

# Ф

**ФАБЕРА—ДЖЕКСОНА СПІВВІДНОШЕННЯ** — залежність між світністю і шириною спектр. ліній, яку виявили 1976 С. Фабер і Р. Джексон для галактик еліптичних.

Ширини ліній в еліптичних галактиках визначені дисперсією швидкостей зір. Тому Ф.—Д. с. є, по суті, залежністю між світністю еліптичної галактики і дисперсією швидкостей зір. Ця залежність має вигляд  $L_B \propto \sigma^4$ , де  $L_B$  — світність галактики у фільтрі  $B$ ;  $\sigma$  — дисперсія швидкостей зір. Проте виконати надійне абсолютне калібрування залежності досі не вдалося, оскільки відстані до найближчих галактик, за якими провадять калібрування, визначені з великою похибкою.

Ф.—Д. с. дає змогу оцінити відстані до еліптичних галактик за їхніми зоряними величинами видимими та вимірюваними ширинами ліній у спектрах.

У 1977 Б. Туллі і Р. Фішер виявили залежність такого ж типу і для галактик спіральних (див. Туллі—Фішера співвідношення).

**ФАБРІЦІЙ** Давид, Fabricius D. (1564—1617) — нім. астроном. Був священиком. Друг Т. Браге і Й. Кеплера.

Перший, хто спостерігав явище зоряної змінності, — у 1596 помітив у сузір'ї Кита зорю, якої раніше не було видно і яка згодом зникла. Пізніше з'ясовано періодичність змін близьку цієї зорі, вона отримала назву Міра (Дивна) Кита.

**ФАБРІЦІУС** Василь Іванович (1845—1895) — рос. астроном. У 1876—1894 працював в обсерваторії Київського університету.

Провів численні спостереження на вколо полюсних зір, склав каталоги їхніх положень. Вивів формулу для точного обчислення координат близьких до по-

люса зір (формула Фабріціуса). Розробив новий спосіб урахування похибок меридіанного інструмента.

**ФАЕТОН** — гіпотетична планета Сонячної системи між Марсом та Юпітером, яка нібіто розпалась на велику кількість астероїдів.

**ФАЗА** (від грец. *φασις* — поява) — різні форми тіл Сонячної системи (планет, супутників планет, астероїдів, комет), що їх бачить спостерігач із Землі.

Ф. зумовлені змінами в умовах освітленості тіла сонячним світлом. Ф. визначають фазовим кутом від 0 до 180°.

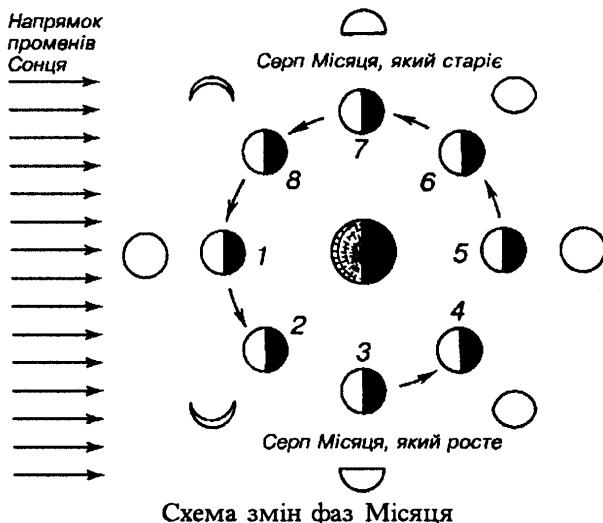
**ФАЗА КОЛІВАНЬ** — фіз. величина  $\varphi$ , яка визначає стан періодичного коливального процесу в кожний момент часу  $t$ :

$$\varphi = \omega t + \varphi_0,$$

де  $\omega$  — кутова частота;  $\varphi_0$  — початкова фаза, значення Ф. к. у початковий момент часу.

Виражаютъ у кутових одиницях (напр., радіанах) або частках періоду коливань.

**ФАЗИ МІСЯЦЯ** — різні форми видимої частини Місяця. Зміна Ф. М. спричинена зміною взаємного розташування Землі, Сонця, Місяця (рис.).



Розрізняють чотири гол. Ф. М.: *новий Місяць, перша четверть, повний Місяць, остання четверть.*

**ФАЗИ СОНЯЧНИХ СПАЛАХІВ** — послідовність у розвитку спалаху сонячного.

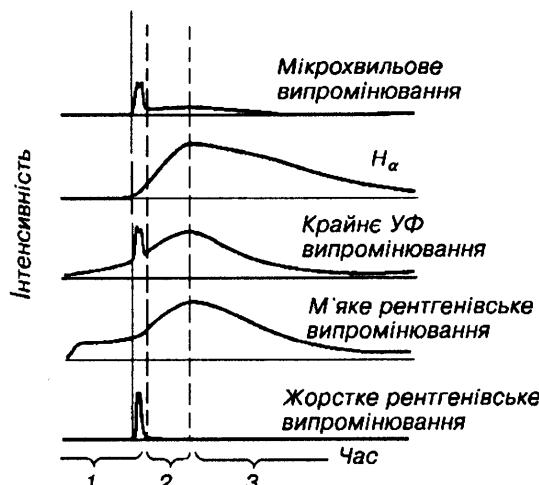
Більшість спалахів (зокрема, сильних) проходить у розвитку три фази: початкову, вибухову (або сплеск-фазу) та загасання.

Початкова фаза — поступове збільшення інтенсивності випромінювання м'якого рентген. діапазону від петельних структур, які повторюють конфігурації магнітного поля в сонячній короні, та активізація темного волокна (*протуберанця*), що міститься (у хромосфері) на лінії розподілу полярностей поздовжнього магнітного поля *сонячної фотосфери*. Збурення темного волокна, як звичайно, починається за декілька десятків хвилин до початку самого спалаху. Іноді за 30—50 хв до початку гол. спалаху з'являється невеликий спалах-передвісник, який швидко гасне.

Вибухова, або сплеск-фаза спалаху, — багата на події стадія, під час якої і починається власне спалах. У цій фазі за проміжок часу від 1 до 10 хв виділяється гол. частина накопиченої енергії. Для цієї фази характерні сплески жорсткого рентген. випромінювання з нетепловим спектром на фоні повільнішого збільшення м'якої рентген. емісії, появою мікрохвильових радіосплесків у сантиметровому діапазоні. В лінії  $H_{\alpha}$ , яка світиться головно в хромосфері, спалах починається з появи декількох яскравих цяток по обидва боки від лінії поділу полярностей поздовжнього магнітного поля. Надзвичайно швидко (за декілька секунд) збільшується яскравість та площа спалаху, окрім емісійні утвори вздовж лінії поділу полярностей з'єднуються в одну протяжну стрічку (див. *спалах сонячний*). Особливість цієї гол. фази спалаху — прискорення частинок, найчастіше електронів, а в сильних спалахах — протонів та важких ядер.

