

Наш «Довідник» було адресовано вчителям астрономії, учням старших класів і студентам педагогічних навчальних закладів. Невдовзі стало очевидним, що свою роль ШАД у 90-ті роки зіграв.

Сьогодні (і це втішає) чи не всі учителі, також принаймні половина студентів і третина учнів старших класів мають доступ до Інтернету. І, якщо виникає потреба, знаходять там не лише конкретний матеріал в АЕС, а й щось детальніше, найсучасніше поза ним!

З урахуванням викладеного вище, співавтором ШАД і видавництвом «Богдан» було прийнято рішення перевидати цю книжку, однак, дещо змінивши адресата — тепер це учні навіть шостих-восьмих класів і відповідно учителі не лише астрономії, а й географії і природознавства. Тож, з метою подання матеріалу якнайдоступніше, дещо скорочено окремі статті, деякі вилучено, інші відредаговано з урахуванням нових здобутків «про небо». Слова, які набрано курсивом усередині статті, мають окреме пояснення. Щоб уникнути двозначностей при наведенні етимології слова у випадку побудови назви статті із кількох слів, у дужках додатково додається указання, до якого слова ця етимологія відноситься.

Автор цих рядків із вдячністю згадує рецензентів першого видання книжки — В. М. Гладкого, С. П. Величка і Б. Д. Починка. Заслужують щирої вдячності редактори С. І. Карнаух та Е. О. Крагель, а тепер, безперечно, ті, хто підготував це оновлене видання ШАС.

І. А. Климишин. Січень 2013 р.

Вступ

Незбагненна краса і таємничість зоряного неба вабила людей із давніх-давен. Поступово вони навчилися відрізняти «нерухомі» зорі від планет, які змінювали своє розташування серед зір. Намагаючись збагнути таємниці «світу зір», вони усвідомили, що за допомогою як окремих зір, так і їх груп — сузір'їв — можна орієнтуватися у далекій дорозі, спостерігаючи першу появу тієї чи іншої яскравої зорі на вечірньому небосхилі (так званий акронічний схід), можна визначати, зокрема, початок польових робіт, а за положенням окремих зір (чи їх груп) відносно горизонту — встановлювати час в ту чи іншу пору ночі упродовж року.

Підсумовуючи досвід багатьох поколінь, давні вчені (здебільшого це були жерці) виявили певні закономірності в настанні таких явищ, як сонячні та місячні затемнення, вони навчилися навіть їх передбачати. Водночас незбагненність суті таких небесних явищ, як і загадковість законів суспільного розвитку «на землі», породили ілюзію про можливий зв'язок між ними, утверджували наївну впевненість у тому, що за «законами життя» зоряного неба допитлива людина може передбачити долю держави, її володаря, зрештою — її самої. Це дало початок зародженню псевдонауки — астрології. Випадковий «збіг обставин» дав їй змогу утвердитися і дожити до наших днів: скажімо, як тільки найвеличніше блукаюче світило — планета Юпітер, за майже 12 років обійшовши небо, поверталася в те ж сузір'я (наприклад, Близнят), дощів у такому році практично не бувало. Отже — засуха, неврожай і голод, усілякі пошесті та ще й напади чужинців, які так само потерпали. І лише років 200 тому встановлено: ці явища пов'язані з кількістю плям на Сонці, з 11-річним циклом його активності! Трапився випадковий збіг періодів двох різних, зовсім незалежних один від одного процесів!

У підсумку довелося визнати: оте уважне стеження за небом у глибоку давнину сприяло накопиченню фактичного матеріалу про розміщення світил на ньому, про рух планет на тлі тих чи

інших сузір'їв. Інакше кажучи, сприяло зародженню науки про небо — астрономії.

Астрономія вивчає походження і закони розвитку окремих об'єктів Всесвіту, як також окремі стадії розвитку його самого «в цілому», його найзагальніші властивості. В сучасній астрономії учений зустрічається з екстремальними ситуаціями, недосяжними в земних лабораторіях. Це і вкрай високий вакуум, і надщільний стан речовини в надрах нейтронних зір, це незбагненні масштаби часу та відстаней і температури, близькі до абсолютного нуля, водночас — температури в десятки, сотні мільйонів градусів. Саме в астрономії зроблено фундаментальні відкриття останніх десятиріч: квазари, нейтронні зорі, чорні діри, реліктове радіовипромінювання, що виникло на початкових стадіях розвитку Всесвіту і збереглося до наших часів та порівняно недавно (1965 р.) вперше було зареєстроване. Збагатилися наші уявлення про Всесвіт відкриттям несподіваних його властивостей «розбігання галактик», активних процесів у ядрах галактик, про розмаїтість світу зір, скупчень газу й пилу в ньому, про форми галактик, як і щодо комірчастої структури світу галактик.

