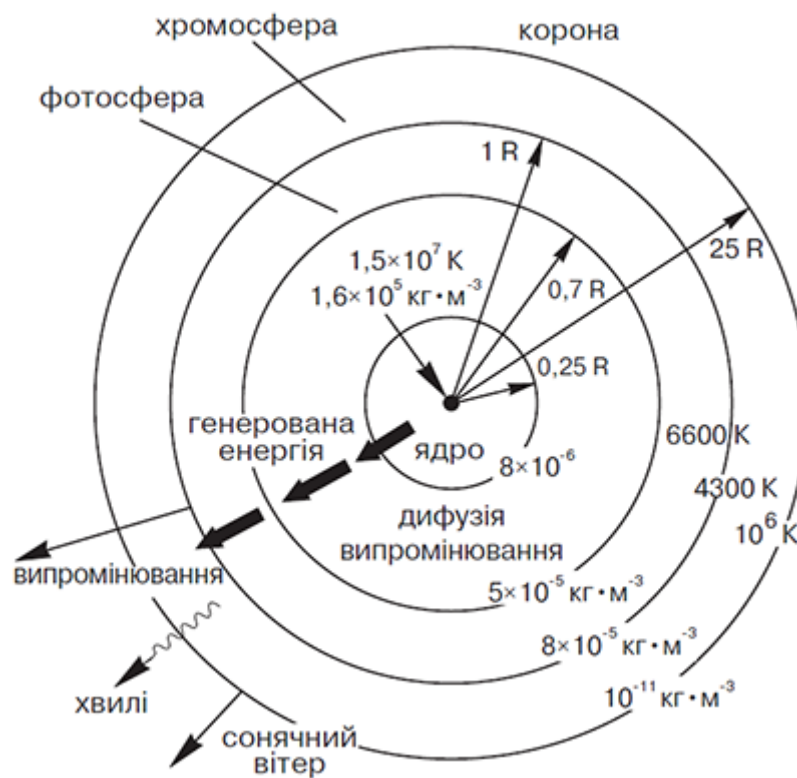


Г. У. Ковальчук

Зорі

ЗОРІ – самосвітні космічні об'єкти, у надрах яких ефективно відбуваються чи відбувалися термоядерні реакції перетворення водню на гелій або гелію на вуглець за високих температур у внутрішніх зонах. У зорях сконцентровано до 90 % речовини [галактик](#). Форма зір, окрім тісних подвійних, близька до сферичної. Понад половина зір нашої Галактики – кратні, гравітаційно зв'язані системи, де дві, три і більше зір обертаються навколо спільного центру мас. Найближча зоря до [Землі](#) – Сонце.



Структура типової, найбільш розповсюдженої в Галактиці зорі-карлика спектрального класу А

Якщо систему складають понад 10 зір, її називають зоряним скупченням. Кратні системи дуже поширені (за деякими оцінками – понад 70 %). Серед 32-х найближчих до Землі зір – 12 кратних, з них 10 подвійних. В околі 20 пк від Сонячної системи нараховують понад 3000 зір, близько половини з них – подвійні. У нашій Галактиці понад 100 млрд зір і лише близько 0,01 % їх занесено в зоряні каталоги. Отож, переважну більшість зір, що спостерігають у великі телескопи, не позначено й не полічено. Найяскравіші зорі віддавна одержали свої

імена, багато з них вживаються і донині, напр., Альдебаран, Алголь, Денеб, Рігель. У першому зоряному каталозі «Uranometria» (1603), де зображено сузір'я і пов'язані з їхніми назвами легендарні фігури, його укладач, нім. астроном Й. Байєр, вперше позначив зорі буквами грец. алфавіту приблизно в порядку зменшення їх блиску: α – найяскравіша зірка сузір'я, β – друга за яскравістю тощо, – а коли закінчився алфавіт, продовжив за латинським. Повний опис зір складався із позначки за яскравістю і лат. назви сузір'я, напр., Сіріус – найяскравіша зоря у сузір'ї Великого Пса (Canis Major), тому її написання α Canis Majoris, чи скорочено α CMa; Алголь, друга за яскравістю зоря в Персеї, – β Persei (β Per). Деякі зорі іноді називають іменами вчених, котрі вперше описали їх унікальні властивості, напр., ϵ зорі, названі на честь амер. астронома Е. Барнарда, нідерланд. Я. Каптейна та ін.

