сиріуса. Для вавилонських астрономів Сиріус – це «Стріла-зоря», а саме сузір'я Великого Пса – «Стріла і Лук».

**Може, там
наші сусіди?**

Обидва «небесні пси» відділені один від одного сузір'ям *Однорога*. «З-під ніг» Оріона «вистрибує» *Заєць*, ще нижче примостився *Голуб*. Справа від Оріона до Кита простяглося сузір'я *Ерідана*, поруч – сузір'я *Печі*.

Найяскравіші тут зорі – α Зайця ($2,6^m$) – *Арнеб* (від араб. «арнаб» – заєць) й α Голуба ($2,6^m$) – *Факт*.

Назва зорі α Ерідана – *Ахернар* (ахір ан-нахр) означає «кінець ріки», Ерідан – це давня назва ріки По в Італії.

У сузір'ї Ерідана привертає увагу зоря ϵ , досить подібна за своїми характеристиками до Сонця. Її видима величина – $3,7^m$, відстань до неї – 10,9 світлового року. Як і зорю τ Кита, астрономи «прослуховують» її час від часу в надії, що поблизу неї є планети, заселені розумними істотами, які, може, намагаються встановити контакти з нами...

Давні греки називали Еріданом легендарну ріку, що мала бути далеко на півночі Європи в міфічній країні гіпербореїв. Там, оповідали вони, Сонце заходить лише раз на рік, земля щороку дає по два врожаї, а довголітні люди живуть мирно серед лук і гаїв, уміють літати і знаходити заховані під землею скарби...

А ось яку дивину, за К. Фламаріоном, оповідали ще цілком недавно про Однорога. Це, мовляв, страхітлива тварюка, про-

те якщо перед нею стоїть молода дівчина, то Одноріг, забуваючи про кровожерливість, кладе їй голову на груди і засинає. Тоді з ним можна робити що завгодно.

4. Сузір'я весняного неба

**Рак, Лев
і Гідра –
з легенди
про Геракла**

У середині весни центральне місце на південному небосхилі ввечері (рис. 8) займає малопомітне сузір'я *Рака* (знак ♋), розташоване зліва від *Близнят*. Знак цього сузір'я дійшов до нас із Стародавнього Єгипту. Там рака, як і жука-скарабея, вважали священним.

Цей жук обгортає свої яєчка в маленькі кульки гною і котить їх. Єгиптяни зображали скарабея з двома кульками: однією – між передніми ногами, другою – між задніми. Це мало символізувати Землю й Сонце. У цьому сузір'ї є розсіяне скупчення *Ясла* (M 44, 3,9^m), в якому налічують понад 300 зір. Зверху і знизу від скупчення розташовані зорі γ (4,7^m) і δ (3,9^m) – *Ослята*, відстань до них – 520 світлових років. Деякі вавилонські й давньогрецькі філософи-містики вважали, що через ці «темні ворота» (скупчення *Ясла*) з неба сходять душі, щоб втілитись у новозароджувані людські істоти. Для давніх людей скупчення *Ясла* були своєрідним барометром. За словами письменника *Арата*, послаблення або зникнення скупчення є ознакою того, що наближається дощова погода.

Зліва від сузір'я *Рака* розташоване зодіакальне сузір'я *Лева* (знак ♌). Найяскравіша його зоря α (1,4^m) називається *Серце Лева*. Її грецьку назву «Василіскос», тобто царьок, Микола Коперник переклав латинською мовою, назвавши зорю *Регул*. Сонце в своєму річному русі по екліптиці проходить поблизу неї 22 серпня.

Існувало повір'я, за яким люди, що народжуються при сході *Регула*, належать до царського роду. Арабські астрономи звали цю зорю *Малікі* – «велична».

Друга за яскравістю зоря β Лева (2,1^m) – *Денебола* (від араб. «занаб ал-асад» – хвіст Лева). Над цим сузір'ям бачимо невеличке сузір'я *Малого Лева*.

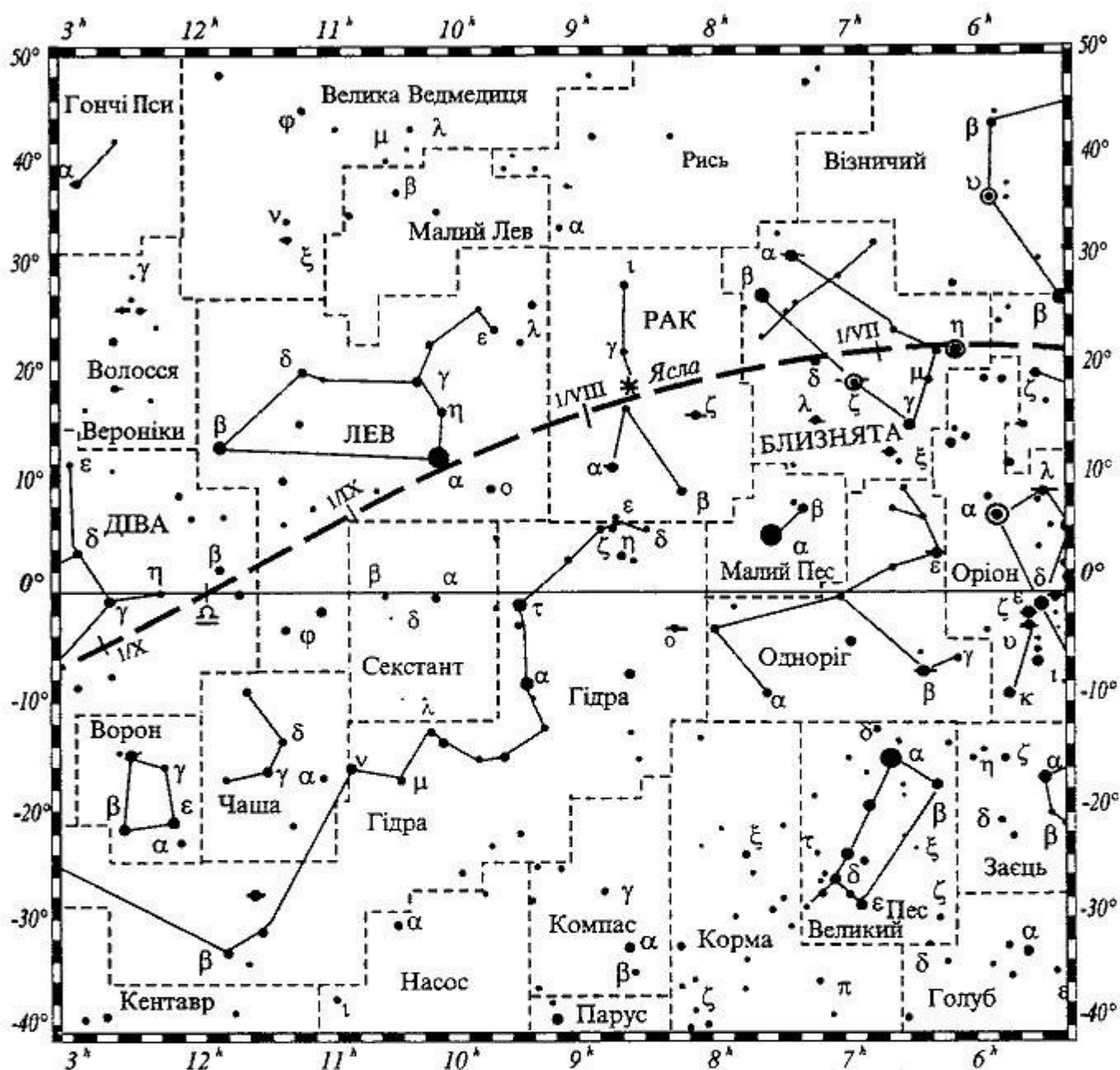


Рис. 8. Положення зір на південній частині небосхилу ввечері навесні:

15 березня – о 22 год, 15 квітня – о 20 год, 15 травня – о 18 год;
ці зорі видно вранці 15 листопада – о 6 год, 15 грудня – о 4 год

Під усіма згаданими тут сузір'ями, починаючи від Малого Пса і вліво вниз, простяглася *Гідра* з її найяскравішою зорею α (2,8^m) – *Альфард* («самотня»). На «спині» Гідри розмістилося сузір'я *Чаші*, ще далі – *Ворона*. Зоря α Чаші (4,0^m) називається *Алькес*, β Ворона (2,6^m) – *Краз*.

Легенди пов'язують назви сузір'їв Рака, Лева й Гідри з подвигами Геракла. Зокрема, Лев, що нібито народився від уже

згаданих Тіфона та Єхидни, був потворою дивовижної величини з твердою, як сталь, шкірою. Він жив у горах поблизу Немеї і спустошував міські околиці. Геракл приголомшив звіра ударом палиці, обхопив його руками й задушив. Стародавні греки склали також легенду, нібито Немейський лев упав на Пелопонес із Місяця, причому раніше звідти падало каміння.

Гідра, за легендою, — потвора з тілом змії і дев'ятьма головами — жила в болоті поблизу міста Лерни. Виповзаючи зі свого лігва, вона поїдала людей і тварин, спустошуючи околиці. Гідру важко було вбити, бо на місці відтятої голови відразу виростала нова. Помахами своєї важкої палиці Геракл стинав голови потвори, а шиї припалював смолоскипом. Убивши гідру, герой розтяв зміїне тіло й занурив у її отруйну жовч свої стріли. Відтоді рани, завдані стрілами Геракла, були смертельні.

Під час цього двобою на допомогу гідрі з болота виповз велетенський потворний рак і вхопив своїми клешнями Геракла за ногу. Герой і його вбив, а боги згодом помістили рака на небо.

Існує ще одна легенда про гідру. Аполлон, готуючи пахощі своєму батькові Зевсу, послав крука з чашею по воду. Дорогою птах побачив фінікову пальму і став чекати, поки дозріють її плоди. Поївши, крук зрозумів, що запізнюється. Тому він не полетів далі, а спіймав у кігті гідру й, повернувшись до Аполлона, сказав, що цей сторож не дозволив набрати води. За цю брехню всезнаючий бог позбавив птаха білого кольору, внаслідок чого ворон стан чорним, і помістив його на небі разом із Чашею на спині Гідри.

За третьою легендою, Ворон — це німфа Короніда, яку боги перетворили на ворона за те, що вона розповідала всім про їхні таємниці.

Між Гідрою і Левом є ще малопомітне сузір'я *Секстант*. Це — пам'ять про інструмент, яким польський астроном Ян Гевелій упродовж 20 років визначав координати зір із найвищою на той час точністю.

**«Уламки»
корабля
аргонавтів**

Зліва від Великого Пса під Гідрою знаходимо сузір'я *Компаса, Корми, Насоса й Парусів*. Разом із сузір'ям *Кіля*, якого у наших широтах не видно, три останні становили колись *Корабель «Арго»*.

За легендою, майстра, який будував Ясонові судно для мандрівки до Колхіди по золоте руно, звали Аргос. Звідси й назва «корабель Арго». Для корабля майстер використав матеріал зі священного Зевсового дуба, тому судно це могло розмовляти й давати мандрівникам поради. У поході аргонавтів брав участь Геракл.

Сузір'я Діви

У зодіакальному сузір'ї *Діви* (знак ♍) зоря α ($1,0^m$) називається **Спіка** (Колос). Привертає до себе увагу й назва зорі ϵ ($2,8^m$) – **Вінде-Міатрікс** («збирач винограду»). У цьому сузір'ї в наш час є *точка осіннього рівнодення*, через яку Сонце 22 (23) вересня переходить із північної півкулі неба до південної.

Упродовж багатьох століть появу сузір'я Діви на вечірньому небі пов'язували з польовими роботами. З неї зробили емблему жнив. На більшості карт Діву зображали з колоском у руці. Є підстави вважати, що в минулому в її руках був сніп пшениці, згодом на його місці помістили сузір'я Волосся Вероніки. Давні поети в Діві вбачали Астрею – богиню справедливості Діке, яка остання покинула Землю наприкінці «золотого віку», перетворившись на сузір'я. В одній руці Астрея тримає терези, в другій – сніп пшениці.

За іншою легендою, Діва – це Афіна (у римлян – Мінерва) – богиня родючості, покровителька мирної праці. Вона навчила людей приборкувати коней і запрягати волів, робити вози й будувати кораблі, дала людям плуг і борону, веретено і ткацький верстат. Вона ж – покровителька наук і богиня мудрості. Зображали Афіну у вигляді суворої величної діви, біля ніг якої сидить її священний птах – сова. Свято Мінерви у Римі (квінкватрії) відзначали в березні. Його святкували ремісники й учителі, які в цей день діставали платню за навчання дітей.

Ще інші вбачали в Діві Сівіллу – легендарну жінку-пророчицю, яка з пальмовою гілкою в руці опускається в пекло (символічно, бо ж Сонце через сузір'я Діви переходило до південної півкулі неба). Сівіллині книги (збірки висловлювань легендарної пророчиці) зберігали в римських храмах й охороняли спеціальні жреці. На вимогу римського сенату вони розгортали книгу, щоб довідатися з неї, наскільки успішним буде те чи інше міроприємство.

Назву сузір'я Діви пов'язують також із богинею землеробства й плодючості Деметрою, дочкою Крона й Реї, а отже, сестрою Зевса. Для давніх римлян вона Церера, сестра Юпітера. За легендою, Деметра навчила людей землеробства, подарувавши їм колосок пшениці. Найяскравіша зоря цього сузір'я так і зветься – Спіка, тобто «колос». Стародавні греки оповідали, що Деметра мала доньку Персефону, яку викрав Аїд, бог підземного царства. Розгнівана Деметра покинула Олімп й у вигляді жебрачки блукала поміж людьми. На той час земля перестала родити, повсюди запанував голод, чулися плач і стогін, люди не мали з чого приносити жертви богам. Тоді Зевс погодився, щоб Персефона дві третини року перебувала з матір'ю на Олімпі, а одну третину – в підземному царстві Аїда. Велика Деметра повернула землі родючість: і заколосилися ниви, зацвіли сади. Але як тільки Персефона покидає свою матір, Деметру огортає сум. Жовкне листя на деревах, відцвітають квіти, пустіють лани, настає зима...

**А тут –
надкупчення
галактик**

Вище від сузір'я Діви знаходимо **Волосся Вероніки**. На тлі слабких зір у потужний телескоп тут можна побачити гігантське скупчення галактик, в якому налічується близько 11 тис. зоряних систем, яскравіших від 19-ї зоряної величини.

Сузір'я Волосся Вероніки начебто пов'язане з історичними особами. Вероніка, дружина єгипетського царя Птолемея Евергета, ревно благала богів, щоб вони охороняли її чоловіка в бою з сирійським царем Селевком (245 р. до н. е.), пообі-

цявши принести їм у жертву своє розкішне волосся. Коли фараон повернувся з перемогою, Вероніка виконала свою обіцянку, проте вночі хтось це волосся вкрав. Заспокоюючи розлюченого фараона, придворний астроном Конон сказав, що на небі з'явилася група нових зір. Це, мовляв, боги помістили на небі волосся його вірної й люблячої дружини.

5. Літнє вечірнє небо

Звичайно, поділ сузір'їв на «літні» (рис. 9), «осінні» і т. д. – дуже умовний. Бо кожної пори року в західній частині неба ще добре видно «попередні», а конкретно влітку зі сходу вгору підіймаються вже згадані раніше Ліра, Орел та інші сузір'я «осіннього» неба.

**Він – жнець,
пастух
і мандрівник**

Поза увагою ми залишили сузір'я *Волопаса*, яке розкинулося, наче велетенський парашут, під Драконом, зліва від зорі η Великої Ведмедиці (*Бенетнаш*). У ньому є найяскравіша зоря північної півкулі неба. Це α Волопаса ($-0,05^m$) – *Арктур* (від гр. «арктос» – ведмідь, «урос» – сторож).

Волопас – одне з найдавніших сузір'їв. Інші його імена – «Пастух», «Жнець», «Землероб», «Мисливець», «Мандрівник». На багатьох давніх картах неба він зображений жнемцем, який тримає в руці серп, біля його ноги бачимо сніп. В арабських астрономів Волопас – «той, хто кричить», «той, хто виє». Його найяскравішу зорю вони звали «Сімак-списоносець». Слово «сімак» утворено, мабуть, від «самака» – висота.

За легендою, Волопас – це *Ікарій*, батько *Ерігони*, афінянин. Одного разу бог *Діоніс* прийшов до людей, щоб відкрити їм смак вина. *Ікарій* та його дочка гостинно зустріли *Діоніса*, і той подарував їм міх вина та звелів пригостити ним інших. Пастухи, скуштувавши цього невідомого раніше напою, сп'яніли і, вирішивши, що їх отруїли, вбили *Ікарія*, а його труп заховали під деревом. *Ерігона* з допомогою собаки *Мойри* знайшла батькове тіло і з горя повісилась на тому ж дереві. Тоді *Діоніс* наслав на *Аттику* чуму і змилосердився лише після того, як *Ікарієві* та *Ері-*

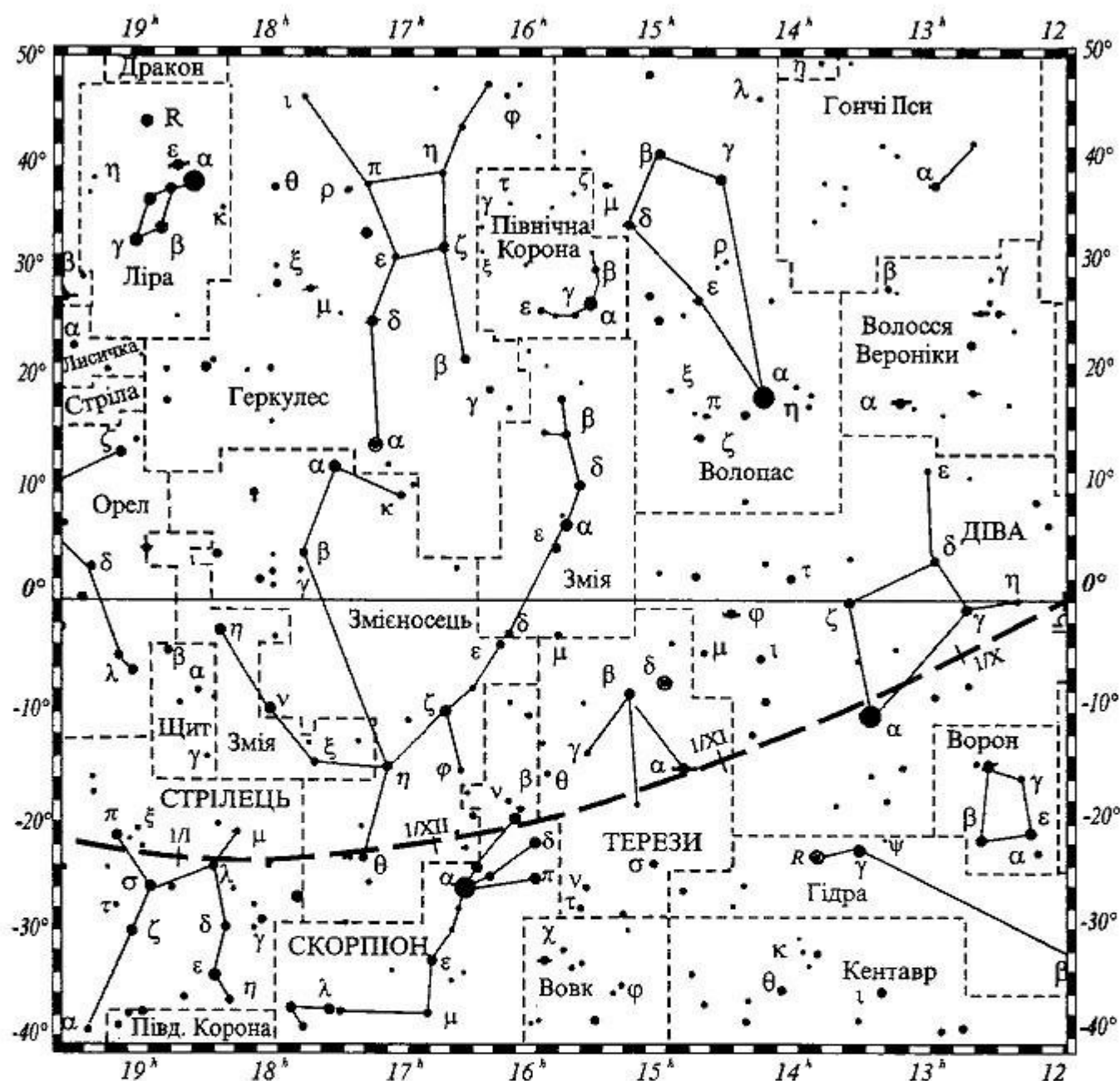


Рис. 9. Положення зір на південній частині небосхилу ввечері влітку:

15 червня – о 22 год, 15 липня – о 20 год за місцевим часом;
їх видно вранці 15 січня о 8 год, 15 лютого – о 6 год

гоні стали складати шану як героям. Ікарій, Ерігона і собака Мойра стали нібито сузір'ями Волопаса, Діви і Великого Пса.