До астрономії відноситься також питання про можливу наявність інших «заселених світів», тобто можливість «буття поруч із нами» інших цивілізацій. З часу запуску перших супутників Землі (1957 р.), польотів людини у космос (1961 р.), висадки людини на поверхню Місяця (1969 р.) астрономія привернула до себе увагу найширших кіл населення. Завдяки справді фантастичним успіхам космонавтики в наш час успішно використовують космічні методи досліджень Землі і Всесвіту. І вже тепер учені дістали унікальні дані про фізичні умови на планетах Сонячної системи та їхніх супутниках, про Сонце, ближчі і дальші зорі, про ближчі і дальші галактики (а їх налічують уже сто мільярдів!). Усе це «миттєво» відображається в Інтернеті.

Астрономія відіграє важливу роль у формуванні світогляду людської особистості. Тож пропонуючи читачеві цей словник, автори близько 15 років тому і намагалися заповнити певну прогалину в навчально-методичній літературі з астрономії. Таким є і задум цього видання.

Позначення фізичних величин і спеціальні астрономічні знаки

D, d — діаметр

E — енергія

F — сила

g — прискорення вільного падіння

H — напруженість магнітного поля; стала Габбла

h — висота; година; стала Планка

I — інтенсивність

L — світність

m — маса; зоряна величина

M — маса зорі, космічного тіла

R, r — радіус; радіус-вектор

s — секунда часу; зоряний час

t — час

T — сонячний час; абсолютна температура

U — потенціальна енергія

v — швидкість

Z — атомний номер

z — червоне зміщення

λ — довжина хвилі

μ — власний рух світила

ν — частота

π — паралакс

ρ — густина

Ω — тілесний кут

Знаки Сонця, Місяця і планет Сонячної системи

$\odot$ — Сонце

$\lrcorner$ — Місяць

☿ — Меркурій

♀ — Венера

$\oplus, \text{♁}$ — Земля

♂ — Марс

♃ — Юпітер

♄ — Сатурн

♅ — Уран

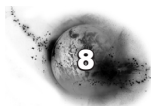
♆ — Нептун

Інші знаки:

Ω — висхідний вузол

γ — точка весняного рівнодення

$\simeq$ — точка осіннього рівнодення

**Позначення зодіакальних сузір'їв —**див. *Зодіак***Деякі фізичні та астрономічні сталі**Гравітаційна стала $G = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ Швидкість світла у вакуумі $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ Стала Планка $h = 6,6262 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ Маса спокою електрона $m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ Елементарний заряд $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ Атомна одиниця маси $1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ Число Авогадро $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ Універсальна газова стала $R_0 = 8,3144 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ Стала Стефана — Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ **Земля**Екваторіальний радіус Землі $R_{\oplus} = 6378,140 \text{ км}$,середній радіус $R_{\oplus} = 6371 \text{ км}$ Маса Землі $M_{\oplus} = 5,973 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ Середня густина Землі $5,574 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$,земної кори — $2,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ Середня швидкість руху Землі по орбіті $29,765 \text{ км/с} \approx 100\,000 \text{ км/год}$ **Сонце**

Середня відстань Землі від Сонця (астрономічна одиниця) =

 $= 23481 R_{\oplus} = 149\,597\,870 \text{ км} = 215,2 \text{ радіуса Сонця}$ Радіус Сонця $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м} = 696\,000 \text{ км} = 109 R_{\oplus}$ Маса Сонця $M_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг} = 332\,946 M_{\oplus}$ Середня густина Сонця $\rho_{\odot} = 1,408 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 = 0,255 \rho_{\oplus}$ Світність Сонця $L_{\odot} = 3,88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ Ефективна температура поверхні Сонця $T_{\text{еф}} = 5807 \text{ К}$ Відстань Сонця від центра Галактики $\sim 8\,200 \text{ пк} \approx 27\,000 \text{ св. років}$ Швидкість руху Сонця навколо центра Галактики 220 км/с Період обертання Сонця навколо центра Галактики 200 млн років **Місяць**Середня відстань Місяця від Землі $384\,401 \text{ км} = 60,268 R_{\oplus}$ Радіус Місяця $R_{\zeta} = 1738 \text{ км} = 0,273 R_{\oplus} \approx 3/11 R_{\oplus}$ Маса Місяця $M_{\zeta} = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг} \approx 1/81,3 \text{ маси Землі}$ Середня швидкість руху Місяця по орбіті $1,023 \text{ км/с}$