Фаза загасання супроводжується процесами охолодження плазми спалаху. Енерговиділення слабкішає. З'являються флюктуації емісії в лінії  $H_{\alpha}$  і в м'якому рентген. діапазоні. Сповільнюється рух стрічок, зменшується їхня яскравість. Прискорення частинок відбувається з

меншою ефективністю. Проте інтегральна кількість виділеної енергії під час цієї фази спалаху може інколи навіть перевбільшувати енергію вибухової фази, оскільки тривалість фази загасання може досягати декількох годин (рис.).



Схематичний профіль інтенсивності спалаху на різних довжинах хвиль

**ФАЗОВА ШВИДКІСТЬ** — швидкість поширення в просторі певної фази монокроматичної хвилі.

**ФАЗОВИЙ ІНТЕГРАЛ** — інтеграл, який для супутника або планети описують виразом

$$q = 2 \int_0^{\pi} \Phi(\alpha) \sin \alpha \, d\alpha,$$

де  $\alpha$  — фазовий кут;  $\Phi(\alpha)$  — відношення потоку випромінювання від освітленої поверхні планети (супутника) в напрямі на спостерігача з заданим фазовим кутом до потоку випромінювання в напрямі на спостерігача в момент протистояння, тобто коли  $\alpha=0^\circ$ . Параметр  $q$  залежить від довжини хвилі.

Ф. і. використовують для обчислення сферичного альбедо небесного тіла.

**ФАЗОВИЙ КУТ** (кут фази) — кут між напрямом на Сонце та напрямом на точку спостережень з вершиною у центрі видимого диска конкретної планети (або ж супутника планети). Це те ж саме, що й видима з центра планети довжина дуги вздовж екватора інтенсивності, що охоплює неосвітлену частину диска планети (супутника). Ф. к.  $\alpha$  обчислюють за формулою

$$\sin(\alpha/2) = (1/2) [(R+\Delta-r)(R+r-\Delta)/(r\Delta)]^{1/2},$$

де  $R$  — відстань від Сонця до спостерігача;  $\Delta$  — відстань від спостерігача до планети;  $r$  — відстань від планети до

Сонця. Відстані на момент спостережень (якщо спостерігач перебуває на Землі) беруть з астрономічних щорічників або ж обчислюють. У протистояннях і у верхніх сполученнях (див. конфігурації планет)  $\alpha=0^\circ$ , у нижніх сполученнях  $\alpha=180^\circ$ .  $\Phi.$  к. змінюється від 0 до  $180^\circ$  тільки для планет *нижніх*, у яких  $r < R$ , та для *Місяця*. Для верхніх планет найбільше  $\alpha$  тоді, коли Земля щодо планети перебуває у найбільшій елонгації:  $\sin \alpha = R/r$ .

**ФАЙ** Ерве Огюст, Faye H. A. (1814—1902) — франц. астроном, член Паризької АН. У 1854—1873 — професор ун-ту в Нансі, з 1873 — професор Політехнічної школи.

Наук. праці стосуються фізики Сонця і комет, космогонії. В 1843 відкрив нову комету, що виявилася періодичною (комета Фая). Розвивав і удосконалював космогонічну теорію Лапласа.

**ФАКЕЛИ** (нім. Fackel, від лат. *fax* — скіпка) — яскраві фотосферні утвори, які спостерігають у білому світлі близче до краю сонячного диска. Вони яскравіші від навколоїшньої фотосфери в середньому на 20%, і цей контраст посилюється до краю диска.  $\Phi.$  тісно пов'язані з сонячними плямами та є складовим елементом активної ділянки. Лише зрідка їх можна спостерігати за межами активної ділянки. Однак ці  $\Phi.$  існують не більше двох діб, тоді як  $\Phi.$  в активних ділянках можуть бути декілька місяців.  $\Phi.$  з'являються раніше чи одночасно з появою плям. Яскравий та компактний  $\Phi.$  є ознакою або провісником появи поблизу нього плям. З часом  $\Phi.$  стає більш дифузним і поступово зникає.

На фотографіях з високою просторовою роздільною здатністю  $\Phi.$  мають вигляд сітки, що утворена ланцюжками яскравих зерен, розміри яких у середньому становлять 700 км, а тривалість існування — кілька хвилин. Поперечники окремих граток у сітці 4 000—6 000 км, а яскравість на 6—10% вища, ніж навколоїшньої фотосфери. Магнітний потік сконцентрований на межах цієї сітки й становить близько  $4 \cdot 10^9$  Вб. Поблизу сонячних плям, де є сильні магнітні поля, спостерігають ланцюжкові петлі, завдовжкин до 8 000 та завширшки до 1 500 км.

Окрему групу утворюють так звані полярні  $\Phi.$ , які з'являються біля по-

люсів Сонця. Вони мають правильну круглу форму, невелику яскравість та короткий час існування (не більше двох—трьох днів). На відміну від  $\Phi.$ , розташованих у зоні плямоутворення, кількість полярних  $\Phi.$  змінюється в протифазі з 11-річним циклом сонячної активності. В максимумі циклу їх практично нема, а в епоху мінімуму їхня кількість найбільша. Є зв'язок полярних  $\Phi.$  з полярними корональними променями. Це пояснюють особливостями магнітного поля в біляполярних ділянках Сонця.

**ФАКЕЛИ ХРОМОСФЕРНІ** — те ж саме, що і *флокули*.

**ФАЛЬКОВСЬКИЙ** Іван Якимович (1762—1823) — укр. учений-просвітитель. Викладав у Київській академії астрономію і математику.

Автор підручників сферичної і теор. астрономії. Видавав «Київські місяцеслови» — щорічники, в яких містилися відомості про положення Місяця і Сонця, про затемнення.

**ФАНАРОФФ—РАЙЛІ ТИПИ** — два морфологічні типи, на які А. Фанарофф і С. Райлі запропонували розділити протяжні позагалактичні радіоджерела.

Радіоджерела, у яких до периферії яскравість зменшується, зачислено до типу FR1, а в яких збільшується (з гарячими плямами біля зовн. межі радіопорожнин) — до типу FR2. Майже всі сильні радіоджерела належать до типу FR2. Серед слабких більшість належить до типу FR1, хоча є деякі об'єкти типу FR2.

**ФАРАДЕЯ ЕФЕКТ** — явище повертання площини поляризації електромагнітної хвилі у разі поширення її через розріджену намагнічену плазму.

Вимірювання  $\Phi.$  е. для різних довжин хвиль радіодіапазону дають змогу оцінити густину міжзоряного газу, напруженість магнітного поля і відстань до джерел цих хвиль.

**ФАУЛЕР** Уельям Альфред, Fowler W. A. (нар. 1911) — амер. астрофізик, член Нац. АН США. Працював у Каліфорнійському технол. ін-ті, Каундіській лабораторії Кембриджського ун-ту (Англія).

Гол. наук. праці присвячені проблемам ядерної фізики й астрофізики. Нобелівська премія з фізики (1983, разом з С. Чандрасекаром).