Волопаса називали також Атласом, «голова» якого в давні часи сягала полюса світу. Письменник Сілій Італійський писав, що Атлас, який одним порухом міг би перекинути небо, «підтримує світила своєю туманною головою й вічно носить світову систему на невтомних плечах». Борода його «прони-

зана крижинами, на чолі шумить сосновий бір, в якому панує страшна ніч, а люті вітри безперестану спустошують його скроні».

Але найпоширенішою є легенда, за якою Волопас – це Аркад, син Зевса і Каллісто, яку жорстока й ревнива Гера перетворила на Ведмедицю. Поки сердешна блукала лісами, її син Аркад підріс, став пастухом і добрим мисливцем. Одного разу, побачивши на полюванні ведмедицю, Аркад підняв зброю, щоб убити її. Але перед ним з'явився посланець Зевса і взяв обидвох на небо. Тому сузір'я Пастуха (Волопаса) розташоване на небі поруч із Ведмедицею, а найяскравіша зоря в ньому називається Арктур (Аркад).

Корона Аріадни

Високо над головою, біля купола «небесного парашута» – Волопаса – бачимо мальовниче півколо сріблястих зір – *Північну Корону*, її найяскравіша зоря α ($2,2^m$) – **Гемма** (перлина), або **Альфака** (від араб. «ал-факка» – чаша вбогих, у сучасному розумінні – дрібна монета).

А ось що оповідає про це давньогрецька легенда. Найбільшим героєм Афін був Тесей, син бога Посейдона й Ефри, яка стала дружиною афінського царя Егея. Як і Геракл, Тесей здійснив ряд визначних подвигів. Якось, мандруючи, він прийшов до розбійника Прокруста. Цей велетень знущався з кожного, хто потрапляв до нього, змушуючи лягати на ложе. Якщо гість був низького зросту, Прокруст витягував йому ноги, аж поки вони не дотикалися краю ложа. Якщо ж воно було закоротке, обрубував нещасній жертві ноги. Тесей повалив велетня на його ложе, яке для Прокруста виявилось закоротким, й обрубував йому ноги так само, як той робив іншим.

У той час Афіни були залежні від могутнього критського царя Міноса. Щодев'ять років афіняни посилали на Крит сім юнаків і сім дівчат. Там бранців замикали у величезному палаці – Лабіринті, де їх пожирала жахлива потвора Мінотавр, що мала тулуб людини й голову бика. Тесей вирішив убити Мінотавра і вирушив разом із черговими жертвами на Крит.

Донька Міноса Аріадна таємно від батька дала Тесеєві гострий меч і клубок ниток. Герой прив'язав кінець нитки біля входу і пішов заплутаними переходами Лабіринта, поволі розмотуючи клубок, щоб знайти за ниткою вихід. Убивши Мінотавра, Тесей разом з Аріадною та звільненими афінськими юнаками й дівчатами вирушили назад до Афін.

Коли герой відпочивав на одному з островів, уві сні йому з'явився бог Діоніс і сказав, що Аріадну боги призначили за дружину йому, Діонісові. Тесей потай покинув дівчину на острові. Аріадна стала дружиною Діоніса, дістала від богів весільний подарунок — корону, яку згодом вони ж помістили на небо.

Повертаючись додому, Тесей, засмучений втратою Аріадни, забув про свою обіцянку — замінити чорні вітрила на білі, коли повертатиметься з перемогою. Побачивши чорні вітрила, Егей кинувся в море, яке відтоді стало зватися Егейським...

Геракл і його подвиги

Під головою Дракона, між Північною Короною і Лірою двома ланцюжками зір простяглося сузір'я *Геркулеса*. Нижня зоря правого ланцюжка зір β ($2,7^m$) називається **Корнефорос**, зліва внизу в другому ланцюжку міститься α Геркулеса ($3,1^m$) — **Рас Альгеті** — «голова того, хто стоїть на колінах». Власні назви мають і дві ледь помітні зорі λ і χ — відповідно **Масим** ($4,4^m$) і **Марфак** ($5,2^m$).

На третині відстані від η до ζ Геркулеса є кулясте скупчення зір М 13, відстань до якого — 24 000 світлових років. Від 1974 р. в напрямі до нього з велетенського 300-метрового радіотелескопа, встановленого у кратері згаслого вулкана на острові Пуерто-Ріко, час від часу посилають своєрідне космічне послання з інформацією про нашу Сонячну систему, про Землю й життя на ній. Можливо, через 48 000 років дістанемо відповідь...

Про зображення на картах неба сузір'я Геркулеса вже згаданий письменник Арат писав, що ця людина перебуває нібито в дуже важкому стані, що ми не знаємо ні хто вона, ні що вона тут робить; її звать Енгонасі — той, хто припав на коліно. Він підняв руку до неба, наче закликаючи на допомогу. Саме так, Енгонасі.

це сузір'я звали Гіппарх, Птолемей, Улугбек та інші. Назву Геркулеса чи не вперше вжито у виданні Гігінуса (1485 р.).

Геракл — найпопулярніший герой давньогрецької міфології. Його зображали як людину, що схилилася на коліно. Легенда пояснює це так. Коли герой потрапив до лігурійців і вступив з ними в бій, то при цьому він витратив усі свої стріли. Тоді Зевс послав на землю кам'яний дощ. Цим камінням Геракл і розігнав ворогів. Тому на небі герой зображений у позі, коли він, схилившись, бере камінь.

Ім'я Геракл глибоко символічне. Адже зміст життя цього героя полягав у тому, щоб приборкати землю, дати їй мир і спокій, знищити ненажерливих страховиськ, які несли людям лихо. Згадаймо ще казку Езопа. Коли Геракл з'явився на Олімпі, то дружньо привітав усіх богів, крім Плутоса — бога багатства. Здивованому Зевсові герой пояснив це так: «Я відвернувся від нього з презирством, бо коли ми обидва жили на землі, то майже завжди я бачив його біля злих людей».

Геракл був сином Алкмени, доньки царя Мікен Електріона. Перед його народженням Зевс, зібравши богів на Олімпі, сказав: «Сьогодні народиться великий герой; він пануватиме над усіма своїми родичами, які ведуть свій рід від сина мого, великого Персея». І Зевс поклявся в цьому.

Щоб принизити сина Алкмени, ревнива Зевсова дружина Гера прискорила народження в роді Персея іншої дитини — хворобливого Еврісфея. Це призвело до гострої суперечки на Олімпі, після якої Зевс уклав з Герою договір, що його син Геракл не все життя перебуватиме під владою кволого Еврісфея, а лише здійснить за його наказом дванадцять подвигів і стане безсмертним.

Коли Геракл підріс, він оволодів мистецтвом боротьби та стрільби з лука. Із твердого, наче залізо, ясена зробив собі величезну палицю, з якою ніколи не розлучався. Здійснюючи свій перший подвиг, герой задушив руками вже згаданого немейського лева, відтак умертвив лернейську гідру. Після цього перебив стімфалійських птахів, які мали мідні пазурі й дзьоби, а пера — з твердої бронзи. За наказом Еврісфея Геракл спіймав керинейську лань — надзвичайно гар-

ну тварину, що мала золоті роги й мідні ноги, згодом він полював на велетенського дикого кабана, що жив на горі Еріманфі та спустошував околиці, вбиваючи людей своїми величезними іклами.

Здійснюючи шостий подвиг, Геракл за один день очистив від гною конюшні Авгія, царя Еліди, в яких було кілька тисяч коней і яких ніхто не вичищав упродовж тридцяти років. Герой перегородив греблею ріку і відвів її воду через двір. За умовою Авгій за це повинен був віддати Гераклові десяту частину стада, проте своєї обіцянки не дотримав. Тому через кілька років, звільнившись від служби Еврісфеєві, Геракл пішов війною на Авгія, а після перемоги над ним установив Олімпійські ігри.

Далі герой спіймав критського бика (сьомий подвиг), заволодів кіньми фракійського царя Діомеда, які живилися людським м'ясом, здійснив похід до країни амазонок. Після цього Еврісфей доручив братові піти до краю землі, де на заході спускається з неба бог сонця Геліос, і пригнати звідти корів велетня Геріона. Цей пастух мав три тулуби, три голови, шість рук і шість ніг. Геракл убив велетня своїми отруйними стрілами і забрав корів. І там, на краю землі, по обидва боки Гібралтарської протоки на пам'ять про свій десятий подвиг поставив два велетенські кам'яні стовпи, які й дотепер зуться Геракловими (Геркулесовими стовпами).

Здійснюючи свій одинадцятий подвиг, герой через темну прірву спустився в похмурі підземне царство Аїда, щоб привести до Еврісфея пекельного пса Кербера. Отруйна піна капала з трьох пащ переляканого пса, коли його привів Геракл, і там, де капнула хоч краплина її, виростало отруйне зілля...

Найважчим для героя був дванадцятий подвиг, коли він підтримував небосхил, поки Атлант у садах Гесперид зривав йому золоті яблука. Про те, як, за легендою, закінчилося життя Геракла, мова буде трохи згодом.

**Про Ескулапа,
Змію і Терези**

Під Геркулесом розташований **Змієносець**, який тримає **Змію**. Дві зорі Змієносця називаються α ($2,1^m$) – **Рас Альхаг** (голова заклиначка) і β ($2,8^m$) – **Цельбальрай** (собака пастуха).

Голова Змії міститься поблизу Північної Корони, а її хвіст простягся аж до сузір'я Орла. Зоря α Змії ($2,6^m$) називається **Унук Ельхайя** («шия змії»). У сузір'ї Змієносця зліва від зорі β в наш час є так звана *летюча зоря Барнарда*, яка дуже швидко пересувається поміж зір: на $10,3''$ за рік, тобто за 180 років – на $0,5^\circ$ (на довжину кутового діаметра Місяця). Видима її величина $9,7^m$, відстань до неї – 5,9 світлового року. Відхилення її руху від «прямолінійного» дає підставу стверджувати, що біля неї є планетоподібні тіла.

Асклепій (латинською мовою *Ескулап*) – син Аполлона і смертної жінки Короніди. Аполлон віддав хлопця на виховання кентаврові Хірону, який навчив Асклепія мистецтва лікувати і мисливства. Від богині Афіни Асклепій нібито дістав кров, що витекла з жил Горгони. Та, що текла з лівої частини, спричиняла людям смерть, з правої – давала їм життя. Нею Асклепій воскрешав мертвих, за що Зевс убив його блискавкою. Коли ж про це довідався Аполлон, то подався до країни гіпербореїв оплакувати сина. Золоті сльози бога капали в море, і з них утворювався бурштин, назва якого грецькою мовою електрон – камінь Сонця.

Асклепієву доньку Гігію давні греки зображали у вигляді молодої жінки зі змією, яку вона годує з чаші. Від імені Гігії походить відоме слово гігієна.

За іншою легендою, Асклепій дістав траву, якою міг воскрешати мертвих, від Змії. В «Епосі про Гільгамеша» (шумерського царя XXVII ст. до н. е.) є епізод, де не людина в Змії, а Змія викрадає в людини цілюще зілля. Герой поеми Гільгамеш дістав із глибини океану чарівну квітку, якою «людина життя досягає» (тобто стає безсмертною). Та коли він, повертаючись додому, зупинився на відпочинок,

...Змія зачула квітковий запах,
Піднялася з нори, викрала квітку,
Назад повертаючись, скинула шкіру...

Таким чином, Змія вкрала в людини безсмертя, бо, за уявленнями давніх, скидаючи шкіру, вона живе вічно. На давніх картах зоряного неба Ескулап «стоїть» ногою на Скорпіоні й

тримає в руках Змію. Йому, як божеству, присвячувалися Півень (символ пильності) і Змія (символ мудрості).

У стародавніх римлян змія була символом часу. На багатьох зображеннях вона ковтає свій хвіст, що символізує постійне повторення циклів. Адже як греки, так і римляни очікували повторного пришествя «золотого віку».

Зліва від хвоста Змії розташований **Щит**. Це чи не єдине сузір'я, назва якого пов'язана з історичною особою, бо йдеться про щит польського короля Яна Собеського. Так назвав це сузір'я *Ян Гевелій*.

Влітку можна побачити зодіакальне сузір'я **Терезів** (знак Ω). Його найяскравіша зоря α ($2,8^m$) називається **Зубен ель Генубі**, зоря β ($2,6^m$) – **Зубенеш**. У цьому сузір'ї 2300 років тому перебувала точка осіннього рівнодення.

Саме тому римський поет *Вергілій* писав, що коли Терези вирівнюють години дня і ночі та розподіляють порівну світло й темряву, тоді рільникам пора виводити в поле своїх робочих волів. *Гіппарх* і *Птолемей* цю групу зір звали Клешнями Скорпіона. А єгипетський жрець *Манетон* (III ст. до н. е.) зауважив, що Клешні замінено шальками Терезів.

**Кентаври
добрі й злі.
І Скорпіон**

Група зір, що на самому горизонті під Терезами, належить до сузір'я **Вовка**. Справа від нього – **Кентавр**. Тут найближча до нас зоря, та оскільки її схилення $\delta = -60^\circ 23'$, то ми її не бачимо. Ця зоря α Кентавра – потрійна.

Два її компоненти мають власну назву **Рігіль А** і **Рігіль В**, третім компонентом і є найближча зоря – **Проксіма**. Відстань до неї – 4,3 світлового року.

Про кентаврів оповідали як стародавні єгиптяни, так і греки. На думку *К. Фламмаріона*, дуже можливо, що так давні люди відобразили свій подив перед сміливцями, які зважилися приручити диких коней. Кентавр (у римлян «центавр») – лісовий демон, напівлюдина-напівкінь. Цих істот зазвичай зображали, додаючи до тулуба коня верхню частину людського тіла.

Легенда оповідає, що одного разу Геракл із дружиною Деянірою з допомогою кентавра Несса переправлялися через ріку. Та коли демон хотів викрасти Деяніру, Геракл убив його стрілою, просоченою отрутою лернейської гідри. Щоб помститися Гераклові, вмираючий кентавр сказав Деянірі, що його кров чарівна й повертає втрачену любов. Минули роки. Здійснюючи свої подвиги, Геракл одного разу затримався довше, ніж звичайно. Щоб зберегти чоловікову любов, Деяніра виткала плащ, облила його кров'ю кентавра і передала Гераклові. Отруєний плащ прилип до тіла героя, спричинивши йому жахливі страждання. Геракл наказав кинути себе у вогонь. Тут засяяли Зевсові блискавки, на золотій колісниці примчала богиня Афіна і взяла героя на світлий Олімп...

Зліва під Змієносцем розташоване мальовниче зодіакальне сузір'я **Скорпіона** (знак ♏). Його зоря α ($0,9^m$) називається **Антарес**, що в перекладі з грецької означає «проти-Арес», тобто «суперник Ареса» (вона червоного кольору). Вигнутий ланцюжок зір поблизу Терезів відображає клешні Скорпіона, одна з них зоря δ ($2,3^m$) називається **Джубба**, а зоря β ($2,6^m$), що над нею, – **Акраб** (скорпіон). Тулуб і хвіст Скорпіона простяглися вліво, тут, у хвості, є друга за яскравістю зоря λ ($1,6^m$) – **Шаула** (жало). Зорі на кінчику хвоста Скорпіона мали також назву **Котячі Очі**.

Зауваживши 134 р. до н. е. появу в сузір'ї Скорпіона нової зорі, давньогрецький астроном Гіппарх вирішив «описати небо числом», для чого й запровадив видимі зоряні величини як умовну характеристику яскравості (точніше, блиску) зір.

Скорпіон, як ми вже згадували, мав би зображати тварину, яку богиня мисливства Артеміда послала, щоб умертвити мисливця Оріона. Тож Скорпіон і переслідує на небі Оріона й дотепер, але ніяк не догонить його, бо як тільки він сходить на небі, Оріон заходить у протилежній частині небосхилу...

Від Скорпіона до Козорога простяглося останнє, дванадцятьте зодіакальне сузір'я **Стрільця** (знак ♏). Тут вирізняють понад десять яскравих зір. Чотири з них утворюють невеликий «ківш для молока» (ця група розташована поблизу *Молочного Шляху*).

II. «Космічні танці»

Зі швидкістю 30 км/с, що майже у сто разів перевищує швидкість кулі з рушниці, плавно і зовсім невідчутно снує свої оберти навколо Сонця наша планета. Протягом року на цьому затишному кораблі, обрамленому зеленню дерев, озвученому щебетом птаства, у сяйві природних і штучних вогнів долаємо шлях завдовжки один мільярд кілометрів. Поруч із Землею, то випереджаючи її, то дещо відстаючи від неї, мандрує Місяць. Тут же у космічному гармонійному танку кружляють навколо Сонця й інші планети (рис. 10), комети й астероїди. А там, далеко-далеко, розгорнулось недосяжне тло, помережане сузір'ями...

Відображенням обертання Землі навколо Сонця і є його видимий річний рух на тлі зір, внаслідок чого змінюється вигляд зоряного неба впродовж року. А оскільки кутові швидкості руху планет неоднакові, то ритмічно змінюються й умови їх видимості на небі. Це розмаїття «космічних танців» заслуговує на особливу увагу!