Важливим параметром, від якого залежить тривалість існування («життя» зорі), світність і кінцева доля зорі, є її маса. Наймасивніші (і найгарячіші) вичерпують свій запас енергії протягом кількох мільйонів років, натомість крихітні карликові зорі можуть продовжувати горіти багато мільярдів років. Маса зір варіюються від 0.05 до 80 M_{\odot} . Значно більше зорі відрізняються за своїми розмірами (від 10 км для нейтронних зір до $10^3 R_{\odot}$ для червоних надгігантів). Найразючіші відмінності зір у світностях L: від $10 L_{\odot}$ для слабких карликів до $10^5 L_{\odot}$ для наднових (протягом короткого часу вибуху). Відстані між зорями вимірюють у парсеках або світлових роках; великі відстані, такі як радіус зір-гігантів, часто визначають в астрономічних одиницях.

За фізичним станом, у якому перебуває основна маса зоряної речовини, розрізняють зорі звичайні, білі карлики та нейтронні. Звичайні зорі складаються з речовини у звичному для нас стані; у білих карликах густина речовини в мільйони разів вища за нормальну, при такій густині радіус білого карлика сонячної маси в 100 разів менший від радіуса Сонця; густина речовини нейтронних зір близька до густини атомного ядра, тобто сягає значень $\sim 10^{15}$ г/см³, а її радіус становить 10–18 км.

За світностями (абсолютними зоряними величинами) зорі поділяють на низку класів:

- гіпергіганти (R136a1, S Doradus, Eta Carinae та ін.),
- надгіганти (Антарес, Бетельгейзе, Дельта Цефея, Денеб, Рігель та ін.),
- гіганти (Адара, Альдебаран, Альціона, Арктур, Капелла, Лямбда Оріона, Поллукст, Тубан та ін.),
- субгіганти (Проціон та ін.),
- зорі головної послідовності, або карлики (це переважна більшість зір, напр., Алголь, Алкаїд, Алькор, Альтаїр, Вега, Сіріус, Сонце, Шератан та ін.),
- субкарлики (V1093 Геркулеса, HW Діви та ін.),
- білі карлики (Сіріус Б, Проціон Б, Глізе 223.2, Зоря ван Маанена та ін.).

Специфічні особливості спектрів зір покладені в основу зоряної спектральної класифікації, яка певною мірою відображає їх еволюційний статус і поверхневі температури.

Спектральні класи зір позначають лат. літерами і записують у такій послідовності:

O–B–A–F–G–K–M. Так, 3. спектральних класів O, B, A називають ранніми, гарячими; класів F і G – сонячними; K, M – холодними, або пізніми. Температуру зовнішніх шарів зір визначають за їхніми кольорами: червоні зорі мають 2000–3000 K, жовті – 6000–7000 K, білі – 12 000 K, голубі – 25 000 K. Особливості зміни блиску зір дозволяють виділити постійні та змінні зорі. Змінні диференціюють на фізично змінні (зміни їх блиску зумовлені фізичними процесами у зорях – пульсаціями, спалахами, еруптивними процесами) та затемнювані зорі (зміни блиску спричинені покриттям, затемненням одного компонента подвійної системи іншим). Фізична змінність притаманна майже всім молодим зорям, певні її форми і прояви характерні для певних етапів зоряної еволюції. Спектри, швидкості руху та ін. параметри деяких зір відхиляються від норми – такі зорі називають пекулярними, до них уналежнюють т. зв. швидкі зорі (з великими значеннями власних рухів), магнітні (з потужними магнітними полями), металічні (із сильними лініями металів у спектрах), радіозорі, рентгенівські, гамма-зорі та інфрачервоні (відповідно мають підвищену світність у радіо-, рентгенівському, гамма- та інфрачервоному діапазонах).

Для потреб [астрометрії](#) виділяють зорі зенітні (проходять через зеніт конкретної обсерваторії, і їх спостерігають специфічними точними інструментами для вивчення змін широти), екваторіальні та фундаментальні. За станом еволюції розрізняють молоді й старі зорі. Оскільки зорі більших мас еволюціонують значно швидше, то молода зоря малої маси за віком може бути старшою від старої великої маси.