**ФЕБА** — супутник Сатурна.

Відкритий 1898 У. Пікерінгом. Має малі розміри ( $D=220$  км), форму, близьку до сферичної. Зоряна величина візуальна в середній опозиції  $V_0=16.38^m$ ;  $V(1,0)=6.8^m$ . Показники кольору:  $U-B=0.33^m$ ;  $B-V=0.66^m$ . Фазовий коефіцієнт  $0.10^m$  на  $1^\circ$ . Ф. — найвіддаленіший супутник у системі Сатурна. Відрізняється від ін. супутників нахилом осі до площини екватора планети, зворотним напрямом руху по орбіті щодо планети та несинхронністю обертання. Поверхня дуже темна.

Геом. альбедо 0.06; сферичне —  $\sim 0.02$ . «Вояджер-2» одержав знімки Ф. з роздільною здатністю 38 км з відстані 1.5 млн. км.

На поверхні виявлено кратери і плями. Щільність кратерів 0.0037 на 1 км<sup>2</sup> для  $D=10$  км. Хім. склад Ф. невідомий. Низьким альбедо і нейтральним спектром він подібний до астероїда С-типу. Можливо, що Ф. — захоплений Сатурном астероїд.

**ФЕДИНСЬКИЙ** Всеволод Володимирович (1908—1978) — рос. геофізик і астроном, чл.-кор. АН СРСР. З 1947 працював у Московському ун-ті, з 1950 — професор.

Наук. праці присвячені розвідувальній геофізиці, фізиці Землі та метеорній астрономії. Ініціював систематичні фотографічні, спектр. й радіолокаційні спостереження метеорів у СРСР. Разом з К. П. Станюковичем провів піонерські дослідження руйнівної дії метеоритних ударів і завбачив існування метеоритних кратерів на Марсі, Меркурії, астероїдах і супутниках планет (1947).

**ФЕДОРОВ** Євген Павлович (1909—1986) — укр. астроном, академік АН УРСР. У 1947—1959 працював у Полтавській гравіметр. обсерваторії, з 1959 — у Гол. астр. обсерваторії АН УРСР (до 1973 — директор).

Наук. праці присвячені астрометрії, теор. і практ. питанням обертання Землі, його зв'язкам з різними геофіз. процесами, а також питанням побудови координатних систем в астрономії і геодинаміці. Один із перших застосував для аналізу астр. спостережень нові статистичні методи, що ґрунтуються на теорії випадкових функцій.

**ФЕНІКС** — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря:  $\alpha = 2.4^m$ .

Найліпші умови видимості ввечері (низько над південним горизонтом) — у грудні.

**ФЕСЕНКОВ** Василь Григорович (1889—1972) — рос. астроном, академік АН СРСР і АН КазРСР. У 1922—1931 — директор створеного ним у Москві Державного астрофіз. ін-ту. З 1933 — професор Московського ун-ту. В 1942—1964 — директор Ін-ту астрономії і фізики АН КазРСР. Організував Комітет з метеоритів АН СРСР, його голова з 1945.

Наук. праці стосуються широкого кола проблем астрономії, зокрема, фотометрії, фізики Сонця, зір, планет, Місяця, туманностей, небесної механіки, зоряної астрономії, атмосферної оптики, будови атмосфери, природи зодіакального світла і протисяйва, метеоритики, космогонії, а також історії астрономії.

**ФІБРИЛИ** (лат. *fibrilla* — волоконце) — продовгуваті темні або яскраві утвори розмірами близько  $700 \times 7000$  км, які спостерігають на диску Сонця в лінії  $H_\alpha$  (див. Хромосферна сітка).

Уважають, що Ф. виникають на місці спливання магнітної петлі, яка підіймається на висоту 2 000—4 000 км. Ф. — утвори нестационарні, і їхня форма може змінюватись протягом хвилин, однак загальні риси зберігають годинами.

**ФКЗ** — фундаментальний каталог для КСЗ, який містить 931 зорю від 7 до  $9^m$ .

Виданий Гол. астр. обсерваторією АН СРСР у 1951. Доповнений і перероблений каталог — ФКЗ2 — опублікований Гол. астр. обсерваторією АН УРСР 1979.

**ФЛАММАРІОН** Каміль, Flammarion C. (1842—1925) — франц. астроном. У 1858—1882 працював у Паризькій обсерваторії і Бюро довгот у Парижі. У 1883 заснував обсерваторію в Жювізі (поблизу Парижа), був її директором. Один з найвідоміших популяризаторів науки свого часу, автор багатьох книг з астрономії.

Наук. дослідження присвячені подвійним і кратним зорям, вивченю поверхонь Місяця і Марса.

**ФЛЕМСТІД** Джон, Flamsteed J. (1646—1719) — англ. астроном, член Лондонського королівського т-ва. З 1675

— директор новоствореної Королівської обсерваторії в Гринвічі, перший королівський астроном.

Своїми спостережними роботами заслав основи сучасної позиційної астрономії. Вперше широко застосував у кутомірних інструментах телескоп для точного визначення положень зір, планет, Сонця. Склав каталог положень 3 000 зір (виданий у 1725). Завершив розробку теорії руху Місяця, створеної Дж. Хорроксом, і на її підставі склав таблиці руху Місяця (1673). Розробив оригінальний метод абсолютноого визначення прямих піднесень. Склав таблиці атмосферної рефракції і таблиці припливів. Винайшов конічну проекцію в картографії.

**ФЛОКУЛИ** (лат. *flocculus* — жмутик) — ділянки підвищеної випромінювання на поверхні Сонця, які спостерігають у лініях водню  $H_{\alpha}$  (водневі Ф.) і  $H$  та  $K$  іонізованого кальцію (кальцієві Ф.). Ф. є прямим продовженням фотосферних факелів у хромосфері. Над Ф. (у переходному шарі, сонячній короні) розташовані ділянки підвищеної випромінювання в УФ, рентген. та радіодіапазонах спектра, що їх також іноді називають Ф., додаючи відповідне визначення. Ф. існують довше, ніж факели, і мають дещо більші розміри. На відміну від факелів, їх можна спостерігати на всьому диску Сонця. Ф. мають неоднорідну структуру, гол. елементами якої є ниткоподібні утвори завдовжки 20 — 100 тис. км, розташовані уздовж силових ліній магнітного поля активної ділянки, яскраві маленькі точки діаметром до 1500 км та яскраві ділянки розмірами близько 5 000 км.

Середня інтенсивність випромінювання Ф. збільшується на стадії зростання групи плям. Потім яскравість Ф. послаблюється, доки розпорощені магнітні поля не зіллються з фоном. Короткоспільні коливання яскравості деталей Ф. супроводжуються змінами локальних магнітних полів. Магнітне поле Ф. може досягати 0.08 Т (800 Гс). Речовина в Ф. має вищу температуру та густину, ніж у навколоїніх спокійних ділянках.