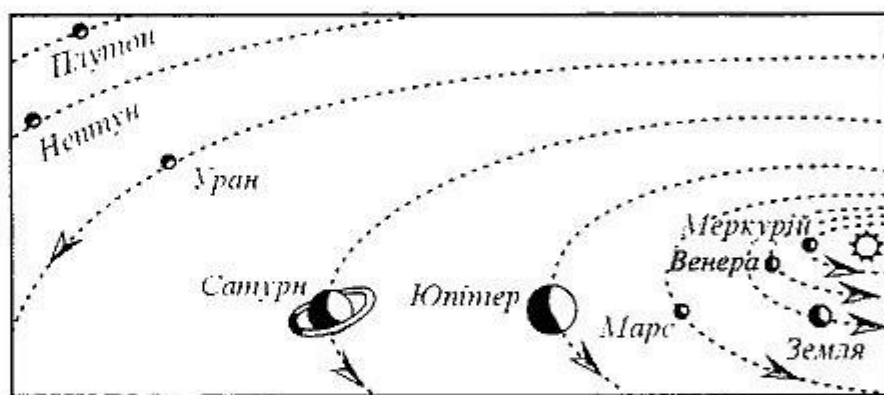


Рис. 10. Рух планет навколо Сонця

1. Видимий рух Сонця

Про «кроки» Сонця

Почнемо цю розмову з нагадування, що видимий річний шлях Сонця серед зір зветься *екліптикою*. Протягом року, який триває 365 1/4 доби, Сонце описує на небі повне коло, тобто кут 360° . Таким чином, за добу воно зміщується в напрямі з заходу на схід на кут $360^\circ / 365 \frac{1}{4} \approx 1^\circ$. Кутовий діаметр Сонця – $0,5^\circ$. Отже, Сонце серед зір пересувається у напрямі *із заходу на схід* (справа наліво) щодоби на два свої поперечники (насправді ж слід говорити про те, що це наша планета обертається навколо Сонця



Рис. 11. Видиме переміщення Сонця через зодіакальні сузір'я внаслідок руху Землі навколо нього, вказано положення Землі і Сонця на 21.03

Таблиця 1
Рух Сонця через зодіакальні сузір'я*

Сузір'я	Його позначення	Сонце в сузір'ї
Стрілець	♏	18.12–19.01
Козоріг	♐	19.01–16.02
Водолій	♑	16.02–12.03
Риби	♒	12.03–18.04
Овен	♈	18.04–14.05
Телець	♉	14.05–21.06
Близнята	♊	21.06–20.07
Рак	♋	20.07–11.08
Лев	♌	11.08–17.09
Діва	♍	17.09–31.10
Терези	♎	31.10–22.11
Скорпіон	♏	22.11–30.11
Зміносець		30.11–18.12

у площині екліптики й за добу зміщується по своїй орбіті майже на один градус).

У тому, що Сонце пересувається на тлі зір, можна переконатися так. Виберемо яку-небудь зорю й відзначимо певним чином у якийсь момент часу (наприклад, о 10 годині вечора) її положення на небосхилі (ставши на фіксованому місці майданчика, спостерігаємо, як вона ховається за стовбур дерева чи за ріг будинку). Наступного вечора з того ж місця виявимо, що вибрана зоря зайняла те ж положення на небосхилі на чотири хвилини раніше, ще через день – на вісім хвилин і т. д. Через 15 днів зоря займе те саме положення на небосхилі (заховається за стовбур дерева) вже на цілу годину раніше. А на фіксовану годину (10-ту вечора) вона пересунеться значно далі до заходу. Узагальнюючи ці спостереження, скажемо, що *вся небесна сфера повернулася на той час на додаткових 15°*.

* Звернімо увагу: від 30 листопада до 18 грудня Сонце перебуває у сузір'ї Зміносець, яке, однак, до зодіакальних не залічене.

Отже, саме внаслідок видимого річного руху Сонця серед зір і змінюються умови видимості сузір'їв на небосхилі: сузір'я, які видно на небі 1 вересня о 24 год, займають таке саме положення над горизонтом 1 жовтня о 22 год, 1 листопада – о 20 год, 1 грудня – о 18 год і т. д. Це й дає змогу передбачити їхнє положення на небосхилі на цілий рік наперед, що й відображено в табл. 1 і на рис. 11. Слід запам'ятати: *ввечорі низько над горизонтом у західній частині неба видно те зодіакальне сузір'я, в якому Сонце перебуватиме наступного місяця.*

Стародавні астрономи вважали, що Сонце описує коло на небі за 360 діб. Тому поділили повне коло (передусім екліптику) на 360 рівних частин, для яких згодом ввели назву «градус», тобто «крок» (мали на увазі «крок Сонця»).

Схід (і захід) Сонця у наших географічних широтах триває близько двох хвилин. Цю обставину давні люди використали для встановлення міри довжини, яку вони назвали стадієм (чи стадією). Один *стадій* – це відстань, що її проходить людина спокійним кроком протягом сходу (заходу) Сонця. У різних поселеннях Греції, Єгипту й Риму її значення приймали від 157,5 до 185 м. Звідси й походить назва «стадіон».

**Рік зоряний
і рік тропічний**

Проміжок часу, за який Сонце у своєму видимому русі по екліптиці повертається до тієї ж зорі, назвали зоряним роком. Він рівний $T_* = 365$ діб 6 год 9 хв 10 с. Але ще в II ст. до н. е. Гіппарх виявив явище *прецесії*: Сонце повертається до точки весняного рівнодення (і отже, закінчується *тропічний рік*) швидше, ніж воно зближується знову з тією ж зорею. Встановлено, що $T_* = T_{\text{т}} + 20$ хв 24 с. Тривалість тропічного року $T_{\text{т}} = 365$ діб 5 год 48 хв 46 с і є основою для побудови календаря як така, що *визначає зміну пір року.* Зоряний рік T_* характеризує рух планети навколо Сонця.

Зміщення точки весняного рівнодення назустріч рухові Сонця за рік невелике – усього 50", що за 72 роки становить один градус. Але за 2160 років це зміщення сягає вже 30°. З тієї причини 3500 років тому весна наставала, коли Сонце було в сузір'ї Тельця, 2000 років тому – в сузір'ї Овна, тепер точка весняного рівно-

дення – в Рибках. Близько 2570 р. вона перейде в сузір'я Водолія. Астрологи твердять, що тоді на Землі настане «вік спокою й удосконалення», а при її переході близько 4370 р. в «одне з найгірших» сузір'їв Козорога нібито настане «кінець світу».

Про «знаки зодіаку»

У минулому, можливо, близько 3000 років тому, для зручності при відліку положення Сонця за екліптиці її поділили на 12 рівних частин по 30° у кожній. Ці дуги позначили знаком того зодіакального сузір'я, через яке відповідного місяця року проходило Сонце.

Так на небі з'явилися *знаки Зодіаку*. За початок відліку прийнято точку весняного рівнодення, яка на початку нашої ери ще перебувала в сузір'ї Овна. Відлічену від неї дугу завдовжки 30° позначили знаком Υ (баранячі роги). Далі Сонце проходило через сузір'я Тельця, тому дугу екліптики від 30° до 60° позначили «знаком Тельця» \mathcal{T} і т. д.

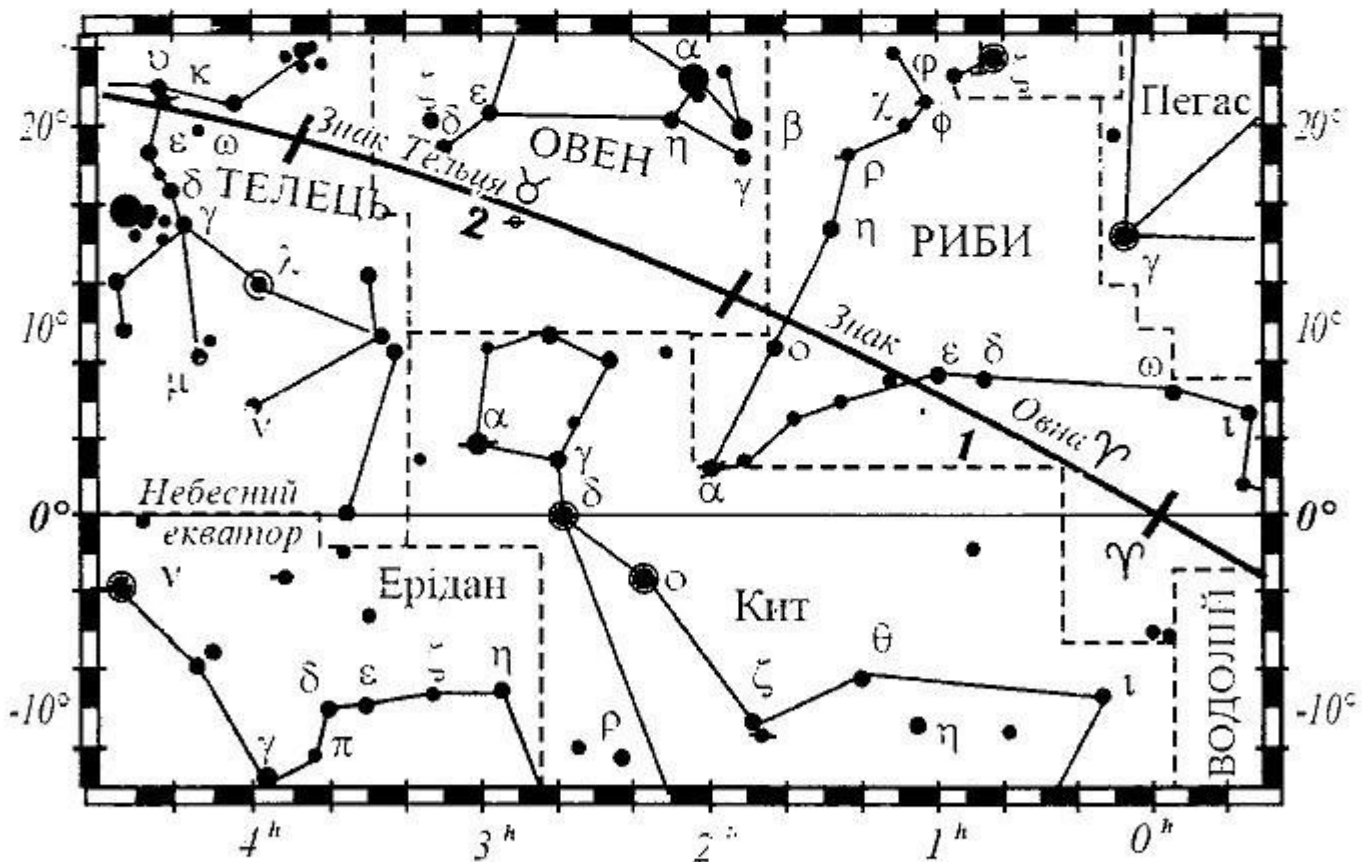


Рис. 12. Положення 1-го і 2-го (із 12) Знаків Зодіаку – відповідно Знаків Овна і Тельця – на тлі зір; як видно, ефект прецесії призвів до зміщення Знаків Зодіаку відносно зодіакальних сузір'їв тої ж назви приблизно на 30°

(рис. 12). Тому, скажімо, замість того, щоб записати: «екліптична довгота Марса, відлічена від точки весняного рівнодення, дорівнює 188° », вказували: «Марс пройшов 8° дуги, позначеної знаком Терезів» і скорочено записували це так: $\sigma 8^\circ \Omega$. Напевне, це сприяло кращій (і безпосередній) орієнтації щодо того, де саме перебуває (чи перебувало) конкретне світило (Сонце, Місяць чи планета) на небі. До нашого часу внаслідок прецесії точка весняного рівнодення змістилася з сузір'я Овна в сузір'я Риб (адже 1° за 72 роки – це майже 30° за 2000 років, тобто величина дуги, що відповідає одному знакові Зодіака). Але, «складаючи данину традиції», подекуди і тепер пишуть, що Сонце від 22 березня до 20 квітня перебуває в знаку Овна і т. д. Насправді ж у ті дні (див. табл. 1) воно в сузір'ї Риб.

**Один раз
у році**

З появою (точніше, з характерним положенням) на небі окремих зір та їхніх скупчень (як Плеяди та Гіади) деякі народи (зокрема, греки і латинці) пов'язували строки проведення польових робіт. Так, поет Гесіод (VIII ст. до н. е.) у поемі «Роботи і дні» радив селянам: «Починай жнива, коли Плеяди сходять, а орати – коли починають заходити... З'являється ввечері Арктур – підрізуй виноградні лози...» Про це ж мовиться й у праці «Сільське господарство» Марка Теренція Варрона (I ст. до н. е.): «Між весняним рівноденням і сходом Вергілій (тобто Плеяд, їхній ранковий схід – у середині травня · I. К.) прополюють ниви, рубають вербу, огороджують луки... садять маслини».

Із цих двох прикладів бачимо, що люди в давнину дуже уважно стежили за характерними сходами й заходами зір. Відомо, що в Стародавньому Римі було прийнято говорити про ранковий схід тої чи іншої зорі, як ми щодня розмірковуємо про погоду. Саме ж мистецтво «читати знаки, написані на небі», вважали даром Прометея...

Отже, йдеться про такі явища:

геліакічний схід – перша поява (схід) зорі в промінні ранкової заграви;

космічний захід – захід зорі на початку ранкових присмерків;

акронічний схід – схід зорі під час заходу Сонця (після закінчення вечірніх присмерків);

геліакічний захід – захід зорі безпосередньо після заходу Сонця (у вечірні присмерки).

Щодо назв: геліакічний схід чи захід наче пов'язаний із Сонцем (зоря справа чи зліва від нього, відповідно – вранці й увечері, на $10\text{--}15^\circ$ – для зір, що поблизу небесного екватора). Грецьке слово «акрос» означає «вищий», очевидно, малося на увазі найдаліше положення щодо Сонця; «космос» – «прикраса», тут, напевне, мали на увазі, що захід зорі у ранкових присмерках чудовий.

Дати орієнтовних вечірніх і ранкових сходів та заходів декількох зір і скупчення Плеяд вказані в таблиці 2, орієнтовних, бо при їх обчисленнях не враховано, що умови видимості зір різної яскравості неоднаково залежать від глибини Сонця під горизонтом. До того ж потік випромінювання від зорі, яка перебуває поблизу горизонту, ослаблюється земною атмосферою більш як у десять разів порівняно з тим, яким він був би, якби зоря перебувала в зеніті.

Таблиця 2

**Орієнтовні дати сходу й заходу окремих яскравих зір
на широті $\varphi = 50^\circ$**

Зоря або група зір	Вечірній захід	Ранковий схід	Вечірній схід	Ранковий захід
Плеяди	12.05	23.05	04.12	14.11
Пояс Оріона	12.05	20.07	18.01	14.11
Сиріус	14.05	16.08	12.02	15.11
Проціон	15.06	08.08	05.02	12.12
Поллукс	13.07	20.07	18.01	05.01
Регул	13.08	02.09	27.02	25.01
Спіка	01.10	26.10	23.04	06.03
Антарес	14.11	15.12	18.06	22.04
Арктур	02.12	13.10	10.04	20.05
Альтаір	29.01	23.12	01.07	04.08

2. Рух Місяця на тлі зір

В який бік він рухається?

Вечір. Заходить Сонце, густішають присмерки, темніє небосхил. Невдовзі на ньому спалахують перші, найяскравіші, зорі. Спокійно ле на Землю своє сріблясте сяйво Місяць.

Яка чудова, ідилічна картина. Скільки разів ми це бачили! І все ж не кожен аматор астрономії відразу правильно відповість на, здавалося б, елементарне запитання: чому змінюються фази Місяця та в який бік він пересувається серед зір? Адже, мабуть, на Місяць не раз дивився і видатний український поет Степан Руданський. А проте в своїй поемі-казці «Цар-Соловей» він писав: *Тільки місяць, місяць думний, /Знатъ своє гадає: /Мірним ступнем поміж зорі /К заходу ступас.*

Але поет помилявся. І щоб переконатися в цьому, намалюймо положення цього супутника Землі серед декількох найяскравіших зір і запишемо час, коли складено цей малюнок. Через годину зробимо це ще раз і зіставмо обидва малюнки. Відразу ж зауважимо, що Місяць пересувається серед зір із заходу на схід і досить швидко: за півгодини – на величину свого діаметра. Саме тому наступного вечора (тобто через 24 год) Місяць уже буде лівіше, ніж попереднього, на 13° , або на 26 своїх поперечників (рис. 13).

Фази Місяця

Від вечора до вечора змінюється і зовнішній вигляд Місяця. Ось він з'явився на вечірньому небі на заході низько над горизонтом у вигляді *вузького серпа*, повернутого опуклістю до Сонця, яке щойно зайшло. На сьомий день він уже має вигляд *півкруга*, кутова відстань від нього до Сонця становить 90° . Прийнято казати, що в цей момент Місяць перебуває у *першій чверті*. З кожним днем кутова відстань Місяця від Сонця зростає, а разом з тим «повнішає» і його вигляд. На п'ятнадцятий день він уже *повновидий*, сходить в момент заходу Сонця. Це – *повня*. Ще через сім днів, в останній, або *третій чверті*, супутник Землі сходить уже близько півночі й видимий знову у вигляді *півкруга* вранці перед сходом Сонця. У наступні дні Місяць набирає форми вузького серпа, тепер уже у вигляді букви «С», так, ніби хоче сказати: «Я вже Старий». І, нарешті,

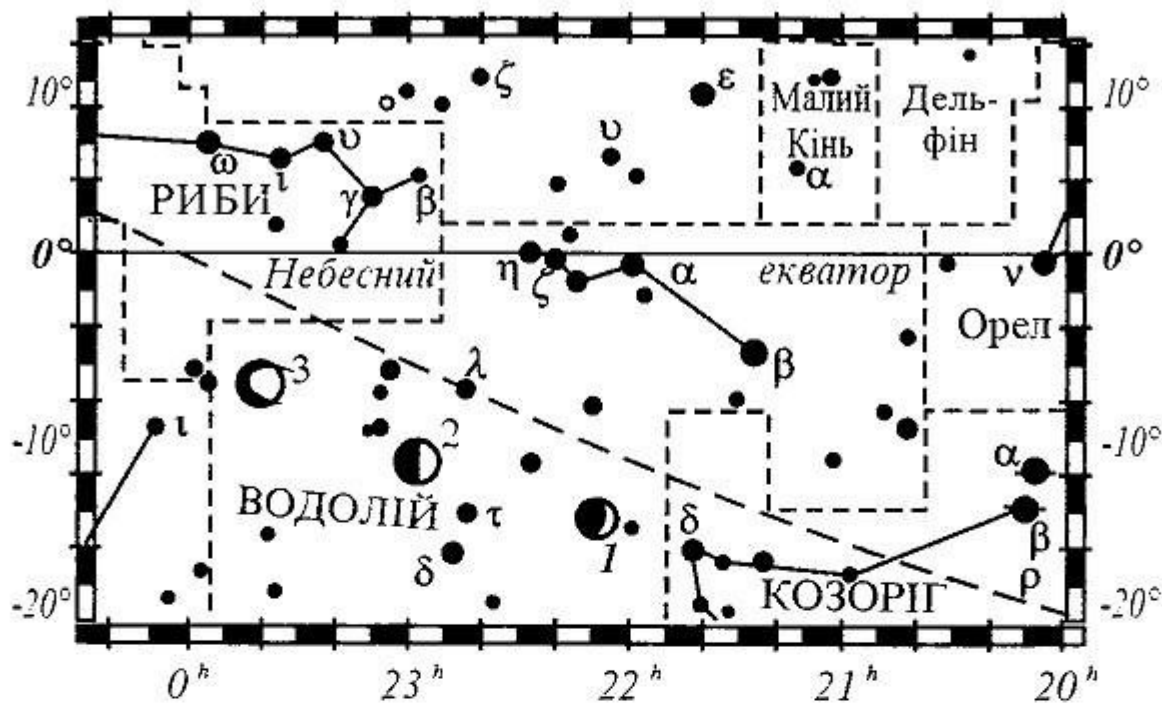


Рис. 13. Положення Місяця серед зір на початок доби в 2000 р.: 03.12, 04.12 (Місяць у першій чверті) і 05.12

на два-три дні зникає у променях Сонця, настає новий Місяць, щоб знову з'явитися вже зліва від нього на вечірньому небі (рис. 14).