А

Аберация оптичної системи (перше слово: лат. *aberratio* — відхилення) — відхилення зображення від ідеального в реальних оптичних системах. 1) *Сферична А.* спричинена відмінністю фокусної відстані F крайових і центральних зон лінзи (також дзеркала), пропорційна до куба відносного отвору A ($A = D/F$, тут D — діаметр об'єктива оптичної системи). 2) *Кома* — несиметричність зображення симетричного предмета для променів, нахилених до осі оптичної системи, пропорційна $A^2\omega$ (ω — кут нахилу променя). 3) *Астигматизм* — незбіжність фокусів у двох взаємно перпендикулярних площинах, коли пучок променів нахилений до осі оптичної системи. Внаслідок цього фокальна площина спотворюється, спричинюючи кривину поля — відхилення фокальної поверхні від площини. Вплив A . пропорційний до $A\omega^2$. 4) *Дисторсія* — явище відхилення положення зображення у фокальній площині від закону тангенса (закону пропорційності лінійної відстані у фокальній площині до тангенса кутової відстані між світилами на небі). D . пропорційна до ω^3 . 5) *Хроматична А.* пов'язана з різною фокусною відстанню лінзи для променів різного кольору. Дзеркальна оптика цього виду A . не має. 6) При неточному монтуванні лінз об'єктива може виникнути так звана призматичність, яка також спотворює зображення.

Аберация світла — позірна зміна положення світила на небесній сфері внаслідок скінченності швидкості світла і руху спостерігача відносно світила. Добова A . с. пов'язана з рухом спостерігача разом із Землею навколо її осі (залежить від розміщення світила на небі та широти спостерігача; досягає $0,3''$). Річна A . с. пов'язана з рухом Землі навколо Сонця (залежить від координат світила, його годинного кута та швидкості Землі; досягає $20,496''$). Вікова A . с. зумовлена рухом Сонячної системи відносно центра Галактики. A . с. відкрив Дж. Брадлей у 1725 р. Внаслідок добової та річної A . с. світило описує на небесній сфері добовий і річний еліпси, форма

і розміри яких залежать від *координат* світила, часу та місця спостереження.

Абляція (лат. *ablatio* — відбирання, віднесення) — здування розплавленої речовини з поверхні метеорного тіла під час його руху в *атмосфері*. (Див. *Метеори*).

Абсолютна температура — *температура*, яку вимірюють за міжнародною практичною температурною шкалою. Відлічується у шкалі Кельвіна від абсолютного нуля температури: $T = 273,15 + t$ °C, де t °C — температура за шкалою Цельсія. В *астрофізиці* і *космології* значення A . т. коливається у межах від 2,7 К (температура, якою характеризують *реліктове радіовипромінювання*) до 3 000 – 50 000 К у зовнішніх шарах зір і до десятків мільйонів К в їхніх надрах. «Вихідною» однак є A . т. у декілька мільярдів К — саме від такого стану розпочинають моделювання розвитку нашого («спочатку гарячого») *Всесвіту*.

Автоматична міжпланетна станція, АМС — одна з назв непілотованих космічних апаратів, виведених у навколосонячний простір. АМС рухається під дією притягання *Сонця*, планет або двигунів корекції та інших сил (див. *Негравітаційні ефекти*, *Космічний апарат*).

Адаптація (лат. *adapto* — пристосовую) — пристосування організмів до умов навколишнього середовища. У спостережній *астрономії* велике значення має A . зору під час переходу до низьких рівнів *освітленості*.

Адаптивна оптика (перше слово: лат. *adapto* — пристосовую, друге слово: грец. *οπτική* — видимий, зримий) — пристосувальна оптика. Принципова основа полягає в регулюванні поверхні дзеркала для компенсації спотворень фронту світлової хвилі, які виникають під час проходження світла крізь неоднорідності *атмосфери*.