**ФЛЮКСУЛА** (англ. *flux* — потік) — те ж саме, що і магнітний елемент.

**ФЛЮКТУАЦІЇ ГУСТИНИ** (від лат. *fluctuatio* — безперервний рух, коливання) — локальні збільшення густини ли-

ше речовини або речовини і випромінювання, зокрема, в ранньому *Всесвіті*. У цьому випадку, щоб пояснити наступне утворення галактик, потрібно припустити, що спочатку Ф. г. були дуже малі (менше 1%).

**ФОБОС** — супутник Марса.

Гол. дані про Ф. одержано з космічних апаратів «Марінер-9» і «Вікінг-1» та «Вікінг-2». Розміри гол. півосей Ф. такі, км: велика —  $13.5 \pm 1$ , середня —  $10.7 \pm 0.7$ , мала —  $9.6 \pm 0.7$  км. Маса ( $1.26 \pm 0.1$ )  $\cdot 10^{16}$  кг; густина  $2.2 \text{ г/см}^3$ . Прискорення вільного падіння близько  $0.1 \text{ см} \cdot \text{с}^{-2}$ ; швидкість утікання  $12 \text{ м/с}^{-1}$ . Зоряна величина візуальна в опозиції  $V_0 = 11.6^m$ ; показник кольору  $B-V=0.6^m$ . Фазовий коефіцієнт —  $0.019^m$  на  $1^\circ$ . Фазовий інтеграл — 0.27. Геом. альбедо в смузі V дорівнює  $0.066 \pm 0.06$ , сферичне — 0.018.

Результати поляризаційних спостережень (від'ємна гілка поляризації) та низька теплопровідність свідчать про наявність на поверхні Ф. шару реголіту. Фотометр. спостереженнями виявлено, що Ф. має майже чорний колір. Він відбиває 5% світла, щопадає на нього, з довжиною хвилі 0.4—1.1 мкм і лише 1% — з довжиною хвилі 0.2 мкм. Уважають, що склад поверхні Ф. близький до складу вуглистих хондритів. Можливо, на Ф. багато льоду. Поверхня його густо всіяна кратерами й ускладнена гребенеподібними формами (рис.).

Найбільший кратер Стікні має діаметр 8 км. Виділено й ін. форми рельєфу: видовжені депресії, ланцюжки і групи довгастих кратерів неправильної форми, паралельні лінійні смуги. Припускають, що товщина реголіту сягає сотень метрів, змінюючись від місця до місця. На окремих ділянках, можливо, є виходи корінних скельних порід.



Фобос

Густіна кратерів ударного походження на Ф. близька до насичення, тобто до такого розподілу, коли кратери, які щойно утворилися, стирають ті, що бу-

ли раніше. Кратери з розміром 1—2 км мають щільність 0.10—0.01 на 1 км<sup>2</sup>, що аналогічне щільності місячних кратерів. Розподіл дрібних кратерів підпорядкований тій же закономірності, що й більших. Багато рельєфних утворів на Ф. пов'язані з ударним походженням кратера Стікні. Ф. не пройшов стадію диференціації речовини і, мабуть, є астероїдом, що його захопив Марс.

**«ФОБОС»** — багатоцільова програма експедиції до Марса двох автоматичних міжпланетних станцій (АМС). Апаратура, встановлена на АМС (30 приладів), створена завдяки кооперації 13 країн. Запуск відбувся на початку липня 1988 з космодрому «Байконур» (СРСР). Було заплановано дослідження міжпланетного космічного простору, Сонця, Марса та Фобоса. У вересні 1988 перший апарат припинив функціонування. У березні—квітні 1989, коли «Фобос-2» перебував поблизу Фобоса, зв'язок з ним було втрачено. Отримано зображення Сонця в рентген. діапазоні, зареєстровані потужні спалахи сонячні. Виміряно магнітне поле планети Марс, отримано дані про радіаційні пояси планети, відомості про атмосферу, мінерали поверхні, теплові характеристики. Під час експерименту з відстані 1 100—200 км отримано близько 40 зображень Фобоса, які охоплюють понад 50% його поверхні.

**ФОГЕЛЬ Герман Карл, Vogel H. C. (1841 — 1907)** — нім. астроном, член Берлінської АН. У 1882—1907 — директор Потсдамської обсерваторії.

Наук. праці стосуються астроспектроскопії. Складав перший спектроскопічний каталог зір до 7.5<sup>m</sup> у зоні від 20° північного до 1° південного схилення. Разом з Ю. Шейнером виконали перші систематичні точні вимірювання променевих швидкостей зір, виявили періодичні зміни швидкості в Алголя й остаточно довели (1889), що змінність близьку цієї зорі зумовлена затемненнями у подвійній системі, визначили спектр. подвійність  $\alpha$  Діви (Спіки) та  $\alpha$  Ліри, склали каталог променевих швидкостей 52 зір.

**ФОГЕЛЬ Роберт Пилипович (1859—1920)** — укр. астроном. З 1899 — професор Київського ун-ту, з 1901 — директор Київської обсерваторії.

Наук. праці стосуються теор. астрономії. Розвинув і доповнив класичні методи визначення орбіт планет і комет.

**ФОГТА—РЕССЕЛА ТЕОРЕМА:** якщо тиск, непрозорість і швидкість генерації енергії залежать тільки від локальних значень густини, *температури* і хім. складу, то будова зорі повністю визначена її масою і хім. складом.

Згідно з Ф.—Р. т., масою і хім. складом зорі визначені, зокрема, її інтегральні характеристики: *світність*, радіус, ефективна т-ра.

**ФОКАЛЬНА ПЛОЩИНА** (лат. focus — вогнище, осередок) — ідеально у геом. оптиці це площа, що перпендикулярна до гол. *оптичної осі* системи і проходить через її гол. фокус. Реально — це крива поверхня, яку описують положенням усіх фокусів системи і розміри якої обмежені допустимими аберраціями (див. *Аберація оптичної системи*).

**ФОКУС** (лат. focus — вогнище, осередок) оптичної системи. Якщо на оптичну систему спрямувати паралельний пучок світла, то для збиральних систем Ф. — це точка, в яку промені збігаються на виході з системи (дійсний фокус), а для розсіювальної системи Ф. — це точка перетину формального продовження променів, що розбігаються (уявний Ф.). У реальних системах Ф. має вигляд плями, розміри якої залежать від аберрацій (див. *Аберація оптичної системи*). Ф. називають гол., якщо він розміщений на гол. *оптичній осі*. В телескопах Ф. гол. дзеркала називають прямим Ф. або, первинним.

**ФОКУС КУДЕ** (від фокус та франц. *coudé* — колінчастий, зігнутий коліном, ламаний) — фокус схеми куде, одного з варіантів дводзеркальних оптичних систем телескопів, у яких завдяки додатковим плоским дзеркалам зображення об'єктів потрапляє в полярну вісь телескопа, а потім надходить у спеціальне приміщення, де встановлено стаціонарні прилади, частіше спектр. (напр., спектрографи куде). Еквівалентна фокусна відстань схеми куде порівняно з ін., є найбільшою. Її відносний отвір може бути менше 1/30.