Сидеричний і синодичний місяці

Фіксуючи щовечора положення Місяця серед зір, описуючи зміну його вигляду (зміну фази), виявляємо таке:

1. Здійснивши свою мандрівку серед зір, Місяць повертається на те ж саме місце через кожні $27 \frac{1}{3}$ доби. Цей проміжок часу називають *сидеричним* (або *зоряним*) періодом обертання Місяця навколо Землі.

2. Ті ж самі фази Місяця повторюються через кожні $29 \frac{1}{2}$ доби. Таким є *синодичний* період обертання Місяця. Грецьке слово «синодос» означає зближення, з'єднання. Що $29 \frac{1}{2}$ доби Місяць наче з'єднується з Сонцем, «намагаючись затулити його собою». І декілька разів на рік ці його «спроби» бувають успішні, тоді настають *сонячні затемнення*.

Може виникнути запитання: а чому ці періоди обертання Місяця мають неоднакову тривалість? Щоб відповісти на нього, згадаймо, що Сонце також пересувається на тлі зір справа наліво (з заходу на схід) майже на один градус за добу. За $27 \frac{1}{3}$ доби Місяць

здійснює свій повний оберт навколо Землі й повертається до певної зорі. Але за той самий час і Сонце зміщується серед зір на 27° . Тож, щоб зайняти те саме положення відносно Сонця (бути у тій самій фазі), Місяць повинен «промандрувати» небосхилом ще дві доби (рис. 15).

**«Високий»
і «низький»
Місяць**

Цікаво простежити й за тим, наскільки високо підіймається Місяць над горизонтом, скажімо, у першій чверті навесні і, відповідно, восени. Легко виявимо: «навесні дуже високо, восени надзвичайно низько» (рис. 16). Зрозуміло, в чому тут річ: саме так розташовується на небосхилі екліптики в різні пори року. Місяць же (та й планети) загалом мандрує на небі тим самим шляхом, що й Сонце, дещо, однак, відхиляючись від екліптики то вгору (до Північного полюса світу), то вниз. Для допитливих уточнюємо: це відхилення сягає 5° , або десять видимих діаметрів Місяця.

**Вузли
місячної
орбіти і їхнє
зміщення**

Уважному спостерігачеві під силу виявити ті точки екліптики, в яких Місяць перетинає її, то «зближуючись» з Північним полюсом світу, то «віддаляючись» від нього. Ці точки названо *вузлами місячної орбіти*. Перша з них зветься *висхідним вузлом* (позначають її знаком \varOmega), друга – *низхідним вузлом* (знак φ) місячної орбіти. Можна спробувати встановити, наскільки зміщується конкретний вузол за рік у бік заходу: на $19,3^\circ$, а це – 38 видимих діаметрів диска Місяця (рис. 17).

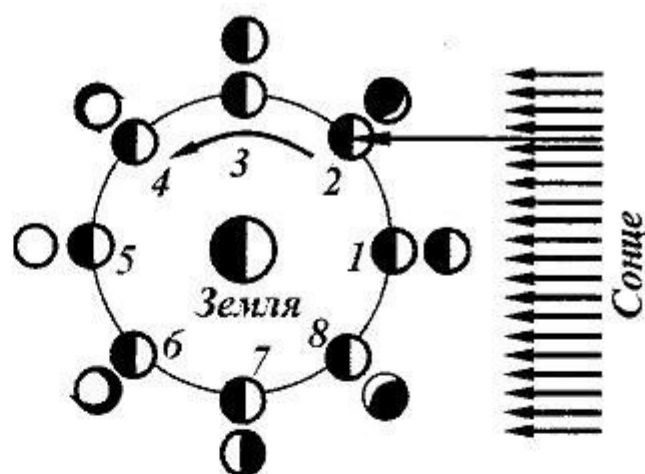


Рис. 14. Конфігурації і фази Місяця: 1 – сполучення Місяця з Сонцем (кон'юнкція), новий місяць; 3 – східна квадратура, перша чверть; 5 – протистояння Місяця і Сонця, повний Місяць (повня); 7 – західна квадратура, третя чверть

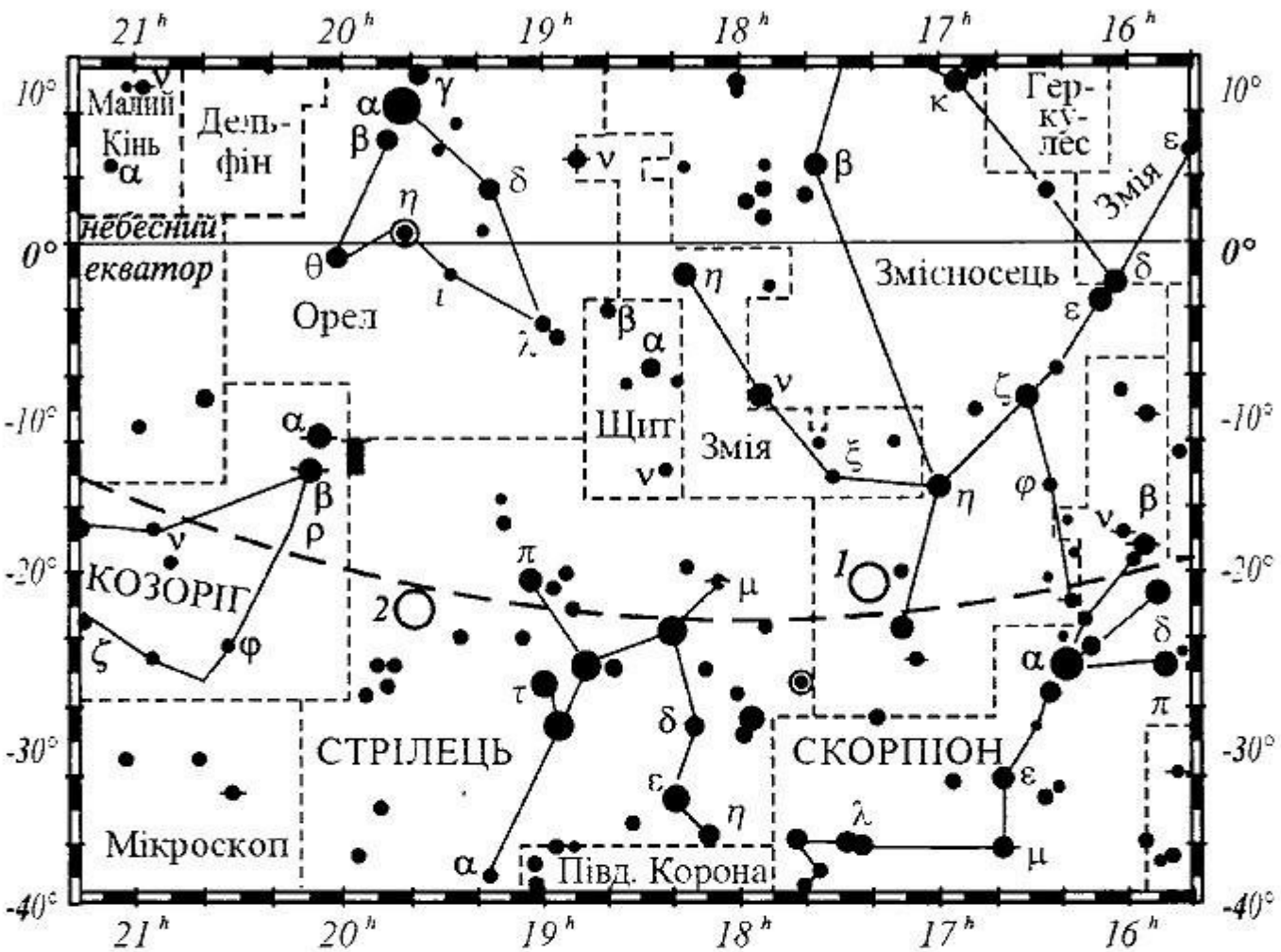


Рис. 15. Положення Місяця на небі на момент двох послідовних однакових фаз: повня 16 червня (1) і 16 липня (2) 2000 р.; це зміщення фаз Місяця відносно зір неба зумовлене пересуванням Сонця на екліптиці приблизно на 30°

І тут згадаємо давніх

У давньоіндійській священній книзі «Рігведа» (середина II тисячоліття до н. е.) Місяць названо «тим, що створює рік». Отже, здавна у побуті люди використовували Місяць не лише для обліку днів у масштабах кількох тижнів. Зіставляючи зміну фаз Місяця зі зміною пір року, вони дійшли до розуміння року як проміжку часу, протягом якого фази Місяця повторюються 12 чи 13 разів.

Спостерігаючи за мандрівкою Місяця серед зір, давні люди зауважили, що «ходить» він однією і тією самою «дорогою», повертаючи до тієї ж зорі приблизно через 28 діб (точніше, 27,3 доби). Цю «дорогу» Місяця поділили на 28 частин, кожен з яких

назвали домом, житлом, готелем. Малося на увазі, що Місяць кожного наступного дня живе в іншому домі. Тому, зокрема, китайське слово «су» означає «сузір'я» і «житло», «готель». Дві «зупинки Місяця» («на-кшатр») згадані у «Рігведі». У пізніших творах зустрічаємо всі 28. Перша за порядком («Ашвін») була біля зір β і γ Овна, третя («Кріттіка») -- у Плядах і т. д.

Справді, ритмічну зміну фаз Місяця люди здавна використовували для обліку днів. Тому й у нас календарний проміжок часу в 30 (взагалі ж – 28, 29 та 31) діб теж називають *місяцем*. Але в році налічується 365 (у високосному – 366) діб, хоч 12 «небесних Місяців» усього 354,37 доби. Інакше кажучи, в кожному наступному році ті ж фази настають на 11 днів швидше. Збіг фаз Місяця і календарних дат (щоправда, не цілком точний) відбувається лише через 19 років – це так званий *метонів цикл*. За цей час Місяць встигає змінити свої фази 235 разів.

**Про «моря»
і кратери
на Місяці**

У декількох словах згадаємо ще про окремі деталі поверхні Місяця, що їх можна бачити неозброєним оком, у бінокль чи невеликий телескоп. Згадаємо, однак, що, як справжній лицар, Місяць у своєму космічному вальсі завжди повернений до Землі одним і тим самим боком. Задивляючись

на темні плями, які видно на Місяці, наші прадіди склали легенду. Жили, мовляв, колись на світі два брати. Але не братня любов, не взаємна повага переповнювали їхні серця, а зажерлива заздрість і ненависть. Одного разу, коли вони в котрий раз сварилися, один із них убив другого залізними вилами. За те Бог помістив їх на Місяці, аби всі люди жахалися такого страшного злочину...

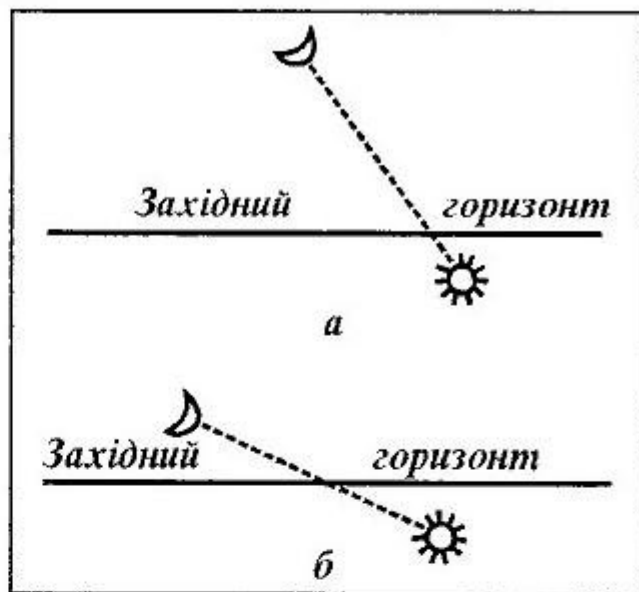


Рис. 16. Положення молодого Місяця на вечірньому небі навесні (а) і восени (б) при однаковій кутовій відстані від Сонця

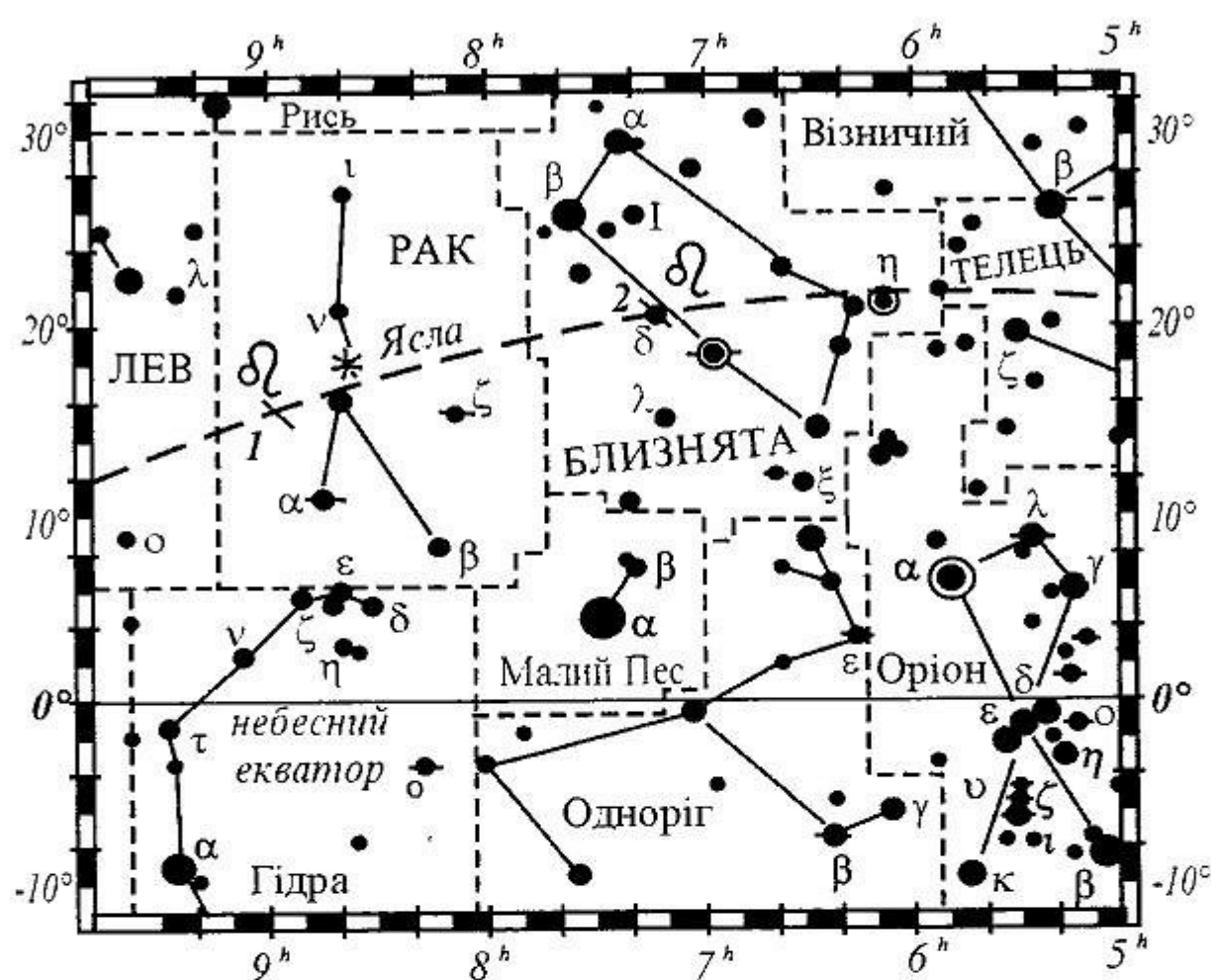


Рис. 17. Положення висхідного вузла місячної орбіти 22 січня (1) і 13 грудня (2) 2000 р.

Видатний італійський учений Галілео Галілей, оглядаючи Місяць у телескоп, виявив, що його поверхня не рівна, а шорстка, вкрита западинами та височинами, цілком так само, як і поверхня Землі. Тим самим Галілей стер різницю між «земним» і «небесним», яка існувала до того часу в уявленні людей. Темні ділянки на Місяці він назвав *морями*. На світлих ділянках, «*материках*», Галілей виявив багато кільцеподібних утворень – *кратерів*. Нині на тій частині поверхні Місяця, яку видно з Землі, налічують близько 300 тис. кратерів, діаметри яких перевищують один кілометр, п'ять кратерів мають поперечники понад 200 км (див. четверту стор. обкладинки).

Моря та більші кратери Місяця (загалом 229) мають власні назви. Започаткував це найменування Ян Гевелій. У своїй книзі «Селенографія», тобто «Опис Місяця» (1647 р.), він «переніс» на

Місяць переважно назви земних гір і міст. Таким чином там з'явилися, зокрема, гори Карпати, Кавказ, Альпи, Піреней. У 1651 р. італійський астроном – єзуїт Д. Річчіолі (1598–1671) опублікував свою карту Місяця, на якій кратери були названі іменами видатних астрономів і математиків. Нині на Місяці є 11 кратерів, названих іменами видатних українських учених і конструкторів космічних систем, як-ось Вернадський, Герасимович, Корольов.

3. Особливості руху планет відносно Сонця й на тлі зір

Видимі рухи на небі як Сонця, так і Місяця нерівномірні (так, Сонце у січні рухається трохи швидше, ніж у липні). Однак обидва ці світила переміщуються серед зір лише в одному напрямі – з заходу на схід. Рух планет значно складніший, бо час від часу кожна з них змінює свій прямий рух (із заходу на схід) на протилежний (тоді планета переміщується серед зір зі сходу на захід), тобто описує петлю (рис. 18). Саме тому стародавні греки назвали їх *планетами*, тобто світилами, що блукають.

Ще давні астрономи зауважили: дві з планет – Меркурій і Венера – віддаляються від Сонця лише у деяких межах: Меркурій – на $17\text{--}27^\circ$, Венера – на $46\text{--}48^\circ$. Це їхня найбільша *елонгація* (з лат. «лонгус» – далекий). Вони нібито коливаються поблизу Сонця, і названо їх *нижніми планетами*. На противагу Венері й Меркурієві Марс, Юпітер та інші дістали назву *верхніх планет*.

З'ясувати деякі особливості руху планет може кожен аматор астрономії. Для цього треба лише застатися картою зоряного неба, ліхтариком, зошитом та олівцем, а ще – терплячістю. Спостереження достатньо проводити один раз на десять днів.