Основні елементи *телескопа* з A . о.: система визначення відхилень форми фронту від площини; ЕОМ — система аналізу цих відхилень і подання керуючих сигналів; система відпрацювання сигналів, які повертають елементи основного дзеркала (якщо воно складається з окремих регульованих елементів) або деформують його (якщо воно суцільне). Суцільні дзеркала мають невелику товщину (щоб вони могли деформуватися), внаслідок чого, залежно від стану шарів атмосфери, дзеркало телескопа набирає тієї чи іншої форми, ніби «дихає» узгоджено зі спотвореннями фронту, компенсуючи їх і забезпечуючи якісне зображення. Тому іноді A . о. називають «адаптивною оптикою».

вають активною, «живою» оптикою. Принцип А. о. використовують у сучасному телескопобудуванні.

Азимут (араб. *ас сумут* — шляхи, напрямки) — кут, який відлічують від точки півдня уздовж *горизонту* в бік заходу до *вертикала* світила — одна із небесних координат горизонтальної системи.

Акомодація (лат. *accomodatio* — пристосування) — пристосування ока до чіткого бачення предметів, розміщених на різних відстанях від нього. Досягається завдяки зміні кривини кришталика ока. В *астрономії* має значення під час спостережень за допомогою оптичних приладів.

Акреційний диск (перше слово: лат. *accretio* — приріст, збільшення) — диск, який утворюється навколо деяких астрономічних об'єктів внаслідок *акреції*. У тісних *подвійних зір*, коли один з їхніх компонентів заповнить сферу Роша (див. *Поверхня Роша*), відбувається перетікання речовини по спіральних траєкторіях і утворення А. д. навколо компонента, до якого перетікає речовина. А. д. утворюється навколо масивних чорних дір у *ядрах галактик* під час *акреції* міжзоряної матерії, що має значний момент кількості руху. Цим можна пояснити окремі прояви активності ядер *галактик*. (Див. *Чорна діра*).

Акреція — явище зростання маси космічного об'єкта за рахунок навколишнього середовища. Так, за рахунок А. збільшується маса *протопланет*, *протозір* тощо.

Акронічний схід або захід світила (перше слово: грец. акрос — крайній) — час, коли воно починає сходити у вечірніх присмерках або заходити перед світанком (див. *Геліакічний схід або захід світила*). А. схід або захід світила визначає період видимості світила на небосхилі. А. та геліакічний схід або захід деяких яскравих зір і *сузір'їв* відігравали в давнину велику роль у визначенні початку господарських сезонів.

Активна ділянка — просторово обмежена частина поверхні *Сонця*, яка охоплює, залежно від стадії свого розвитку, широке коло явищ у *фотосфері*, *хромосфері*, короні Сонця (див. *Сонячна корона*). Найпомітнішими з ознак А. д. є *сонячні плями*, сонячні спалахи, підвищена густина і *температура*, потужні потоки плазми, сильні магнітні поля. А. д. існують від кількох годин до кількох місяців, їхні розміри сягають 200 тис. км. В А. д. може бути кілька *груп сонячних плям*. (Див. *Сонячний спалах*). Інтенсивне випромінювання в ультрафіолетовому і рентгенівському діапазонах, а також потоки

заряджених частинок речовини з А. д. впливають на міжпланетне середовище, *магнітосферу* та верхню *атмосферу* Землі, спричинюючи явища, які названо сонячно-земними, сонячно-атмосферними, сонячно-магнітосферними та іншими зв'язками.

Актинометрія (грец. *актіς* — промінь, *μετρέω* — вимірюю) — розділ *астрономії*, метеорології, що займається вимірюванням *випромінювання* (передусім сонячного) в умовах земної *атмосфери*. Одне з основних завдань А. — визначення *сонячної сталої*.

Основним приладом є актинометр, принцип дії якого ґрунтується на поглинанні енергії випромінювання чутливим елементом, перетворенні цієї *енергії* в теплову і вимірюванні різниці температур.

Алголь — загальна назва затемнюваних *змінних зір*, яку вони дістали від назви зорі β Персея (Алголь), *блиск* якої змінюється від 2,4 до 3,9^m за 68 год 48 хв. А. — *подвійні зорі*, їхні орбіти видно майже з ребра. З цієї причини за час одного оберту системи відбувається два повних або часткових *затемнення*, що й веде до зміни її блиску. Досліджено понад 6000 зір цього типу з періодами від декількох годин до 10 000 діб.