Робоче поле Ф. к. обертається навколо *оптичної осі* зі зміною *годинного кута*.

**ФОКУСНА ВІДСТАНЬ** — у першому наближенні це відстань від центра оптичної системи (лінзи, об'єктива) до її гол. фокуса. Точно Ф. в. визначають як відстань  $f$  від фокуса ( $F$  — переднього,  $F'$  — заднього) оптичної системи до її гол. точки  $H$  ( $H'$ ), визначеній перетином передньої (задньої) гол. площини з гол. оптичною віссю (див. ст. *Лінзи оптичні*).

Гол. площини перпендикулярні до гол. оптичної осі. Їхні положення можна відшукати за місцем перетину двох прямих, одна з яких збігається з паралельним до гол. оптичної осі променем, а ін. — з його продовженням після заломлення системою, що проходить через фокус  $F$  ( $F'$ ).

Для сфери формула Ф. в. має такий вигляд:  $f' = R/2$ , де  $R$  — радіус сфери. Ф. в. для відбивних поверхонь вимірюють від їхніх вершин (точка перетину відбивної поверхні та гол. оптичної осі).

Для оптичних систем використовують поняття еквівалентної Ф. в., що є вислідною для всіх елементів системи (див. *Кассегрена система*).

**ФОМАЛЬГАУТ** — зоря  $\alpha$  Південної Риби ( $1.16''$ ). Зоря головної послідовності.

**ФОМІН** Петро Іванович (нар. 1930) — укр. фізик-теоретик, чл.-кор. НАН України (1990), професор (1972). Закінчив Харківський ун-т (1953), працював у Харківському фіз.-техн. ін-ті АН УРСР (1957—1972), з 1972 — в Інт. теор. фізики НАН України, з 1974 — керівник відділу астрофізики і фізики елементарних частинок.

Гол. наук. праці стосуються квантової теорії поля, фізики елементарних частинок, квантової космології і релятивістської астрофізики. Розробив теорії спонтанного квантового народження замкнутою Всесвіту у вакуумі, інверсій геомагнітного поля, квантово-польову теорію активності квазарів і радіогалактик. Заслужений діяч науки України. Лауреат премії НАН України ім. М. П. Барабашова.

**ФОН НІЧНОГО НЕБА** — середня характеристика випромінювання неба, гол. внесок у яку роблять: світіння атмосфери Землі, зодіакальне світло, а також світло зір Галактики. Ф. н. н., як мінімум, у сто разів перевищує

нове випромінювання Всесвіту в оптичному діапазоні хвиль.

Ф. н. н. у синьо-зеленій ділянці спектра відповідає випромінюванню зорі, для якої  $m_V \approx 21.5''$  з квадратної секунди (кв.с) небосхилу ( $2.5 \cdot 10^{-5}$  фотонів  $\cdot$  нм $^{-2} \cdot$  см $^{-2} \cdot$  с $^{-1}$   $\cdot$  кв.с $^{-1}$ ). Без урахування атмосфери Ф. н. н. становив би  $22.0''$  з кв. с.

У разі обрання місця для обсерваторії потрібно враховувати пропозиції комісії № 50 МАС щодо неперервного Ф. н. н., а саме: штучне освітлення не повинно збільшувати мінімальну яскравість Ф. н. н., яку вимірюють на висоті  $45^\circ$ , більше ніж на 10% у спектр. діапазоні 300 — 1 000 нм (за умов вилучення ліній натрію  $D$ ). Поблизу  $\lambda=550$  нм випромінювання нічного неба повинно бути близько  $(10^7/4\pi)$  фотонів  $\cdot$  нм $^{-2} \cdot$  см $^{-2} \cdot$  с $^{-1}$ .

**ФОРБУША ЕФЕКТ** — зменшення

інтенсивності космічних променів зі

збільшенням сонячної активності (і

навпаки).

Виявлений С. Форбушем у 1954.

**ФОРТ ІРВІН ОБСЕРВАТОРІЯ** (Fort Irvin Observatory) — те ж саме, що Й. Голдстоун комплекс.

**ФОТОГРАФІЧНА ЗЕНІТНА ТРУБА**

— інструмент для сумісних визначень широти і поправки годинників за спостереженнями навколополярних зір.

Основа Ф. з. т. — металева колона, укріплена вертикально на масивному фундаменті. У верхній її частині розміщений об'єктив, унизу під об'єктивом на половині фокусної відстані — ртутний горизонт. Промені від зорі, відбившись від поверхні ртуті, потрапляють на фотографічну плівку, що розташована нижче від об'єктива.

**ФОТОДЕСОРБЦІЯ** (від грец. φῶς (φωτος) — світло, лат. *de* — виділення, *sorbo* — поглинаю) — вибивання молекул з поверхні міжзоряніх пилинок квантами світла.

Ф. — один з механізмів руйнування міжзоряніх пилових частинок.

**ФОТОЕЛЕКТРОННИЙ ПОМНОЖУВАЧ** (ФЕП) — вакуумний фотоелемент,

у якому завдяки вторинній емісії електронів на додаткових електродах (динодах) перед їхнім потраплянням на анод (колектор) виникає багатокаскадне, до 20 разів, посилення струму фотокатода.

Загальне посилення  $k$  ФЕП досягає  $10^9$ — $10^{11}$ ,  $k=\sigma^n$  ( $n$  — кількість каскадів посилення, динодів;  $\sigma$  — коефіцієнт вторинної емісії електронів). Напруга живлення ФЕП становить 700—3 200 В. На кожному з наступних динодів вона вища на 50—100 В. Спектр. діапазон ФЕП залежить від матеріалу фотокатода та є в межах від 0.2 до 1.5 мкм. ФЕП використовують для реєстрування дуже слабких світлових сигналів унаслідок посилення первинного фотоструму у спектро- та фотометр. апаратурі.

**ФОТОЕЛЕМЕНТ** (від грец. φῶς (φωτός) — світло і лат. elementum — первісна речовина) — прилад, у якому під дією світла, що падає на нього, виникає електрорушійна сила (е.р.с.) або генерується електрострум.

Розрізняють **Ф.** із зовн. та внутр. фотоефектом. Перші бувають вакуумні і газонаповнені. В них світло вибиває електрони з фотокатода, а прикладене електричне поле прискорює їх у напрямі до анода. Другі створені на напівпровідниках (селен, кремній, арсенід галію та ін.), у яких під час поглинання оптичного випромінювання збільшується кількість рухомих носіїв заряду — електронів та дірок, які просторово розмежовані електричним полем *p-n*-переходу або контакту метал-напівпровідник, що призводить до виникнення фото-е.р.с. (фотоелектронний помножувач). **Ф.** використовують у системах автоматики, для записування та відтворення звуку, фотометрії, в сонячних батареях тощо. (див. *Фотоелектронний помножувач*, *Приймачі випромінювання*, *Твердотільні фотоприймачі*).