Отже, беремо аркуш у клітинку і, проставивши на ньому координатну сітку (α і δ), відмічаємо положення як планети, так і Сонця (ці останні щороку ритмічно повторюються, тому

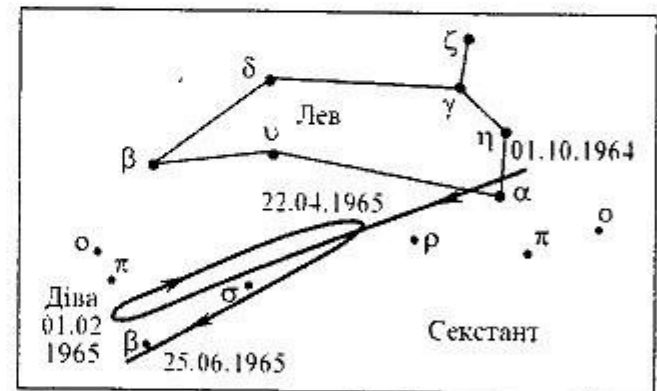
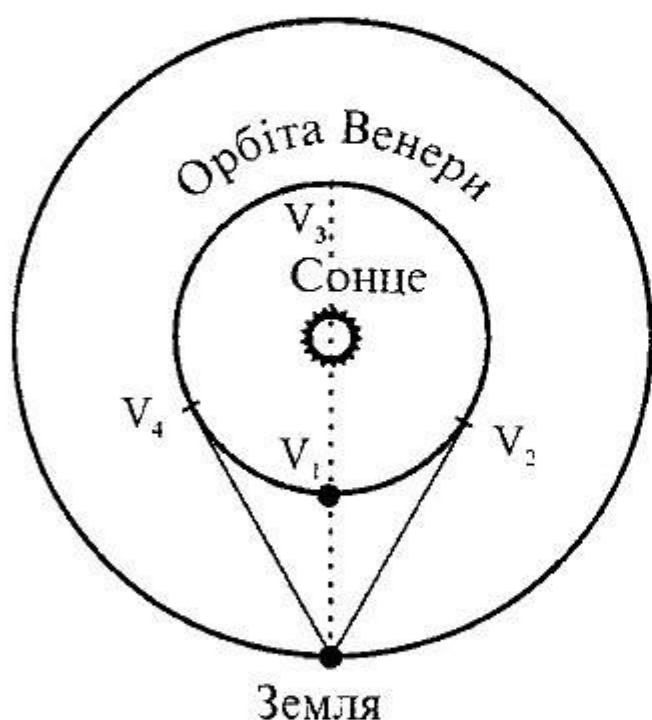


Рис. 18. Видимий рух планети Марс серед зір

їх можна виписати з «Астрономічного календаря» за будь-який рік).

**Конфігурації
нижньої
планети**

Але спочатку теоретично розглянемо рух планети *відносно Сонця* і характерні її положення (*конфігурації*), що виникають під час цього руху (рис. 19). За вихідний момент візьмемо її найвіддаленіше положення справа від Сонця (у цей час планету видно *вранці* перед сходом Сонця). Це *найбільша західна елонгація* (V_2). Видима кутова швидкість пересування планети серед зір, обчислена в градусах за добу, у напрямі з заходу на схід (услід за Сонцем) поступово зростає. Плана



**Рис. 19. Конфігурації
нижньої планети**

нета наближається до Сонця і невдовзі ховається в його промінні. Настає *верхнє сполучення* планети з Сонцем (положення V_3). Через деякий час (для Венери – через три місяці) планета з'являється зліва від Сонця на *вечірньому* небі. Рухаючись із більшою кутовою швидкістю, планета випередила Сонце. Проте її кутова швидкість поступово зменшується. Досягнувши найбільшого відхилення від Сонця зліва (положення V_4), тобто найбільшої *східної елонгації*, планета поступово зближується з ним. Невдовзі вона знову зникає у сонячному промінні (положення V_1), що і є її *нижнім сполученням* із Сонцем. Після цього (для Венери період невидимості тут триває приблизно сім діб) планета з'являється справа від Сонця (її видно *вранці*), її кутова відстань до Сонця в певний момент стає максимальною (положення V_2).

Проміжок часу S між двома послідовними однаковими конфігураціями назвали *синодичним періодом обертання планети на-*

вколо Сонця. Зокрема, для Венери $S = 583,92$ доби (ця й інші характеристики планет подані в додатку 3).

Моменти сполучень для Венери (та й інших планет) можемо розрахувати, знаючи її синодичний період S і беручи до уваги дані «Астрономічного календаря». Скажімо, 2002 р. верхнє сполучення Венери з Сонцем сталося 14 січня, нижнє – 31 жовтня. Отже, наступні бувають через $S = 584$ доби.

**Рух нижньої
планети
на тлі зір**

А ось як виглядає рух нижньої планети серед зір з урахуванням того, що й Сонце рухається. Рух планети вліво відносно Сонця означає, що її кутова швидкість перевищує 1° за добу. Проте після верхнього сполучення з Сонцем швидкість планети поступово зменшується і через деякий час зрівнюється з кутовою швидкістю руху Сонця: тоді обидва світила пересуваються з заходу на схід щодоби на 1° . Саме в цей час кутова відстань планети від Сонця найбільша.

З кожним наступним днем ця кутова швидкість руху планети зменшується, внаслідок чого Сонце поступово наближається до неї. Та ось планета зупиняється серед зір (цей момент називають *стоянням*) і, змінивши напрям, починає рухатися зі сходу на захід – назустріч Сонцю.

Аналогічно (лише дзеркально) планета поводитьсь й тоді, коли перебуває справа від Сонця.

Ось як конкретно рухається серед зір Венера. Після верхнього сполучення планета віддаляється від Сонця на найбільшу відстань у середньому через 220 діб, стояння настає ще через 46 діб. У момент стояння Венера перебуває на кутовій відстані від Сонця близько 25° . Отже, від верхнього сполучення до стояння вона разом з Сонцем проходить понад дві третини небосхилу (кут $\approx 265^\circ$).

Нижнє сполучення Венери з Сонцем настає через 22-24 доби після стояння. У той час, як уже зазначено, планета рухається серед зір назустріч Сонцю і проходить поблизу його диска, «вище» або «нижче» відносно нього.

Іноді планета проходить через видимий диск Сонця. Для Венери це буває у червні й грудні, чергуючись через 8 років, 105,5 року,

8 років і 121,5 року. Останні такі явища були 6 грудня 1882 р. й 8 червня 2004 р., наступне відбудеться 6 червня 2012 р. У Меркурія це трапляється у травні та листопаді через 13 і 7 років, однак між травневим і черговим листопадовим проходженнями може минути 3,5 року. Останні були 10 листопада 1973 р., 13 листопада 1986, 6 листопада 1993 і 15 листопада 1999 р.

Після нижнього сполучення Венера й Сонце ще протягом 17–20 діб пересуваються на небосхилі у протилежних напрямках: Сонце – на схід, Венера – на захід. Відтак знову настає момент стояння планети, після чого вона починає рухатися на схід. Проте доки швидкість цього руху менша від 1° за добу, Сонце продовжує віддалятися від планети. Приблизно через 52 дні після стояння кутова швидкість руху Венери серед зір дорівнює швидкості Сонця. У той момент Венера перебуває на найбільшій відстані від Сонця справа (її видно на світанку). Через 584 доби картина руху цієї планети в цілому повторюється, але вже на тлі інших сузір'їв.

Цікаво, що п'ять синодичних періодів обертання Венери навколо Сонця (5 S) становлять 2919,6 доби. А це (з точністю до двох днів) дорівнює 8 рокам, бо $365,25 \times 8 = 2922$ доби. Тому через кожні вісім років Венера описує петлі практично серед тих самих зір (рис. 20).

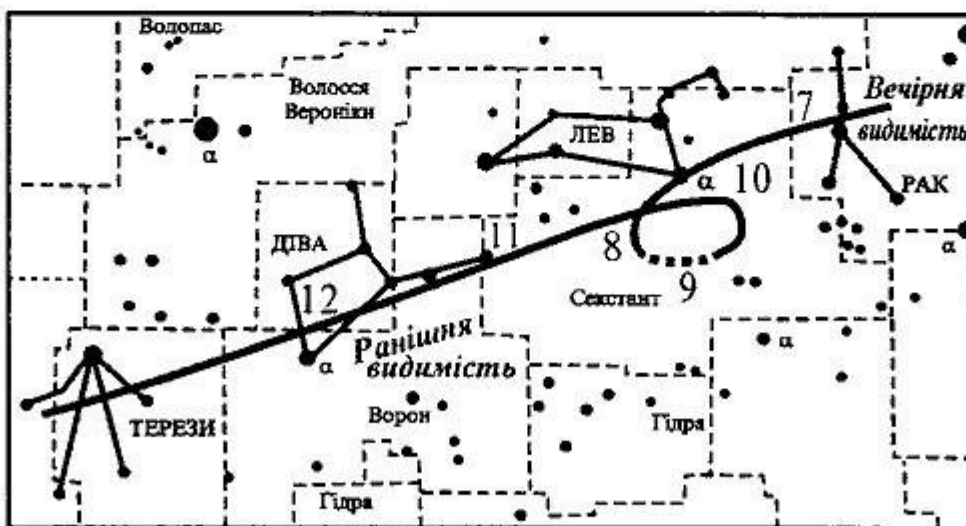


Рис. 20. Видимий шлях Венери серед зір у червні–листопаді 1975 р., далі 1983, 1991 і 1999 рр. (з поступовим зміщенням петлі в бік заходу)

Суворо залежність тут така: $5 S = 8 \text{ років} - 2,3 \text{ доби} = 8 \text{ обертів} - 2^\circ 15'$. Знак «мінус» означає, що, скажімо, нижнє сполучення Венери з Сонцем (середина штрихової лінії) через вісім років настає на 2,3 доби раніше, ніж попереднього разу, і на $2^\circ 15'$ у бік заходу. Отже, порівняно з 1975 роком, через три цикли, 1999 р. петля в русі планети змістилась у бік заходу приблизно на 7° .

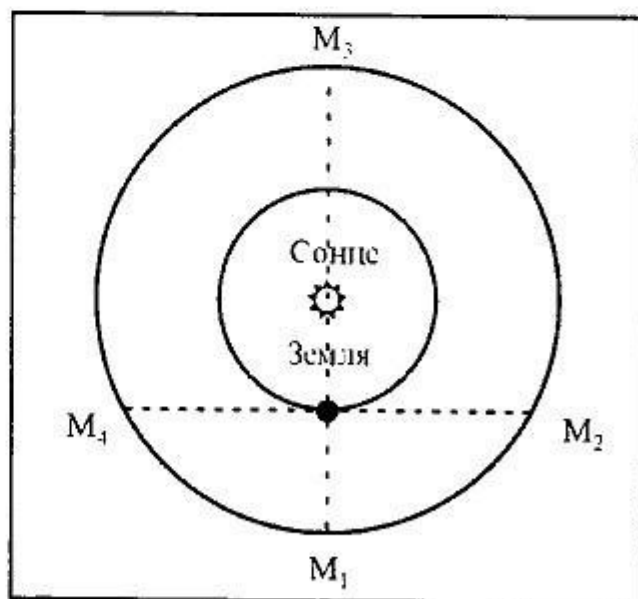
**Конфігурації
і видимий рух
верхньої
планети**

Рух верхніх планет – Марса, Юпітера, Сатурна та ін. – також має свої особливості. Кутова швидкість кожної з цих планет завжди менша від 1° за добу. Тому під час їхнього руху на небосхилі Сонце наздоганяє кожну з них, переганяє її й, описавши повне коло на екліптиці, знову наздоганяє і т. д.

Під час руху кожної верхньої планети ритмічно настає момент, коли напрями на неї й на Сонце збігаються. Це *сполучення* планети з Сонцем (положення M_3 на рис. 21). Зовнішня щодо Землі (її орбіти) планета може перебувати на небосхилі й у точці, протилежній до Сонця (M_1). Тоді настає *протистояння* планети і Сонця. Положення планети на 90° на схід від Сонця (M_4) називається *східною квадратурою*, а на 90° на захід від Сонця (M_2) – *західною квадратурою*.

Поблизу протистояння верхня планета, пройшовши деяку відстань у напрямі на схід, зупиняється, а відтак рухається у зворотному напрямі – на захід. Посередині цього *назаднього руху* й настає протистояння планети з Сонцем. Згодом, після ще одного стояння, планета знову рухається на схід.

Усе це пов'язане з тим, що ми спостерігаємо рух планети з Землі, яка також обертається навколо Сонця (рис. 22).



**Рис. 21. Конфігурації
верхньої планети**

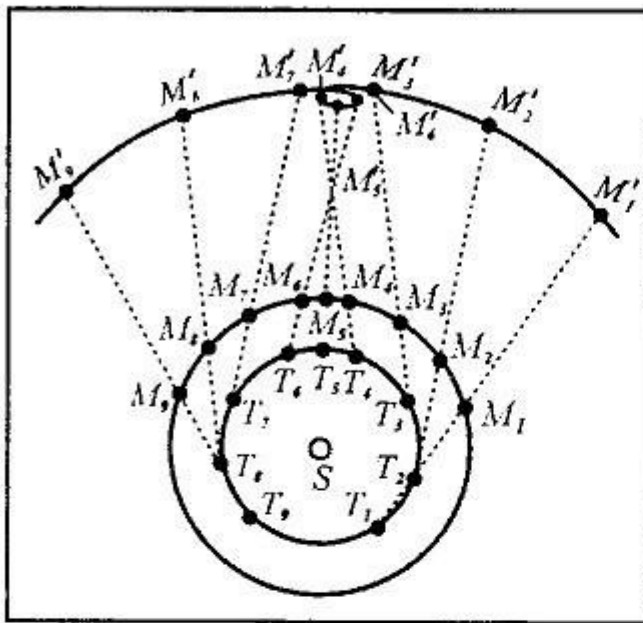


Рис. 22. Петлеподібний рух планети – наслідок зміщення як планети, так і Землі разом зі спостерігачем під час їхнього руху навколо Сонця

Зокрема, планета Марс через 13 місяців після сполучення з Сонцем, відставши від нього у своєму русі на схід і пройшовши шлях близько 260° уздовж екліптики (насправді трохи вище або нижче від неї), потрапляє до першої точки стояння. Упродовж наступних 45 днів Марс рухається у зворотному напрямі, проходить шлях близько 19° (посередині цієї дуги планета саме й перебуває у протистоянні з Сонцем), відтак, зупинившись, знову розпочинає прямий рух – із заходу на схід. Ще через 10 місяців Сонце

наздоганяє планету, і тоді настає чергове сполучення Марса з Сонцем. Воно й відбулося, зокрема, 10 серпня 2002 р.

Дані для всіх планет

У Меркурія дуга назаднього руху становить близько 13° (тривалість назаднього руху – 22 доби), у Венери – приблизно 16° (40 діб), у Марса – близько 15° (79 діб), у Юпітера – понад 10° (120 діб), у Сатурна – приблизно 7° (136 діб). Меркурій займає те саме положення відносно Сонця в середньому через 116 земних діб (насправді його синодичний період S коливається в межах від 104 до 132 діб), Венера – через 584 ($S = 584^d \pm 7^d$), Марс – 780 ($S = 765\text{--}811$ діб), Юпітер – 399 ($S = 399^d \pm 4^d$), Сатурн – 378 ($S = 378^d \pm 2^d$). Меркурій відхиляється від екліптики (у той чи інший бік) на 7° , Венера – на $3^\circ 24'$, Марс – на $1^\circ 51'$, Юпітер – на $1^\circ 18'$, Сатурн – на $2^\circ 29'$.

Конкретно про Юпітер

Добрим об'єктом для тривалих спостережень є Юпітер. Із кожних 13 місяців він рухається на схід упродовж дев'ятох, проходячи дугу 40° . Інші чотири місяці планета пересувається на захід, зміщуючись загалом на 10° (рис. 23). До тої ж зорі вона

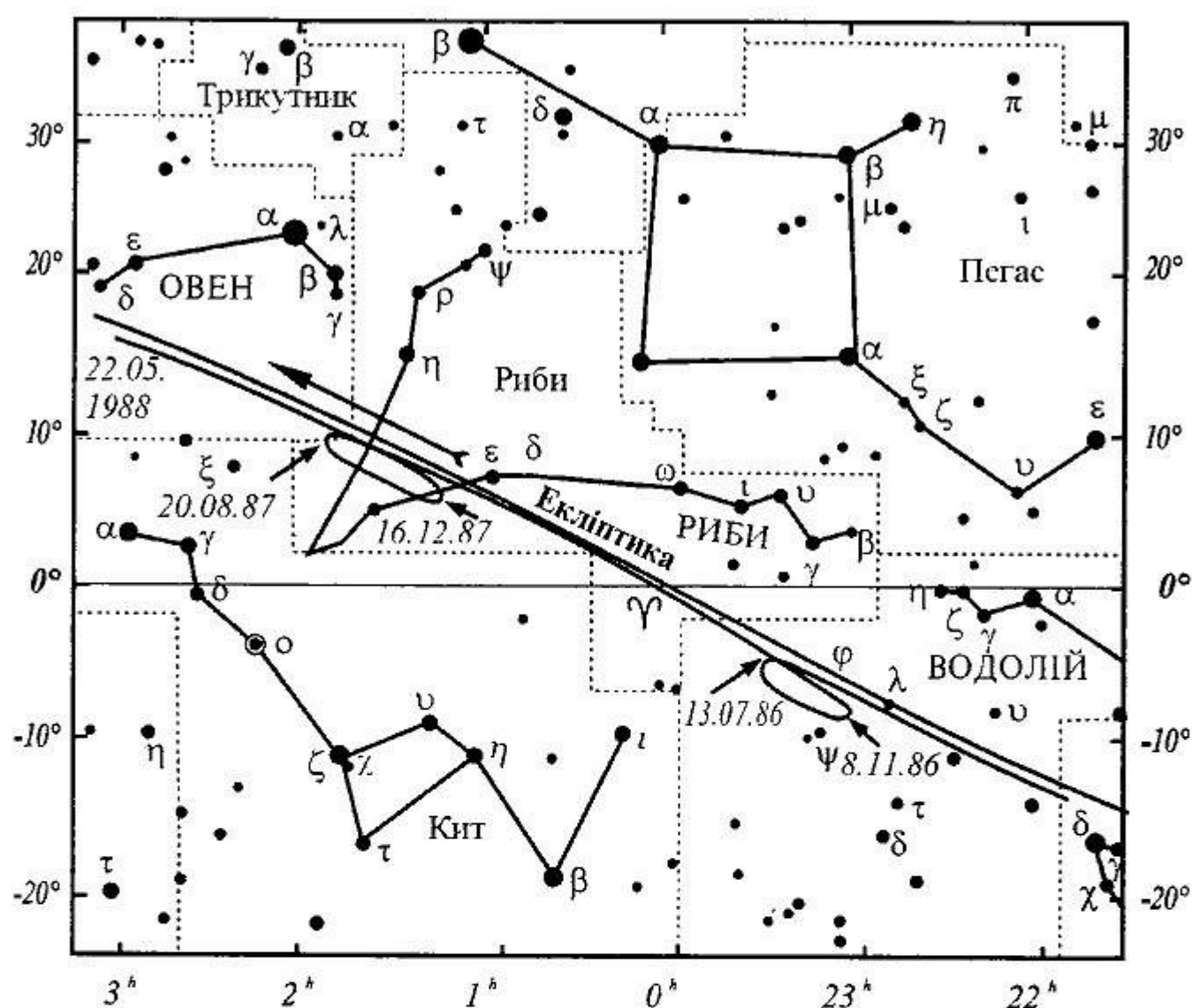


Рис. 23. Дві петлі, що їх описав Юпітер серед зір 1986–1987 рр.

повертається через 11,86 року. Завдяки яскравості й порівняно повільному рухові на тлі зір Юпітеру віддавали перевагу багато народів Сходу, зокрема китайці. Вони назвали його «царською планетою» й, орієнтуючись на цей рух Юпітера, ввели 12-річний цикл свого календаря. Завдяки однакової тривалості циклу сонячної активності (зокрема зміні кількості плям на поверхні Сонця) і сидеричного періоду обертання Юпітера явища, пов'язані з Сонцем (про які давні люди не знали), часто приписували цій планеті. А це певним чином зміцнювало астрологічні уявлення.