Згідно з сучасними теоріями зореутворення, «інкубаторами» зір слугують газопилові комплекси. Віковий діапазон зір великий. Найстаріші зірки народилися майже 15 млрд років тому – це вік Галактики. У Галактиці вони розташовані дуже далеко від центру, на її периферії – в гало. Молоді зірки, віком бл. 100 тис. р., навпаки, трапляються лише у проміжній, між гало і ядром, частині Галактики – у дискові (структурі лінзоподібної форми діаметром при бл. 30 000 пк і товщиною центральної частини бл. 4000 пк). Тут же знаходиться переважна більшість зір проміжного віку, 1–5 млрд р., до них належить і Сонце (на відстані понад 10 000 пк від центру). Концентрація зір у межах Галактики вкрай неоднорідна: від 1 З. на 10 пк³ (в околицях Сонця) до 10⁶ З. в 1 пк³ (у ядрі). Віковий ценз зір тісно корелює з хімічним складом їхніх атмосфер. Найстаріші зірки містять на 1,5–2 порядки менше важких елементів (тобто важчих від гелію), а молоді – настільки ж більше. Зір із первісним хімічним складом (тобто тільки з воднем і гелієм) не виявлено. Просторову локалізацію зір у Галактиці визначають також їхнім віком – старі зірки заповнюють сферичний об'єм з радіусом бл. 20 пк, а молоді концентруються в тонкий диск товщиною у десятки разів меншою від його радіуса.

Згідно з сучасними уявленнями, процеси зореутворення тривають і нині. Рушійний механізм цього процесу – гравітаційна конденсація з хмар молекулярного водню та пилу. На перших етапах життя первісні зорі – протозорі – розігріваються і світять за рахунок гравітаційного стискання. Цей етап у житті зірок з масою та світністю Сонця триває бл. 30 млн р. Гравітація в центральних частинах зір створює сприятливі умови для запалювання термоядерних реакцій горіння водню, ця стадія найдовша в житті зір, напр., для зірок типу Сонця вона триває до 10 млрд р., і фактично всі зорі проходять через неї – це в певному сенсі «дорослий період» життя кожної зорі. Після завершення наступного, короткотривалого етапу «зоряного життя» – горіння гелію (тривалістю до 1 млрд р.), доля цих космічних об'єктів визначається їхньою масою. Зірки з масою $M > 1.2 M_{\odot}$ сонячної встигають запалити ще вуглець і кремній, після чого спалахують як наднові, породжуючи нейтронні з. і чорні діри. Зорі, що не встигли за життя набрати цієї критичної маси, еволюціонують у білих карликів.

Необхідність вивчення зір у давнину була зумовлена потребами матеріального існування суспільства (навігація при подорожах і торг. операціях, створення календаря, визначення точного часу), саме тоді започатковано поділ зоряного неба на сузір'я, проте до поч. 20 ст. основні досягнення астрономії були тільки в царині [астрометрії](#). І лише із застосуванням спектрального та фотографічного методів учені змогли впритул зайнятися дослідженням фізичних умов у надрах зір, їх хімічного складу, процесів генерації енергії та її випромінювання, еволюції зір, – усі ці задачі розв'язує [астрофізика](#), і саме в цьому сегменті сучасної астрономічної науки особливих успіхів досягли українські науковці. Так, усьому світу відомі роботи одеської школи дослідників змінних зір, започатковані *В. Цесевичем* і продовжені його учнями [І. Андроновим](#), [В. Каретниковим](#) та ін. На високому рівні провадять українські астрофізики дослідження відкритих у наші дні коричневих карликів, зір з аномаліями хімічного складу.

Рекомендована література

1. M. Schwarzschild. Structure and Evolution of the Stars. Princeton, 1958;
2. Шкловский Й. С. Звезды: Их рождение, жизнь и смерть. Москва, 1977;
3. R. Kippenhahn. Hundert Milliarden Sonnen. München, 1980 (рос. перекл. – 100 миллиардов Солнц. Москва, 1990); D. A. Cooke. The Life and Death of Stars. New York, 1985;
4. L. H. Aller. Atoms, Stars, and Nebulae. 3rd ed. Cambridge, 1991;
5. M. Salaris, S. Cassisi. Evolution of Stars and Stellar Populations. Chichester, 2005;
6. H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, M. Poutanen, K. J. Donner. Fundamental Astronomy. 6th ed. Berlin – Heidelberg – N. Y., 2016.

Бібліографічний опис:

Зорі / Г. У. Ковальчук // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2010. – Режим доступу:

<https://esu.com.ua/article-17092>. – Останнє поновлення : 22 лют. 2024.

2001-2024 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).