**ФОТОЕФЕКТ** (від грец. φῶς (φωτός) — світло і лат. effectus — виконання) — явище переходу зв'язаних електронів у новий енергетичний стан під дією освітлення.

Ф. поділяють на зовн., внутр. та вентильний. На Ф. ґрунтуються дія *фотоелементів*. Відкрив явіще Ф. 1887 Г. Герц. Перші фундаментальні дослідження Ф. виконані А. Г. Столетовим, теор. пояснення законів Ф. дав А. Ейнштейн у 1905.

**ФОТОМЕТРИ** (від грец. φῶς (φωτός) — світло і μέτρον — міра) — прилади для вимірювання яскравості, зоряних

величин тощо, які виділяють певний світловий потік та реєструють його у часі *приймачем випромінювання* із заданою спектр. чутливістю. Значно точнішими є Ф., які вимірюють відносні потоки та побудовані за багатоканальною схемою, коли один з каналів використовують як опорний за допоміжним джерелом, напр., за стандартною зорею (тоді ліпше враховані змінні фактори, особливо пов'язані з процесами, що відбуваються в земній атмосфері).

З середини XIX ст. застосовували візуальні Ф., а з 1914 — електрофотометри з оптичними перетворювачами світлових сигналів в електричні, в основі яких є фотокатод (див. *Приймачі випромінювання*).

Фотоелектричну реєстрацію впроваджують декількома методами, а саме: «інтегральними», такими як метод вимірювання на постійному струмі (напр., робота *фотоелектронного помножувача* в аналоговому режимі), метод накопичення заряду та метод синхронної детекції; а також метод лічби фотонів, який є переважним для реєстрації дуже слабких об'єктів. У сучасних Ф. інформацію записують та аналізують на ЕОМ.

**ФОТОМЕТРИЧНА СИСТЕМА** — набір ділянок спектра (смуг), у яких вимірюють потоки випромінювання небесних об'єктів.

Ф. с. може містити від однієї до кількох десятків смуг. Ф. с. з  $N$  смуг називають *N-колірною*. *Зоряна величина* у смузі

$$m_i = -2.5 \lg \int_{\lambda_{1i}}^{\lambda_{2i}} i(\lambda) \psi_i(\lambda) d\lambda + C_i,$$

де  $\psi_i(\lambda)$  — крива реакції  $i$ -ї смуги, яку, як звичайно, використовують у нормованому на макс. значення вигляді;  $i(\lambda)$  — крива розподілу енергії в спектрі спостережуваного об'єкта;  $C_i$  — калібрувальна стала, якою визначений нуль-пункт зоряних величин у конкретній смузі;  $\lambda_{1i}$ ,  $\lambda_{2i}$  — межі діапазону хвиль, у якому крива реакції фотометричної системи відмінна від нуля. Різницю зоряних величин у двох смугах називають *показником кольору*. *N-колірна* Ф. с. цілковито залежить від задання  $N$  кривих реакцій і  $N$  сталих  $C$  або задання  $N$  кривих реакцій, однієї сталої  $C_i$  і  $(N-1)$  показників кольору.

За пропозицією *B. Стремгрена* використовують таку класифікацію Ф. с. Системи з кривими реакції, півширина яких перевищує 30 нм, називають широкосмуговими, системи з кривими реакції, півширини яких є в межах 10—30 нм — середньосмуговими, системи з півширинами до 10 нм — вузькосмуговими.

Ф. с., що є на конкретному *телескопі* з певним комплектом апаратури, називають інструментальною Ф. с. Кожна Ф. с. має індивідуальні криві реакції. Для порівняння результатів, одержаних на різних інструментах (тобто в різних інструментальних Ф. с.), вибирають деяку опорну або стандартну Ф. с., у яку переводять усі одержані спостереження.

Серед широкосмугових Ф. с. найвідоміша і найчастіше використовувана система *UBV* і подальші варіанти її розширення в довгохвильову частину спектра.

З середньосмугових Ф. с. найефективніші системи Голе (5 смуг, спектр діапазон 345—585 нм), Вальравенів (5 смуг, 327—545 нм), Стремгрена—Пері (4 смуги, 350—547 нм), Вільнюська система (8 смуг, 346—655 нм).

У вузькосмуговій Ф. с. —  $H_{\beta}$ -система Кроуфорда — використовують два інтерференційні фільтри, центровані на лінію  $H_{\beta}$ .

**ФОТОМЕТРИЧНИЙ ВИГРАШ** — відносне зменшення часу експозиції у випадку застосування наданого підсилювача зображення та безпосереднього фотографування.

Ф. в. — одна з характеристик *приймача випромінювання*. Використовують для опису відносної чутливості складних багатоканальних приймачів випромінювання з фотографічною реєстрацією зображення.

**ФОТОМЕТРИЧНИЙ ПАРАДОКС**, Ольберса—Шезо парадокс — суперечність між спостережуваною яскравістю нічного неба і теор. яскравістю нічного неба, що відповідає моделі статичного, нескінченного *Всесвіту*, порівняно рівномірно заповненого зорями.

У межах такої моделі Всесвіту промінь зору, продовжений до нескінченності в будь-якому напрямі, врешті-решт «наштовхнеться» на поверхню зорі, тобто вся небесна сфера повинна бути перекрита дисками ядерними. Оскільки яскравість зоряної поверхні не залежить

від відстані до неї, то яскравість неба у всіх напрямках повинна бути порівнянною з яскравістю поверхні *Сонця*. Насправді яскравість нічного неба приблизно на 13 порядків менша. В цьому і полягає суть Ф. п., сформульованого у 1744 швейц. астрономом Ж. Шезо і дослідженого в 1826 нім. астрономом Г. Ольберсом.

Урахування взаємодії *випромінювання* зір із *міжзоряним середовищем* не усуває суперечності, бо в міжзоряному середовищі світло головно розсіюється, а не поглинається, тому середня яскравість нічного неба не може суттєво зменшитися.

Ф. п. легко усунути з урахування розширення *Всесвіту*. Відомо, що швидкість віддалення галактики прямо пропорційна відстані до неї. Ця швидкість суттєво впливає на кількість прийнятої від галактики енергії.

По-перше, від галактики, що віддаляється, спостерігач приймає за одиницю часу меншу кількість фотонів, ніж у випадку нерухомої галактики. Бо якщо галактика віддаляється, то два фотони, випущені з інтервалом часу  $\Delta t$ , будуть прийняті спостерігачем з інтервалом  $\Delta t_1 > \Delta t$ , оскільки другий фотон вимушений подолати більшу відстань, ніж перший.

По-друге, енергія кожного фотона у випромінюванні галактики, що віддаляється, зменшується внаслідок *Доплера ефекту*. І коли швидкість віддалення галактики прямує до *швидкості світла*, то кількість енергії, яку приймають від неї, зменшується до нуля.