4. Передбачення положень планет на небі

Інформація про те, де, в якому сузір'ї перебуває та чи інша планета сьогодні та коли її можна бачити – увечері чи вранці, є в

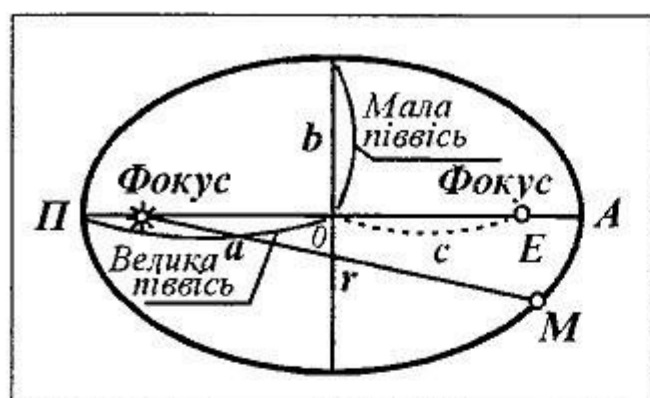


Рис. 24. Еліпс як орбіта планети: П – перигелій, А – афелій – відповідно найближча і найдальша від Сонця точки орбіти, r – радіус-вектор планети М

щорічних «Астрономічних календарях». Часто, однак, цього календаря «під руками» немає. Тож опишемо простий метод, як, провівши нескладні обчислення, можна цю проблему вирішити самому. Почнемо зі з'ясування суті задачі.

1. Кожна з планет рухається по еліпсу, в одному з фокусів якого перебуває Сонце (рис. 24). Однак для того, щоб наближено встановити положення Венери, Юпітера і Сатурна, орбітою

кожної з цих планет можна вважати коло. Витягнутість орбіти musimо враховувати лише для Марса. І тут маємо запам'ятати таку особливість: рух Марса також можна вважати рівномірним, якщо розглядати його з другого фокуса еліпса (з точки Е, див. рис. 25).

2. Наближено можна вважати, що кожна планета рухається на тлі зір практично уздовж екліптики, тобто тим самим шляхом, що й Сонце. Отже, положення кожної планети на екліптиці – *екліптична довгота* λ – визначається її кутовою відстанню від точки весняного рівнодення Υ , відліченою в напрямі руху планети, тобто в бік сходу.

3. Знаючи сидеричний період обертання планети T , легко визначити *середню кутову швидкість* її руху навколо Сонця:

$$\omega = \frac{360^\circ}{T}$$

Для Венери, Марса, Юпітера й Сатурна маємо відповідно $\omega_{\text{в}} = 1,6^\circ/\text{добу}$ ($\approx 224^\circ/\text{рік}$), $\omega_{\text{м}} = 0,52^\circ/\text{добу}$ ($\approx 194^\circ/\text{рік}$), $\omega_{\text{ю}} = 30^\circ/\text{рік}$, $\omega_{\text{с}} = 12,2^\circ/\text{рік}$.

Нехай далі l_0 – *геліоцентрична довгота* планети в якийсь заданий момент часу $t = 0$, взята з «Астрономічного календаря». За певний проміжок часу t планета зміститься (відносно Сонця) на додатковий кут ωt і її геліоцентрична довгота матиме значення $l = l_0 + \omega t$.

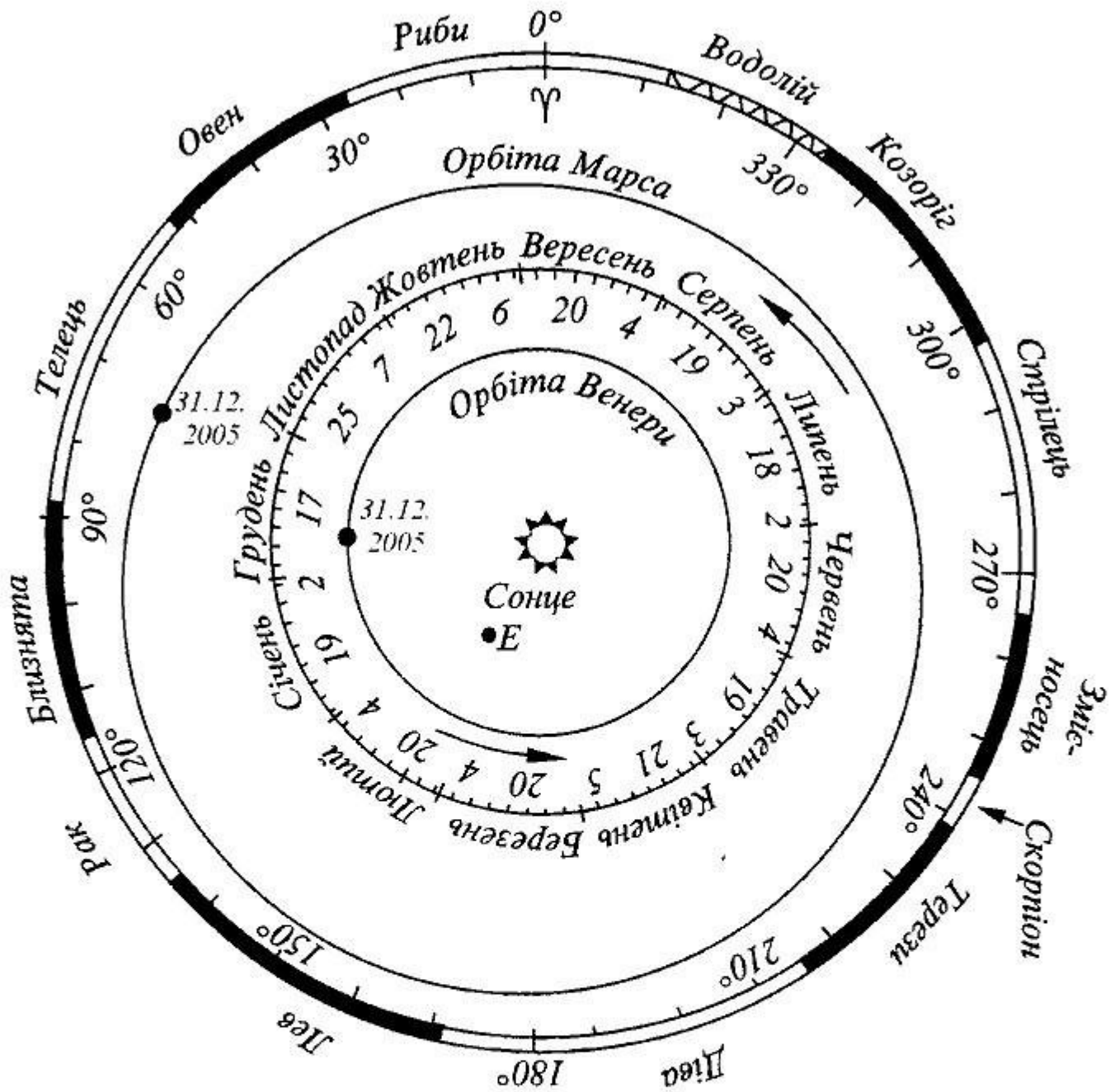


Рис 25. Орбіти Венери, Землі й Марса (вказано положення Венери і Марса на орбіті на 31 грудня 2005 р. Для більшої точності добове переміщення Марса слід вважати рівномірним відносно точки E)

4. Для з'ясування особливостей методу доцільно передусім розглянути рух найближчих до нас планет – Венери й Марса (умови для спостереження Меркурія в наших широтах рідко коли бувають сприятливі). Для графічного визначення їхніх ефемерид позначаємо на рисунку орбіти Венери, Землі й Марса зі збереженням співвідношення їхніх відстаней до Сонця (відповідно 0,72, 1,0

і 1,52), а також орієнтації еліптичної орбіти Марса відносно точки весняного рівнодення Υ (рис. 25). На орбіті Землі проставляємо календарні дати року, що відповідають положенням нашої планети в кожен заданий момент часу. Четверте, зовнішнє, коло довготи використовуємо спочатку для відліку геліоцентричної довготи l , яку, як уже згадано, вимірюємо від напрямку на точку весняного рівнодення Υ з заходу на схід (у північній півкулі – проти годинникової стрілки). Саме ці кутові відстані l планети від точки Υ у системі координат, пов'язаній з центром Сонця, і обчислюємо насамперед за наведеною вище формулою. Точність обчислень тут незначна, бо вимірювання кутів транспортиром дає похибку близько 1° , а це два діаметри диска Місяця.

Обчислену геліоцентричну довготу l планети наносимо на коло довготи точкою, яку з'єднуємо прямою з центром Сонця. Очевидно, планета є в точці перетину цієї прямої з орбітою планети. Щоб визначити, серед яких зір буде видно планету з Землі, з центра Сонця до перетину з колом довготи проводимо пряму, паралельну до напрямку «Земля–планета», й на колі довготи відлічуємо тепер уже геоцентричну довготу λ планети. Можна сказати, що цією останньою дією уявно зміщуємо коло довгот, суміщаючи його центр із центром Землі. І, нарешті, за допомогою карти зоряного неба, на якій уздовж екліптики проставлені довготи (рис. 26), знаходимо положення планети серед зір.

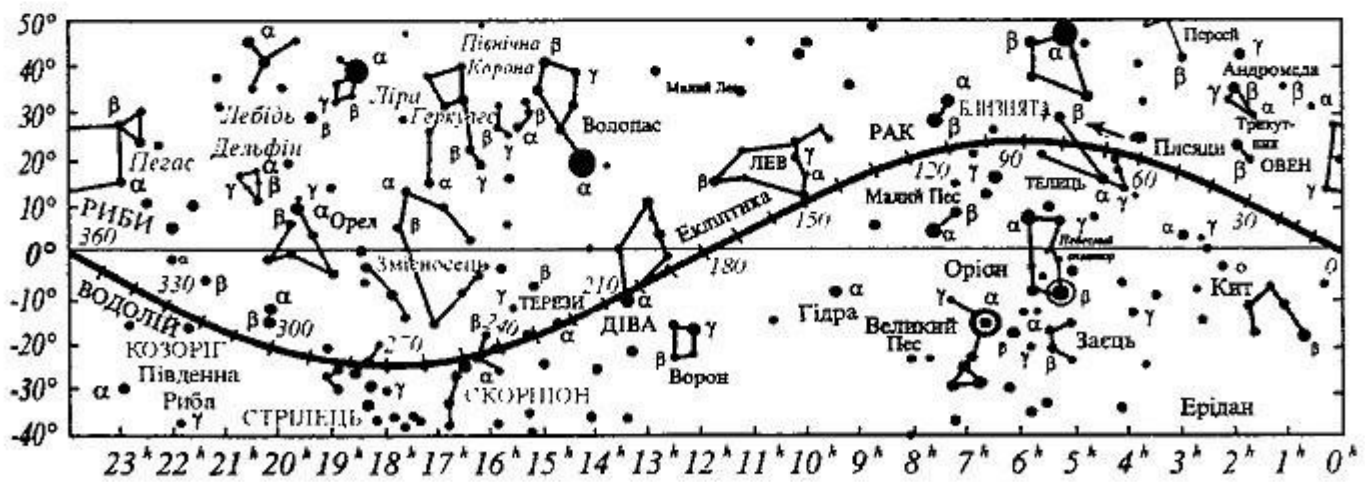


Рис 26. Карта зоряного неба з проставленими
вздовж екліптики довготами

Наближено це положення планети в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї можна визначити, знаючи протяжність кожного з них уздовж екліптичної довготи (числа наведені в градусах):

Овен	26–52,	Скорпіон	239–246,
Телець	52–88,	Змієносець	246–265
Близнята	88–115,	Стрілець	265–298,
Рак	115–135,	Козоріг	298–326,
Лев	135–172,	Водолій	326–347,
Діва	172–216,	Риби	347–26.
Терези	216–239,		

Ці проміжки дуг (рис. 25 і 27) виділені на колі довготи. Нагадуємо, що сузір'я Змієносця не є зодіакальним.

Для полегшення лічби днів між двома датами зручно використовувати табличку порядкових чисел днів у році на кінець кожного місяця:

31.01.	-	31:	31.05.	-	151:	30.09.	-	273;
28.02.	-	59;	30.06.	-	181:	30.10.	-	304;
31.03.	-	90;	31.07.	-	212:	30.11.	-	334;
30.04.	-	120;	31.08.	-	243:	31.12.	-	365.

У високосному році 29 лютого – це 60-й день, і до всіх наступних чисел таблиці слід додавати одиницю.

Наприклад, кількість днів, що проминули від 10 лютого до 19 жовтня 2006 р. (уточнюємо, чи рік не був високосним!), знаходимо таким чином. 30 вересня є 273-м днем року, отже, 19 жовтня – це $273 + 19 = 292$ -й день. У свою чергу, 10 лютого – 41-й день року. Шукана їхня різниця дорівнює $292 - 41 = 251$ день.

5. На підставі точних спостережень астрономи встановили, що в наш час орбіта Марса витягнута в напрямі на сузір'я Лева, точніше – на точку N , для якої геліоцентрична довгота $l_N \approx 156^\circ$. За кожні 226 років це число зростає на 1° . Як згадано, поставивши в центрі аркуша паперу точку O , накреслимо три концен-

тричні кола – орбіту Землі (скажімо, радіусом $a_3 = 3$ см), орбіту Венери (радіусом $a_B = 0,72 a_3 = 2,2$ см) і коло для відліку геліоцентричних та екліптичних довгот (відповідно радіусом 5,5–6 см). Тим самим приймаємо, що якраз у точці O і розташоване Сонце. Однак для Марса ця точка є одним із фокусів його орбіти. Тож проводимо через точку O пряму в напрямі на точку N , якою і задаємо орієнтацію орбіти Марса в просторі. Витягнутість еліпса описують ексцентриситетом e , так що відстань центра орбіти від фокуса $c = ea$. Для Марса $e \approx 0,1$. Тому від точки O в напрямі на точку N відкладаємо відрізок $c = 0,1 a_M$. Оскільки прийнято $a_3 = 3$ см, $a_M = 1,52 a_3$, то $c = 0,1 \times 1,52 a_3 = 0,15 a_3 = 0,45$ см. Знайдена точка M і буде центром орбіти Марса, яку й накреслюємо розхилом циркуля $a_M = 1,52 a_3 = 4,6$ см. Ще ближче до N , на відстані $2c$ від точки O встановлюємо точку E – другий фокус орбіти Марса. Як уже згадано, відносно неї рух планети здійснюється зі сталою кутовою швидкістю. Ця точка й слугує центром для відлічування геліоцентричної довготи Марса, її зміни з часом.

Читач не мусить вникати у ці тонкощі побудови орбіт. Можна на ксероксі скопіювати рис. 25, збільшивши розмір рисунка в 1,5–2 рази, й визначати положення планет. Для конкретних обчислень ми взяли положення планет на 31 грудня 2005 р.: $l_0^B = 91^\circ$, $l_0^M = 74,1^\circ$, $l_0^J = 215^\circ$ і $l_0^C = 127^\circ$. На кожен наступний рік читач може знайти уточнені дані про довготи планет в «Астрономічному календарі».

Ефемериди Венери й Марса

Обчислені заздалегідь положення небесних світил називають *ефемеридами* (в перекладі з гр. – щоденник). Проілюструємо простий метод таких обчислень для Венери й Марса, знаючи кутові швидкості їхнього орбітального

руху навколо Сонця і задавши положення цих планет на кінець 2005 р. Конкретно, знайдемо відповідь на питання, де буде Венера, а де Марс 01.09.2007 р., тобто через $365 + 244 = 609$ діб.

а) Венера здійснює оберт навколо Сонця за 225 діб. Отже, за 609 діб вона двічі обігне Сонце й «додатково» рухатиметься на-

вколо нього $609 - 2 \times 225 = 159$ діб. Оскільки ж кутова швидкість руху планети $1,6^\circ/\text{добу}$, то за вказаний час вона зміститься на орбіті на кут $159 \times 1,6 = 254^\circ$. Тож її геліоцентрична довгота на 01.09.2007 р. становитиме $91^\circ + 254^\circ = 345^\circ$.

Провівши з центра Сонця (з точки O) пряму, паралельну напрямкові Земля–Венера, знаходимо екліптичну довготу планети $\lambda \approx 140^\circ$, тобто (в годинній мірі) $9^{\text{h}}20^{\text{m}}$. Так з'ясовуємо, що планета перебуває в сузір'ї Лева. З рис. 25 видно, що Венера в цей час перебуває справа від Сонця на відносно невеликій кутовій відстані від нього ($\sim 17^\circ$) і сходить раніше від нього;

б) Марс за 609 діб змістився на $609 \times 0,52 = 319^\circ$. Відлічуємо цей кут, встановивши центр транспортира в точці E , від напрямку на положення планети 31.12.2005 р. Так одержуємо геліоцентричну довготу Марса на 1.09.2007 р.: $l \approx 33^\circ$. Проводимо пряму Земля–Марс і паралельну їй пряму Сонце–коло довготи. Знаходимо, що екліптична (тепер уже для спостерігача на Землі) довгота Марса $\lambda \approx 78^\circ$. У той час Марс перебуває у сузір'ї Тельця. Придивившись до рисунка, робимо висновок, що планета займає місце справа від Сонця. Отже, можна буде спостерігати вранці, перед сходом Сонця.

**Ефемериди
Юпітера
й Сатурна**

Кутові швидкості руху навколо Сонця в Юпітера й Сатурна істотно менші, ніж у Венери чи Марса: $\omega_{\text{Ю}} = 30,4^\circ/\text{рік}$, $\omega_{\text{С}} = 12,2^\circ/\text{рік}$. Тож їхнє положення на орбітах можна зобразити графічно на багато років наперед (рис. 27). А тому, зіставляючи вказані на орбіті рік і (наближено) місяць із проставленими на колі довготи межами зодіакальних сузір'їв, можна відразу ж орієнтовно визначити положення на небі кожної з планет. Якщо ж придивитися до рисунка пильніше, враховуючи ще й положення Землі на орбіті на момент спостереження, можемо навіть уточнити, якої пори ночі планета перебуває над горизонтом.