Алідада (араб. *аль ідад* — лінійка) — деталь деяких астрометричних і геодезичних інструментів у вигляді круга з поділками і верньєрами, що обертається на осі концентрично з лімбом. Призначена для відліку кутів, які визначають напрям на світило. (Див. *Верньєр*).

Альbedo (лат. *albedo* — білизна) — характеристика відбивних властивостей поверхні. А. — відношення променистої *енергії*, відбитої поверхнею, до всієї енергії, що падає на цю поверхню. Залежить від мінералогічного складу і структури поверхні, довжини хвилі *випромінювання*. А. планети характеризує частку енергії, яка відбивається від її поверхні та *атмосфери* (геометричне А.). Сферичне А. обчислюють з урахуванням фази планети.

Альвенівська швидкість (u_A) — швидкість поперечних магнітогідродинамічних (альвенівських) хвиль, які поширюються уздовж силових ліній магнітного поля. $u_A = \frac{B}{\sqrt{4\pi\rho \cdot 10^{-7}}}$, де B — магнітна ін-

дукція, ρ — густина середовища. При $B = 10^{-4}$ Тл і $\rho = 10^{-11}$ кг/м³ у *хромосфері Сонця* $u_A = 3 \cdot 10^4$ м/с. Тому тут альвенівські хвилі є ефективним механізмом перенесення *енергії* від *конвективної зони* до верхніх шарів *хромосфери* і *сонячної корони*. Ефекти цих зв'язків

найпомітніші в період проходження *сонячних плям* через центр диска Сонця. (Див. *Хвилі Альвена*).

Альвенівський радіус (r_A) — відстань від поверхні *нейтронної зорі* — компонента подвійної системи, на якій кінетичний тиск потоку речовини зрівнюється з тиском магнітного поля *зорі*, внаслідок чого *акреція* газу на нейтронну зорю гальмується. При певних параметрах потоків і напруженості магнітного поля $H = 10^{10}$ А/м знайдено: $r_A = 100 R$, де R — радіус нейтронної зорі (див. *Пульсар*).

«Альмагест» — спотворена арабськими вченими назва твору Клавдія Птолемея «Велика побудова» (грец. *Megale Syntaxis*). «А.» містить 13 книг, в яких викладено тригонометрію тих часів, *астрономію*, теорію руху *Сонця*, *Місяця*, планет. Птолемеєм подає екліптичні *координати* близько однієї тисячі зір, частину з яких спостерігав його попередник Гіппарх. В «А.» описано геоцентричну модель світу (із *Землею* в центрі *Сонячної системи*), що була загальноживаною аж до часів М. Коперника, який замінив її геліоцентричною *системою світу*.

Альманах (араб. *альманах* — час, міра) — у минулому — календарі, довідники; у наш час — одна з назв астрономічних щорічників, також збірників літературних творів різних авторів. (Див. *Щорічник астрономічний*).

Альмукантарат (араб. множина від *мукантара*, *кантара* — дуга) — коло рівних висот, геометричне місце точок, висоти яких над математичним *горизонтом* однакові (див. *Висота світила*).

Анастигмат (грец. $\alpha\nu$ і a — заперечувальні частки, $\sigma\tau\iota\upsilon\mu\alpha$ — точка) — *об'єктив*, у якому добором лінз із різних сортів скла зменшено *астигматизм* та деякі інші *аберації оптичної системи*.

Анізотропія Всесвіту (перше слово: грец. $\alpha\nu\iota\sigma\omicron\varsigma$ — нерівний, $\tau\rho\omicron\lambda\omicron\varsigma$ — напрям) — відмінність властивостей *Всесвіту* в різних напрямках. Аналіз питання про А. В. відіграє важливу роль при побудові космологічних моделей. Дослідження *великомасштабної структури Всесвіту*, *червоного зміщення*, *реліктового радіовипромінювання*, орієнтації *галактик* та їхніх скупчень у просторі свідчать начебто про *ізотропію Всесвіту*. Помітні ознаки А. В. виявляють, зокрема, з аналізу просторового розподілу *скупчень галактик*. (Див. *Космологічна модель*).

Аномалістичний період (перше слово: грец. $\alpha\nu\omicron\mu\alpha\lambda\iota\alpha$ — ненормальність) — проміжок часу між двома проходженнями *періцентра*. В русі Місяця навколо *Землі* — це аномалістичний *місяць*,