**ФОТОМЕТРИЧНІ ПОДВІЙНІ**, затемнювані подвійні, затемнювані змінні — нероздільні під час спостережень у *телескоп подвійні системи*, загальна зоряна величина видима яких змінюється внаслідок періодичних, з погляду земного спостерігача, затемнень однієї зорі системи ін.

Ф. п. можуть бути тільки такі подвійні системи, для яких кут між променем зору й орбітальною площиною системи є досить малим. На *кривих блиску* Ф. п. спостерігають глибокі гол. мініуми, які повторюються з періодом, що дорівнює орбітальному, а між ними — мілкіший вторинний мініум. Залежно від форми кривої блиску Ф. п. поділяють на три типи:

- 1) тип *Алголя*, у яких крива блиску має чітко виражені гол. і вторинний мінімуми, а між ними блиск майже ста-лій (у деяких випадках вторинний мінімум можна не простежувати);
- 2) тип  $\beta$  *Ліри*, у яких крива блиску має нечітко виражені два мінімуми різної глибини (вторинний мінімум суттєво мілкіший, ніж гол.), а блиск між ними безперервно змінюється.
- 3) тип *W Великої Ведмедиці*, у яких крива блиску має також два нечітко виражені мінімуми майже однакової глибини, блиск між ними безперервно змінюється.

Форма кривої блиску визначена співвідношенням між блиском компонент системи і відхиленням їхньої форми від сферичної. Напр., Ф. п. типу Алголя — це системи з майже сферичними компонентами, Ф. п. типу  $\beta$  Ліри — системи з еліпсоподібними компонентами неоднакової яскравості, а Ф. п. типу *W Великої Ведмедиці* — еліпсоподібні компоненти майже однакової яскравості.

Виявлено понад 5 тис. Ф. п.

**ФОТОН** (грец. φῶς (φωτός) — світло) — елементарна частинка, квант електромагнітного випромінювання. Під час поширення виявляє хвильові властивості, а під час взаємодії з речиною — і корпускулярні. Енергія Ф. пропорційна до частоти випромінювання:

$$E = h \nu,$$

де  $h = (6.6260755 \pm 0.0000040) \cdot 10^{-34}$  Дж·с — стала Планка. Маса спокою Ф. дорівнює нулю, спін — одиниці, швидкість у будь-якій інерціальній системі відліку — швидкості світла. Ф. бувають дипольними і квадрупольними, вони підпорядковані статистиці Бозе—Ейнштейна (бозони).

**ФОТОСФЕРА** (зорі) (грец. φῶς (φωτός) — світло і σφαῖρα — куля) — зовн. шар зорі, у якому формується її видиме випромінювання. Товщина Ф. мала порівняно з радіусом зорі.

**ФОТОСФЕРНА СІТКА** — великомасштабна комірчаста структура фотосфери, яка вкриває весь диск Сонця. Ф. с. збігається з сіткою фотосферних магнітних полів та, в загальних рисах, з хромосферною сіткою.

**ФРАНК-КАМЕНЕЦЬКИЙ** Давид Альбертович (1910—1970) — рос. фізик і астрофізик. У 1935—1956 працював в

Ін-ті хім. фізики АН СРСР, з 1956 — в Ін-ті атомної енергії ім. І. В. Курчатова. Професор Московського фіз.-техн. ін-ту.

Астрофіз. праці присвячені розробці теорії внутр. будови й еволюції зір, теорії пульсацій цефеїд, ролі ударних хвиль у косм. явищах.

**ФРАУНГОФЕР Йозеф**, Fraunhofer J. (1787—1826) — нім. фізик і оптик, член Баварської АН. У 1817 заснував у Мюнхені оптико-механічну фірму (з 1818 — директор), з 1823 — професор Мюнхенського ун-ту.

Наук. праці стосуються фіз. оптики. Запровадив суттєві удосконалення в технологію виготовлення великих ахроматичних об'єктивів, винайшов окулярний мікрометр і геліометр-рефрактор. Рефрактори, виготовлені Ф., сприяли успіхам астрономів у точних спостереженнях. Уперше 1814 виявив численні лінії поглинання у сонячному спектрі, що пізніше названі його ім'ям. Увів у практику астр. спостережень об'єктивну призму. В 1821 уперше застосував дифракційні гратки для вивчення спектрів.

**ФРАУНГОФЕРІВ СПЕКТР** — сукупність ліній поглинання різної інтенсивності в спектрі Сонця, зір та ін. косм. об'єктів (див. Фраунгоферові лінії).

**ФРАУНГОФЕРОВІ ЛІНІЇ** — лінії поглинання в спектрі Сонця, зір та ін. косм. об'єктів. У 1802 У. Волластон помітив сім темних смуг у спектрі Сонця, а через 20 років із досконалішою апаратурою їх незалежно виявив та дослідив Й. Фраунгофер. Цей же учений склав і перший каталог ліній поглинання, в якому описав 574 лінії (сучасні каталоги містять понад 20 000 ліній). Ф. л. та неперервний спектр утворюються в фотосфері. На частотах, які відповідають неперервному спектру, непрозорість фотосфери мала, і випромінювання майже вільно її покидає; однак на довжинах хвиль, що відповідають спектр. лініям, непрозорість суттєво збільшується — атоми поглинають випромінювання зі строго визначенними довжинами хвиль. У цьому випадку коефіцієнт поглинання в центрі лінії більший, ніж у її крилах (тому Ф. л. мають клиноподібну форму з вузькою центр. частиною, яка розширюється на переході до неперервного спектра). Захоплені фотони можуть перевипромі-

нюватися в ін. напрямах та на ін. довжині хвилі, і тому для спостерігача вони нібіто зникають, тобто відбувається послаблення випромінювання у вигляді лінії поглинання. Площа, яку займає лінія (*еквівалентна ширина спектральної лінії*) — найважливіший (поряд із довжиною хвилі) її параметр. Він визначає кількість поглинутої в лінії енергії.

Ф. л. є важливим джерелом інформації про хім. склад атмосфери Сонця і зір та про фіз. умови в них. Найдетальніше вивчені Ф. л. в спектрі Сонця. Усього в спектрі Сонця вже ототожнено лінії 72 хім. елементів.

У 1896 виявлено ефект червоного зміщення, тобто те, що довжини хвиль Ф. л. у центрі сонячного диска дещо більші, ніж довжини хвиль цих же ліній у земних лабораторіях. Частково цей результат вдалось пояснити в рамках загальної теорії відносності: зміщення зумовлене різницею гравітаційних потенціалів Сонця та Землі. Проте реальне зміщення багатьох ліній виявилося меншим, ніж передбачала теорія відносності, крім того, це зміщення для різних Ф. л. було різним: чим слабкіша лінія, тим більші розбіжності між теорією та результатами спостережень. У 1907 з'ясовано, що довжини хвиль Ф. л. у центрі сонячного диска дещо менші, ніж на його краю (з урахуванням обертання Сонця). Це так званий лімб-ефект. Значення цього зміщення центр—край неоднакова для різних ліній. У 1955 виявлено, що Ф. л. у спектрі Сонця асиметричні: праве крило (довгі хвилі) не збігається з лівим. Характер та розміри асиметрії залежать від еквівалентної ширини Ф. л. та її положення на диску Сонця.