Уявно розташовуємося «на Землі» на час спостереження, тобто на конкретне число певного місяця. І якщо планета зліва від Сонця, то її видно звечора. Коли планета, Земля і Сонце (саме в

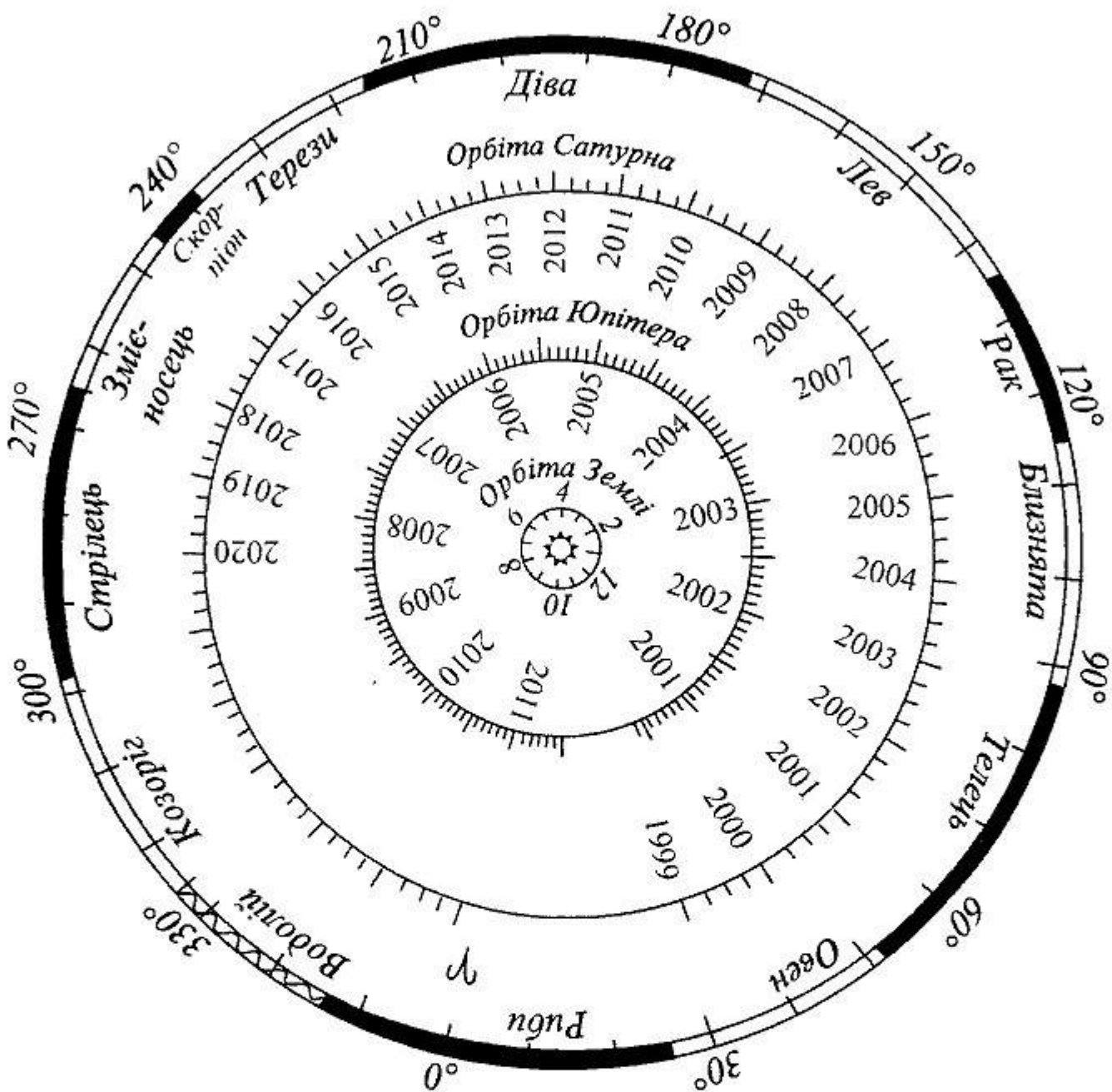


Рис 27. Орбіти Землі, Юпітера й Сатурна (числа 2001 і т. д. вказують положення планети на початок року); зовні – коло, уздовж якого відлічують довготу планети

такій послідовності) перебувають на прямій, планету видно упродовж усієї ночі. Якщо планету видно справа від Сонця, її видно вранці. Коли ж Земля, Сонце і планета на прямій, настало сполучення планети з Сонцем і в той час її не видно.

Точніше положення планети на тлі зір встановлюємо вже згаданим способом: з'єднуємо відповідне положення Землі й планети на орбітах і проводимо паралельну цьому напрямкові пряму від Сонця до кола довготи. На ньому й відчитуємо екліптичну довготу планети.

5. Як за Сонцем і Місяцем визначають дату Пасхи

У ніч на 1 січня 2001 р. наша планета увійшла в нове, ХХІ століття, у нове, третє тисячоліття нашої (християнської) ери. У зв'язку з цим зацікавлення календарними проблемами істотно зросло. Отже, чому в нас, в Україні, і Новий рік не як у всіх, та й інші свята відзначаємо з запізненням?

Передусім доречно зазначити: маємо змогу відлічувати окремі проміжки часу завдяки тому, що в природі є декілька явищ, які ритмічно повторюються. Це – зміна дня й ночі, якій відповідає одиниця виміру часу – *доба*. Відтак – зміна зовнішнього вигляду (фаз) Місяця упродовж кожних 29,53 доби. Цей проміжок часу S зветься *синодичним місяцем*. Нарешті, за проміжок часу $T_{\gamma} = 365,2422$ доби – *тропічний рік* – відбувається зміна пір року.

Типи календарів

Певна система обліку тривалих проміжків часу з поділом їх на окремі менші періоди (роки, місяці, тижні, доби) називається *календарем*. Саме слово «календар» походить від латинського *calleo* – проголошую: в давнину початок місяця (й року) в багатьох народів (тут, конкретно, римлян) проголошували, орієнтуючись на появу вузького серпа Місяця на вечірньому небі.

Оскільки тривалості доби, синодичного місяця й тропічного року несумірні (зокрема $T_{\gamma} = 12,3744S$), то й проблему побудови календаря різні народи вирішували по-різному, розробляючи відповідно місячні, місячно-сонячні й сонячні календарі. У *місячному календарі* (ним користуються в більшості мусульманських країн) облік часу ведуть проміжками, близькими до тривалості синодичного місяця. Тут рік складається з 12 календарних місяців, причому непарні мають по 30, а парні – по 29 діб, що в сумі становить 354 доби на рік. А оскільки $12S = 354,3671$ доби, то вставляють одну добу – тричі за кожні 8 років або 11 діб за 30 років. Початок року за цим календарем (1 Мухаррама) кожного наступного року зміщується на 11–10 діб назад за датами нашого календаря (від грудня до листопада і т. д.).

У *місячно-сонячному календарі* час вимірювали такими ж місяцями, але тривалість календарного року намагалися узгодити зі

змiнами пiр року. Пiсля рiзних «випробувань» за основу мiсячно-сонячного календаря прийняли 19-рiчний *метонiв цикл*, у якому виконуються такі співвiдношення:

$$19 \times 365,24220 = 6939,602 \text{ i } 235 \times 29,53059 = 6939,689 \text{ доби.}$$

Тобто: *19 тропiчних рокiв = 235 синодичних мiсяцiв*. Заокругливши все це до цiлих дiб, приймали, що в циклi з 6940 дiб налiчується 110 неповних (по 29 дiб) i 125 повних (по 30 дiб) мiсяцiв. Це означає також, що в сiмох iз кожних 19 рокiв мiсячно-сонячного календаря налiчували не 12, а 13 мiсяцiв. А щоб початок календарного мiсяця спiвпадав iз появою серпа Мiсяця на вечiрньому небi – з *неоменiєю* (в перекладi з гр. – новий Мiсяць), *емболiсмічний* календарний мiсяць вставляли додатково через два або три роки.

У наш час мiсячно-сонячним календарем користуються в єдинiй країнi свiту – Iзраїлi. Початок року цього календаря, 1 Тiшрi (свято Рош а-Шана), коливається мiж 5 вересня i 5 жовтня. Його ж використовує християнська Церква для обчислення дати Пасхи.

У *сонячному календарi* за основу облiку днiв беруть змiну пiр року, а на змiну фаз Мiсяця не зважають. Сонячним був римський календар, що його з 1 сiчня 45 р. до н. е. запровадив видатний полководець i верховний жрець Юлiй Цезар. Було вдало пiдiбрано тривалiсть календарного року – 365,25 доби. Це дозволяло в трьох з кожних чотирьох рокiв налiчувати по 365 дiб, у четвертому ж, *високосному*, – 366.

Про дату Пасхи

Беручи до уваги обставини першої Пасхи – Воскресіння Христового (день тижня – недiля, що випала безпосередньо пiсля весняної повнi, тобто пiсля єврейської Пасхи), Нiкейський собор 325 р. вiршив, що християнську Пасху належить святкувати першої недiлi пiсля весняної повнi Мiсяця, тобто повнi, яка випала в день весняного рiвнодення або вперше пiсля нього (рис. 28). Для лiчби днiв у році та ототожнення їх iз днями тижня Церква прийняла юліанський календар. Для визначення ж дати весняної повнi на декiлька рокiв наперед з кiнця III ст. почали використовувати 19-рiчний метонiв цикл.

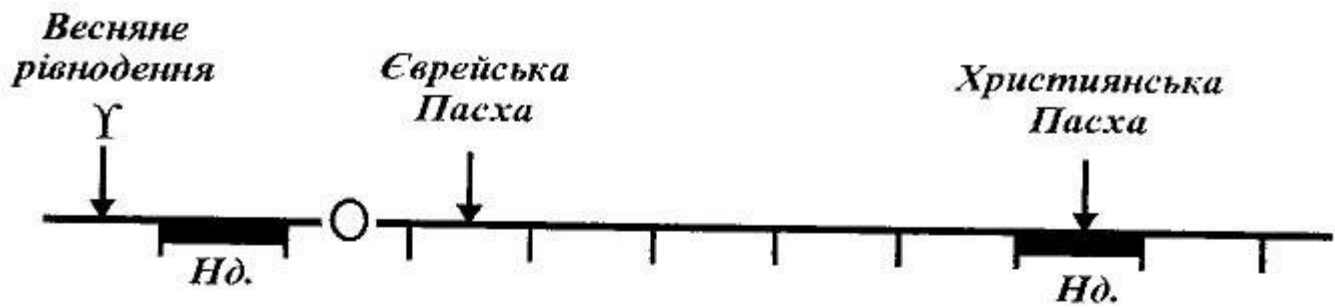


Рис. 28. Астрономічна ситуація, за якою визначали дату християнської Пасхи, почавши з IV ст.

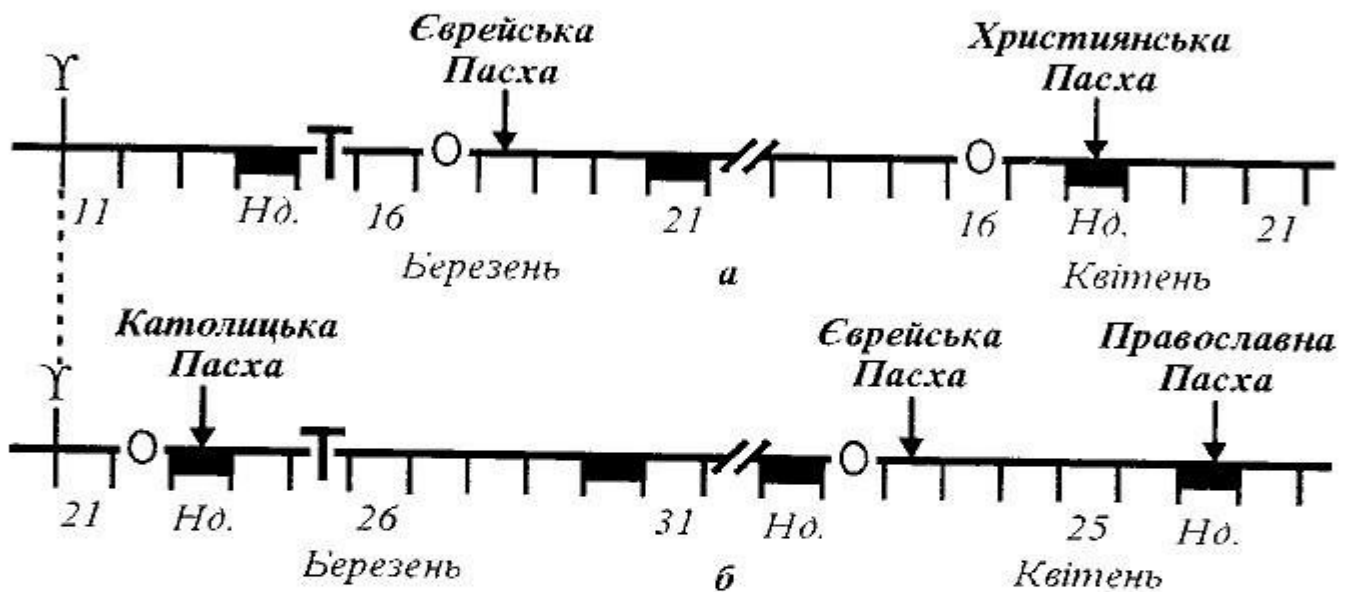


Рис. 29. Обчислення дати Пасхи за місячно-сонячним календарем у проекції на юліанський (а) і григоріанський (б) календарі наприкінці XVI ст.

Т – момент весняної текуфи (рівнодення) єврейського календаря

Наприкінці III ст. весняне рівнодення припадало на 21 березня. Очевидно, Отці Церкви, які брали участь у роботі Нікейського собору, вважали, що так воно буде й у майбутньому. Але тривалість року за юліанським календарем на 0,0078 доби більша від тропічного року. За кожні 128 років набігала похибка в цілу добу, і момент весняного рівнодення зміщувався за цей час на одну добу назад – від березня до лютого. Безпосередньо перед реформою 1582 р. весняне рівнодення припадало вже на 11 березня.

Отже, якщо повня у XVI ст. наставала між 11 і 21 березня, то за правилами обчислень дати Пасхи цю повню весняною не вважа-

ли і Пасху святкували в неділю після наступної повні (рис. 29 а). Відповідно на 4–5 тижнів зміщувався вперед (у бік літа) і початок Великого посту.

Реформа календаря

У 1582 р. Папа Григорій XIII спеціальною буллою наказав вилучити з лічби днів 10 діб: після 4 жовтня 1582 р. настало не 5, а 15 жовтня. Таким чином весняне рівнодення було повернено на 21 березня. А щоб ця помилка в майбутньому знову не нагромаджувалася, було прийнято з кожних 400 років викидати три доби: вважати простими ті століття, число сотень яких не ділиться без остачі на 4. Тому 1700-й, 1800-й і 1900-й роки у юліанському календарі були високосними, у григоріанському – простими. Відповідно й різниця між датами в цих календарях від 1582 до 1699 р. становила 10 діб, від 1700 до 1799 р. – 11, від 1800 до 1899 р. – 12, від 1900 до 2099 р. – 13 діб (точніше, різниця зростає на одну добу від 29 лютого ст. ст. столітнього року).

Причина незгоди

З'ясуємо тепер, чому Східна Церква (зокрема РПЦ) не приймає григоріанського календаря. Відповідь на це питання впливає з аналізу деяких особливостей єврейського календаря. Адже середня тривалість календарного року дорівнює 365,24682 доби (її знаходять, поділивши 235 S на 19). А тому весняне рівнодення цього календаря – *весняна текуфа Т* – зміщується за датами григоріанського календаря вперед на одну добу за кожні 216 років (це в 1,7 раза повільніше, ніж за тими ж датами зміщується 21 березня юліанського календаря як умовна дата весняного рівнодення православної пасхалії). В середині першого тисячоліття вона співпадала з 21 березня н. ст. У наш час весняна текуфа припадає на 26 березня. Та оскільки за кожні 19 років повня тричі настає між 21 і 26 березня н. ст., то для католиків вона є весняною, а для євреїв – ні (рис. 29б). І католицька Пасха тоді буває в березні, єврейська ж – у квітні (Православна – «автоматично» завжди після єврейської).

Конкретно католицька Пасха випадала перед єврейською 1583–1600 рр. 2 рази, 1601–1700 рр. – 10 разів, і співпала – 1 раз,

1701–1800 рр. – 17 разів, 1801–1900 рр. – 15 разів, і співпала – 2 рази, 1901–2000 рр. – 16 разів, і співпала – 5 разів, 2001–2100 рр. вона випадатиме 16 разів.

У наш час до 12 разів за кожні 19 років православна Пасха святкується не першої, а в другій неділі після астрономічної повні, бо при обчисленнях дати Пасхи беруть до уваги не *реальне* астрономічне явище, а *готові таблиці* повней у 19-річному циклі, складені 1500 років тому. Але ж 19-річний метонів цикл неточний, через що в юліанському календарі реальні фази Місяця за кожні 310 років зсуваються на одну добу назад (від 10 числа місяця до 9 і т. д.). Нині ж ця різниця сягає вже 4–5 діб. І обчислювач, скажімо, вважає, що повня випала на вівторок і Пасха буде першої неділі після неї. Насправді повня настала на 4 дні раніше – у п'ятницю попереднього тижня. Тож Пасха буде аж через 9 днів після реальної астрономічної повні, коли вранці на небі видно вузький серп Місяця. Лише коли ота «книжна» повня випадає на п'ятницю-суботу, а фактична раніше – на понеділок-вівторок, то Пасха святкується першої неділі й разом із католиками, якщо це стається між 4 і 25 квітня включно.

П'ять разів за кожні 19 років православна Пасха святкується після другої весняної повні, але й тоді часто двічі (й тричі) – другої неділі після неї.

У 1583–1600 рр. православна Пасха співпала з католицькою 7 разів, 1601–1700 рр. – 46, у 1701–1800 рр. – 40, у 1801–1900 рр. – 34, у 1901–2000 рр. – 26 разів, а 2001–2100 рр. співпадатиме 31 раз.

**Половинчастий
варіант**

Річ ясна, календарна ситуація, в якій опинився християнський світ після реформи 1582 р., була (і залишається) вкрай неприваблива. Адже одні й ті самі свята на Заході та Сході стали відзначати в різні дні. До того ж Православні Церкви неодноразово підтверджували своє неприйняття григоріанського календаря, оскільки в ньому Пасха в окремі роки була перед єврейською.

Та все ж Всеправославний конгрес, що його 1923 р. скликав Константинопольський Патріарх Мелетій IV, прийняв рішення

про перехід з 1 березня 1924 р. на новий стиль. Це рішення впровадив *лише для відзначення нерухомих свят* наступник Мелетія Патріарх Григорій VII. Тобто було суміщено дати юліанського календаря з датами григоріанського. Однак Пасху, як і раніше, мали святкувати в день, визначений за Александрійською пасхалією, прийнявши як дату весняного рівнодення 3 квітня і *пасхальні межі від 4 квітня до 8 травня включно*.

Поступово на цей варіант календаря перейшли інші Православні Церкви. У наш час старого юліанського календаря в повному обсязі дотримуються лише Єрусалимська, Російська, Сербська та Грузинська Церкви, православні та греко-католики в Україні. Щоправда, у декількох Церквах відбувся розкол на «старостильників» і «новостильників».

Причина неприйняття цього варіанта полягає в тому, що в понеділок, який настає за неділею Всіх Святих (першою неділею по Зелених святах), розпочинається піст – Петрівка, в якому налічується від шістьох тижнів (якщо Пасха 4 квітня) до восьми днів (Пасха 8 травня). За кожні 532 роки (упродовж «великого індікціону») Пасха 8 травня буває чотири рази, 7 і 6 травня – по вісім, 5 і 4 травня – по 12, 3 травня – 16 разів. За григоріанським календарем свято Петра й Павла відзначається 29 червня. Отже, час від часу настає ситуація: Пасха випадає на 3 травня, перша неділя по Зелених святах – на 29 червня, і такого року Петрівки (посту) не буває. Тим більше, якщо Пасху святкують 4, 5, 6, 7 та 8-го травня.

Неважко обчислити, що в середньому *Петрівки не буде один раз за кожні дев'ять років*. Тому то деякі православні богослови не хочуть з цим погодитися. Бо ж, як згадано вище, є вже сумний досвід: в окремих Церквах стався поділ на старо- і новостильників.

Тому й важко очікувати на календарну єдність у близькому майбутньому...

Закінчимо цю книгу словами Миколи Коперника: «Що може бути прекрасніше за небосхил, який вміщує все прекрасне!». Тож милуймося нашим зоряним небом (в Австралії, скажімо, воно цілком інакше, та й обертається у протилежний бік – не зліва направо, а справа наліво). Не забуваймо те, що Сонце й Місяць здавна служать мірилом нашого часу, й пам'ятаймо, що для багатьох народів Сходу таким мірилом був ще й Юпітер. Адже саме тому, що у те ж сузір'я він повертається на 12-й рік, ці народи виробили спосіб лічби років 12-річками (тому й знаємо про «рік Коня», «рік Мавпи» тощо).

Вдивляймося в ту бездонну зоряну глибочінь! Бо, знаходячи відповіді на запитання, як збудований Світ, як він розвивається в часі, маємо шанс наблизитися до з'ясування іншого, важливішого для нас питання: хто ми на цій Землі, в чому полягають наші завдання і покликання?..

ДОДАТКИ

Додаток 1

Грецький алфавіт

Αα	альфа	Ηη	ета	Νν	ню	Ττ	тау
Ββ	бета	Θθ	тета	Χξ	ксі	Υυ	іпсилон
Γγ	гамма	Ιι	йота	Ξο	омікрон	Φφ	фі
Δδ	дельта	Κκ	каппа	Ππ	пі	Χχ	хі
Εε	епсилон	Λλ	лямбда	Ρρ	ро	Ψψ	псі
Ζζ	дзета	Μμ	мю	Σσ	сігма	Ωω	омега

Додаток 2

20 найяскравіших зір

№	зоря, сузір'я	власна назва	m_v	$r, (пк)$	$L(L_{\odot})$
1	α Великого Пса	<i>Сиріус</i>	-1,46	2,67	23,0
2	α Волопаса	<i>Арктур</i>	-0,05	11,1	102,0
3	α Ліри	<i>Вега</i>	0,03	8,1	54,0
4	α Візничого	<i>Капелла</i>	0,08	13,7	150,0
5	β Оріона	<i>Рігель</i>	0,13	333,3	53700,0
6	α Малого Пса	<i>Проціон</i>	0,37	3,5	7,8
7	α Оріона	<i>Бетельгейзе</i>	0,42	200,0	21300,0
8	α Орла	<i>Альтаір</i>	0,76	5,1	10,2
9	α Тельця	<i>Альдебаран</i>	0,86	20,8	162,0
10	α Скорпіона	<i>Антарес</i>	0,91	52,6	6500,0
11	α Діви	<i>Спіка</i>	0,97	47,6	1950,0
12	β Близнят	<i>Поллукс</i>	1,14	13,9	34,0
13	α Лебедя	<i>Денеб</i>	1,25	250,0	70000,0
14	α Лева	<i>Регул</i>	1,35	25,6	148,0
15	α Близнят	<i>Кастор</i>	1,58	13,9	41,0
16	γ Оріона	<i>Беллатрікс</i>	1,63	38,5	1780,0
17	ε Оріона	<i>Анілам</i>	1,70	500,0	40700,0
18	α Великої Ведмедиці	<i>Дубхе</i>	1,79	32,3	162,0
19	γ Великої Ведмедиці	<i>Бенетнаш</i>	1,86	250,0	370,0
20	α Малої Ведмедиці	<i>Полярна</i>	2,02	333,3	5600,0

Додаток 3

А. Елементи орбіт планет Сонячної системи

Планета	a (а.о.)	млн. км	T , (роки)	V (км/с)	T_s	e	i
Меркурій	0,39	57,91	0,24	47,87	115,88	0,2056	7,00°
Венера	0,72	108,21	0,62	35,02	583,92	0,0068	3,39°
Земля	1,00	149,60	1,00	29,79	–	0,0167	–
Марс	1,52	227,94	1,88	24,13	779,94	0,0934	1,85°
Юпітер	5,20	778,34	11,86	13,06	398,88	0,0485	1,30°
Сатурн	9,54	1427,00	29,46	9,65	378,09	0,0556	2,89°
Уран	19,18	2869,60	84,01	6,80	369,66	0,0473	0,77°
Нептун	30,06	4496,70	164,79	5,43	367,48	0,0086	1,77°
Плутон	39,52	5912,00	247,70	4,70	366,72	0,253	17,14°

a – велика піввісь орбіти; T , і T_s – сидеричний і синодичний періоди обертання; V – середня швидкість руху по орбіті; e – ексцентриситет орбіти; i – нахил площини орбіти до екліптики

Б. Фізичні характеристики планет Сонячної системи

Планета	m	R (км)	R/R_\oplus	ρ	P	ϵ
Меркурій	0,055	2439	0,383	0,986	58 ^d 65	3,00
Венера	0,815	6052	0,950	0,950	243 ^d 16	177,40
Земля	1,000	6378	1,000	1,000	23 ^h 56 ^m	23,45
Марс	0,107	3393	0,532	0,714	24 ^h 37 ^m	25,20
Юпітер	317,890	71398	11,190	0,241	9 ^h 50 ^m	3,08
Сатурн	95,170	60000	9,410	0,128	10 ^h 14 ^m	28,13
Уран	14,600	26200	4,110	0,286	10 ^h 49 ^m	97,92
Нептун	17,200	24300	3,810	0,417	19 ^h	28,80
Плутон	0,0025	2500	0,390	0,880	6 ^h 38 ^m	

m – маса планети в одиницях маси Землі; R – радіус планети; R_\oplus – радіус планети в одиницях радіуса Землі; ρ – густина в одиницях густини Землі; P – сидеричний період обертання планети навколо своєї осі; ϵ – кут нахилу екватора до площини орбіти

Додаток 4

Орієнтовні дати нового Місяця у XX–XXI ст.

РОКИ			МІСЯЦІ										
XX ст.	XXI ст.		I III	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
82	1	20 39	25	23	23	23	21	21	19	18	17	16	15
83	2	21 40	14	12	12	12	10	10	8	7	6	5	4
84	3	22 41	3	2	2	1–31	29	29	27	26	25	24	23
85	4	23 42	22	20	20	20	18	18	16	15	14	13	12
86	5	24 43	11	9	9	9	7	7	5	4	3	2	1–31
87	6	25 44	30	28	28	28	26	26	24	23	22	21	20
88	7	26 45	19	17	17	17	15	15	13	12	11	10	9
89	8	27 46	8	6	6	6	4	4	2	1	1–30	29	28
90	9	28 47	27	25	25	25	23	23	21	20	19	18	17
91	10	29 48	16	14	14	14	12	12	10	9	8	7	6
92	11	30 49	5	4	4	3	2	1–31	28	27	26	25	24
93	12	31 50	23	21	21	21	19	19	17	16	15	14	13
94	13	32 51	12	10	10	10	8	9	6	5	4	3	2
95	14	33 52	1–31		29	29	27	27	25	24	23	22	21
96	15	34 53	20	18	18	18	16	16	14	13	12	11	10
97	16	35 54	9	7	7	7	5	5	3	2	2–31	30	29
98	17	36 55	28	26	26	26	24	23	22	21	20	19	18
99	18	37 56	17	15	16	15	13	13	11	10	9	8	7
00	19	38 57	6	4	5	4	3	2	1–31	29	28	27	26

Додаток 5

Формули Гаусса для обчислення дати Пасхи***а) Дата православної і греко-католицької Пасхи***

Позначивши через R число року н. е., визначаємо:

- 1) остачу a від ділення R на 19,
- 2) остачу b від ділення R на 4,
- 3) остачу c від ділення числа року R на 7,
- 4) остачу d від ділення $(19a + 15)$ на 30,
- 5) остачу e від ділення $(2b + 4c + 6d + 6)$ на 7. Пасха буде $[22 + (d + e)]$ березня за ст. ст.; якщо $d + e \geq 10$, то Пасху святкуватимуть $[(d + e) - 9]$ квітня за ст. ст.

При переході на новий стиль до знайденого числа місяця додаємо 13.

б) Дата римо-католицької Пасхи

Обчислення 1–3 такі ж. Далі знаходимо:

- 4) остачу d від ділення $(19a + X)$ на 30,
- 5) остачу e від ділення $(2b + 4c + 6d + Y)$ на 7.

Пасха буде $[22 + (d + e)]$ березня за н. ст. (!), або, якщо $(d + e) \geq 10$, то $[d + e) - 9]$ квітня за н. ст. Величини X і Y відповідно дорівнюють:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| від 1582 до 1699 р. 22 і 2, | від 1800 до 1899 р. 23 і 4, |
| від 1700 до 1799 р. 23 і 3, | від 1900 до 2099 р. 24 і 5. |

Тут є два винятки: 1) якщо $[(d + e) - 9] = 26$ квітня, то Пасху переносять на 19 квітня (у 1981 і 2076 рр.), 2) якщо $d = 28$ і $e = 6$, так що $[(d + e) - 9] = 25$, то Пасху переносять на 18 квітня (1954, 2049, 2106 рр.).

Примітка. Завдяки тому, що Дионисій вдало вибрав початок відліку років (у «нульовому році» $a = 0$), і можлива дія 4.

в) Дата єврейської Пасхи (15 Нісана)

Якщо R – позначення року григоріанського календаря, то $A = R + 3760$ – позначення року єврейської ери. Для обчислення дати 15 Нісана визначаємо:

1) остачу a від ділення $(12A + 17)$ на 19,

2) остачу b від ділення A на 4,

3) число $(32,0440933 + 1,5542418a + 0,25b - 0,00317779A) = M + m$, де M – його ціла частина, m – дробова,

4) остачу c від ділення $(M + 3A + 5b + 5)$ на 7.

Тоді:

1) якщо $c = 1$, $a > b$ і $m \geq 0,63287037$, то єврейська Пасха (15 Нісана) буде $(M + 2)$ березня за ст. ст.,

2) якщо $c = 2, 4$ або 6 , а також при $c = 0$, $a > 11$ і $m \geq 0,89772376$, Пасха буде $(M + 1)$ березня за ст. ст.,

3) у всіх інших випадках Пасха випадає на M -не березня за ст. ст.

Якщо остача $a < 12$, то рік єврейського календаря налічує 12 місяців, якщо ж $a > 11$, то рік є 13-місячним, тобто емболісмічним.

Від 15 Нісана до наступного Нового року (до 1 Тішрі) налічується 163 дні, тобто 23 тижні і 2 дні. Отже, обчислення дати єврейської Пасхи дає змогу визначити дату юліанського календаря, на яку припадає початок нового $(A+1)$ -го року єврейського календаря.

Наприклад, для 2004 р. $A = 5764$, $a = 6$, $b = 0$, $M = 23$, $m = 0,052763$, $c = 2$. Отже, 15 Нісана 2004 р. випаде на 24 березня за ст. ст. – на 6 квітня за н. ст. (вівторок). Відлічуючи вперед 23 тижні та 2 дні, обчислюємо, що 1 Тішрі 5765 р. – це четвер 16 вересня 2004 р.

Вічний табель-календар

Правила користування

Знайдіть у лівій частині таблиці рядок, який містить перші дві цифри потрібного року (за старим або новим стилем), а у верхній її частині – колонку з останніми двома цифрами року. Запам'ятайте літеру на перетині колонки і рядка. Ця *літера* «діє» протягом усього року. В таблиці праворуч відшукайте потрібний місяць, а в рядку, де є цей місяць, – знайдену раніше літеру. Розміщена під цією літерою колонка днів тижня відповідає числам узятого місяця. Дати місяця ліворуч.

Візьмімо до уваги: місяці січень та лютий простого року позначені відповідно Іп і Іп; високосного року – Ів та Ів.

Приклад

Визначимо, на який день 2000 р. припадало перше січня. Зліва у графі нового стилю знаходимо цифру 20, а зверху в таблиці – 00.

На місці перетину рядка та колонки стоїть літера **S** – («зіло» – літера слов'янського алфавіту). Шукаємо її у рядку, що відповідає січню (другий знизу). Дні тижня, що під нею, відповідають порядковим числам січня, які стоять зліва. Отже, 1 січня 2000 р. – субота.

Якщо ж ідеться про дату до н. е., то передусім переводимо дату історичну в астрономічну, тобто зменшуємо число року R на одиницю (145 р. до н. е. = = -144). Далі дві останні цифри переводимо в додатне число, додавши 100 (замість -44 маємо +56). Його й шукаємо у верхній частині таблиці. Наприклад, для 145 р. до н. е. на перетині горизонтальної лінії $x = -1$ і вертикальної $y = 56$ знаходимо літеру року **S** і переконуємося, зокрема, що 1 січня 145 р. до н. е. випало на суботу (високосними будуть ті роки, для яких $R - 1$ ділиться на 4 без остачі).

А це запам'ятаймо

Оскільки тиждень має сім днів, а в проміжку сімох років може бути один або два високосні роки, то звідси впливає, що принаймні з 1 березня ті ж дні тижня припадають на ті ж календарні дати через кожні 6, 11, 6 і 5 років (чи 5, 6, 11, 6 й ін. – див. колонки років зверху донизу). Тобто для встановлення дня тижня на задану дату певного року можна використати Табель-календар тих попередніх років, яким відповідає та ж *літера року*.

Так, для 2002 р. літера року (за н. ст.) А. Отже, можна використати календар 1901, 1907, 1912 (з 1 березня, бо цей рік високосний), 1918, ..., 1985, 1991 і 1996 (з 1 березня). Тож зберігаймо й використовуймо «старі» календарі, зокрема – настінні.

**Вічний табель-календар для визначення дня тижня
будь-якої календарної дати старого і нового стилю ***

						Дві другі цифри року						Місяці																																																																																							
						00	01	02	03	04	05		06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
Перші дві цифри року																																																																																																			
старий стиль			новий стиль																																																																																																
-1	5	12	19	16	20	S	З	А	В	Г	Д	Е							V																																																																																
-0	6	13	20	-	-	Е	S	З	А	В	Г	Д							Пв, VIII																																																																																
0	7	14	21	17	21	Д	Е	S	З	А	В	Г							Пл, III, XI																																																																																
1	8	15	22	-	-	Г	Д	Е	S	З	А	В							VI																																																																																
2	9	16		18	22	В	Г	Д	Е	S	З	А							IX, XII																																																																																
3	10	17		-	-	А	В	Г	Д	Е	S	З							Ів, IV, VII																																																																																
4	11	18		15	19	З	А	В	Г	Д	Е	S							Іп, X																																																																																
ДАТИ	1	8	15	22	29	Пн. Вт. Ср. Чт. Пт. Сб. Нд.												Дні тижня																																																																																	
	2	9	16	23	30	Вт. Ср. Чт. Пт. Сб. Нд. Пн.																																																																																													
	3	10	17	24	31	Ср. Чт. Пт. Сб. Нд. Пн. Вт.																																																																																													
	4	11	18	25		Чт. Пт. Сб. Нд. Пн. Вт. Ср.																																																																																													
	5	12	19	26		Пт. Сб. Нд. Пн. Вт. Ср. Чт.																																																																																													
	6	13	20	27		Сб. Нд. Пн. Вт. Ср. Чт. Пт.																																																																																													
	7	14	21	28		Нд. Пн. Вт. Ср. Чт. Пт. Сб.																																																																																													

*Високосні роки виділено жирним шрифтом.

Додаток 7

**Дати Пасхи єврейської і християнської
(за н. ст.) на 1979–2050 рр.**

Число року	Єврейська Пасха	Римо-католицька Пасха	Православна Пасха	Число року	Єврейська Пасха	Римо-католицька Пасха	Православна Пасха
1979	12.04. ЧТ	15.04.	22.04.	2015	4.04. Сб	5.04.	12.04.
1980	1.04. ВТ	6.04.	6.04.	2016	23.04. Сб	27.03.	1.05.
1981	19.04. Нд	19.04.	26.04.	2017	11.04. ВТ	16.04.	16.04.
1982	8.04. ЧТ	11.04.	18.04.	2018	31.03. Сб	1.04.	8.04.
1983	29.04. ВТ	3.04.	8.05.	2019	20.04. Сб	21.04.	28.04.
1984	17.04. ВТ	22.04.	22.04.	2020	9.04. ЧТ	12.04.	19.04.
1985	6.04. Сб	7.04.	14.04.	2021	28.03. Нд	4.04.	2.05.
1986	24.04. ЧТ	30.03.	4.05.	2022	16.04. Сб	17.04.	24.04.
1987	14.04. ВТ	19.04.	19.04.	2023	6.04. ЧТ	9.04.	16.04.
1988	2.04. Сб	3.04.	10.04.	2024	23.04. ВТ	31.03.	5.05.
1989	20.04. ЧТ	26.03.	30.04.	2025	13.04. Нд	20.04.	20.04.
1990	10.04. ВТ	15.04.	15.04.	2026	2.04. ЧТ	5.04.	12.04.
1991	30.03. Сб	31.03.	7.04.	2027	22.04. ЧТ	28.03.	16.04.
1992	18.04. Сб	19.04.	26.04.	2028	9.04. Нд	16.04.	16.04.
1993	6.04. ВТ	11.04.	18.04.	2029	31.03. Сб	1.04.	8.04.
1994	27.03. Нд	3.04.	1.05.	2030	18.04. ЧТ	21.04.	28.04.
1995	15.04. Сб	16.04.	23.04.	2031	8.04. ВТ	13.04.	13.04.
1996	4.04. ЧТ	7.04.	14.04.	2032	27.03. Сб	28.03.	2.05.
1997	22.04. ВТ	30.03.	27.04.	2033	14.04. ЧТ	17.04.	24.04.
1998	11.04. Сб	12.04.	19.04.	2034	4.04. ВТ	9.04.	9.04.
1999	1.04. ЧТ	4.04.	11.04.	2035	24.04. ВТ	25.03.	29.04.
2000	20.04. ЧТ	23.04.	30.04.	2036	12.04. Сб	13.04.	20.04.
2001	8.04. Нд	15.04.	15.04.	2037	31.03. ВТ	5.04.	5.04.
2002	28.03. ЧТ	31.03.	5.05.	2038	20.04. ВТ	25.04.	25.04.
2003	17.04. ЧТ	20.04.	27.04.	2039	9.04. Сб	10.04.	17.04.
2004	6.04. ВТ	11.04.	11.04.	2040	29.03. ЧТ	1.04.	6.05.
2005	24.04. Нд	27.03.	1.05.	2041	16.04. ВТ	21.04.	21.04.
2006	13.04. ЧТ	16.04.	23.04.	2042	5.04. Сб	6.04.	13.04.
2007	3.04. ВТ	8.04.	8.04.	2043	25.04. Сб	29.03.	3.05.
2008	20.04. Нд	23.03.	27.04.	2044	12.04. ВТ	17.04.	24.04.
2009	9.04. ЧТ	12.04.	19.04.	2045	2.04. Нд	9.04.	9.04.
2010	30.03. ВТ	4.04.	4.04.	2046	21.04. Сб	29.03.	29.04.
2011	19.04. ВТ	24.04.	24.04.	2047	11.04. ЧТ	14.04.	21.04.
2012	7.04. Сб	8.04.	15.04.	2048	31.03. ВТ	5.04.	5.04.
2013	26.03. ВТ	31.03.	5.05.	2049	17.04. Сб	18.04.	25.04.
2014	15.04. ВТ	20.04.	20.04.	2050	7.04. ЧТ	10.04.	17.04.

Зміст

I. Абетка астрогнозії	6
1. В околі Північного полюса	7
2. Сузір'я осіннього неба	16
3. На небосхилі – «косять» Косарі	22
4. Сузір'я весняного неба	32
5. Літнє вечірнє небо	37
II. «Космічні танці»	46
1. Видимий рух Сонця	46
2. Рух Місяця на тлі зір	52
3. Особливості руху планет відносно Сонця й на тлі зір ..	58
4. Передбачення положень планет на небі	64
5. Як за Сонцем і Місяцем визначають дату Пасхи	72
Додатки	79
1. Грецький алфавіт	79
2. 20 найяскравіших зір	79
3. Планети Сонячної системи	80
4. Орієнтовні дати нового Місяця у XX–XXI ст.	81
5. Формули Гаусса для обчислення дати Пасхи	82
6. Вічний табель-календар	84
7. Дати Пасхи єврейської і християнської (за н. ст.) на 1979–2050 рр.	86

Климишин І. А.

Зоряне небо України

Комп'ютерна верстка – *Роман Костинюк*

Здано до складання 18.05.2005. Підписано до друку 18.11.2005.
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Тираж 2500 прим.