Детально всі ці явища (червоне зміщення, лімб-ефект, асиметрія) досліджені після появи монохроматорів по-двоїної дифракції, які відіграли вирішальну роль у підвищенні точності спостережень.

Однак тільки у 80-х рр., після того, як були побудовані тривимірні гідродинамічні моделі атмосфери Сонця, вдалося пояснити червоне зміщення, лімб-ефект та асиметрію ліній. Усі ці явища зумовлені складними конвективними та коливальними рухами речовини в атмосфері Сонця.

На початку 80-х рр. у спектрі Сонця, в його далекій ІЧ частині несподівано виявили емісійні лінії нейтральних атомів H, Mg, Al, Si та Ca. М. Карлсон, Р. Руттен та Н. Щукіна на початку 90-х рр. запропонували механізм, який пояснює утворення цього нового класу спектр. ліній. Під дією УФ надіонізації атомні рівні цих емісійних ІЧ ліній дещо недонаселені, причому верхні рівні трохи менше недонаселені, ніж нижні. В далекій ІЧ ділянці спектра незначна (декілька відсотків) різниця в ступені недонаселеності рівнів зумовлює суттєве (декілька десятків відсотків) перевищення функції джерела над функцією Планка і, як результат, виникнення емісійної лінії. Пояснення механізму світіння емісійних ІЧ ліній відкриває широкі можливості для діагностики атмосфери Сонця, зокрема під час дослідження магнітних полів.

**ФРІДА РАДІУС** — розмір  $r_0$  такої ділянки плоскої хвилі, що падає на телескоп у площині вхідного отвору, у межах якої значення флюктуацій різниці фаз світлових хвиль у середньому менше  $\lambda$ , тобто де випромінювання можна вважати когерентним. На практиці Ф. р. — це діаметр такого ідеального об'єктива, дифракційне розділення якого в ідеальних атмосферних умовах дорівнює розділенню великого телескопа під час спостережень через атмосферу з реальним рівнем турбулентних оптических перешкод. Напр., в адаптивній оптиці параметр  $r_0$  застосовують з метою визначення оптимального розміру елементарного коригувального елемента для виправлень спотворення атмосферою Землі плоского хвильового фронту.

Через турбулентний оптичний фактор  $I$  (див. *FWHM* та *Дрижання зоряного зображення*)  $r_0$  пов'язують з ін. характеристиками якості зоряного зображення.

У випадку нічних астр. спостережень з поверхні Землі для багатьох місць типові значення  $r_0$  є приблизно в межах 4—10 см. Найліпші атмосферні умови дають  $r_0$  близько 50 см.

В астр. практику параметр  $r_0$  увів амер. вчений Д. Л. Фрід 1966.

**ФРІДМАН** Херберт, Friedman H. (нар. 1916) — amer. астроном, член Нац. АН США. Працював у Дослідній лабораторії Військово-морського флоту США,

у Центрі косм. досліджень, в ун-ті шт. Мериленд.

Один із засновників позаатмосферної астрономії. Керував першими експериментами з виявлення рентген. випромінювання. Один із засновників Міжнародної академії астронавтики.

**ФРІДМАН Олександр Олександрович (1888—1925)** — рос. математик і геофізик. З 1920 працював у Гол. фіз. обсерваторії (з 1924 — Гол. геофіз. обсерваторія).

Наук. праці присвячені проблемам динамічної метеорології, фізиці атмосфери і релятивістській космології. В 1922—1923 отримав розв'язки гравітаційних рівнянь А. Ейнштейна, з яких випливало існування нестационарних моделей Всесвіту, що відрізнялися від стаціонарного Всесвіту Ейнштейна. Теорію Всесвіту, що розширюється, було підтверджено експерим. у 1929, коли Е. П. Хаббл відкрив явище розбігання галактик.

**ФРІДМАНА МОДЕЛЬ ВСЕСВІТУ** — нестатична модель Всесвіту, одержана О. О. Фрідманом 1922 з розв'язку рівнянь поля.

Вихідним положенням Ф. м. В. є однорідність Всесвіту та ізотропія Всесвіту, причому термін «Всесвіт» тут використано у вузькому значенні, він еквівалентний терміну «Метагалактика». Особливості розширення Всесвіту у Ф. м. В. визначені критичною густиною

$$\rho_{kp} = 3H^2/(8\pi G),$$

де  $H$  — Хаббла стала;  $G$  — гравітаційна стала. Якщо середня густина матерії у Всесвіті менша від критичної, то розширення Всесвіту буде тривати необмежено — Всесвіт відкритий. Якщо ж середня густина більша від критичної, то після досягнення деякого макс. радіуса Всесвіт почне стискуватися — Всесвіт замкнений. Розбігання галактик підтверджує розширення Всесвіту на сучасному етапі. Середня густина спостережуваної матерії у Всесвіті нижча від критичної, що начебто відповідає відкритому Всесвітові. Однак це не достатній висновок, бо є проблема прихованої маси. Низка ефектів, як, напр., дозоряний синтез гелію і реліктове випромінювання, передбачені в рамках Ф. м. В. і доповнені фіз. гіпотезами про високу температуру Всесвіту на ранніх етапах (див. Гарячий Всесвіт), близьку підтверджені під час спостережень.

Поряд з певними перевагами, Ф. м. В. мала низку недоліків, найсуттєвішим з яких є проблеми *сингулярності* (тобто проблема, пов'язана з нескінченною густиною) і горизонту.

Момент початку розширення Всесвіту або весь початковий етап цього розширення називають *Великим Вибухом*. Стан Всесвіту до Великого Вибуху у Ф. м. В. не розглянуто. Відстань  $R=ct_B$ , де  $c$  — швидкість світла  $t_B$  — вік Всесвіту, називають горизонтом. Очевидно, що горизонт є макс. відстанню між двома причинно пов'язаними точками у Всесвіті. Розширення Всесвіту відбувається повільніше, ніж збільшення горизонту. Отже, точки, які містяться в момент часу  $t_1$  на горизонті, у момент часу  $t_2 < t_1$  перебували за горизонтом і не були причинно пов'язані. Однак причинно непов'язані частини не можуть утворити ізотропний Всесвіт. Саме в цьому і полягає суть проблеми горизонту.

Вирішення проблем сингулярності (початку Всесвіту) і горизонту одержано в моделі Всесвіту, який роздувається.

**ФРІКЕ Вальтер, Fricke W. (1915—1988)** — нім. астроном, член Гейдельберзької АН. З 1955 — директор Астр. обчислювального ін-ту і професор ун-ту в Гейдельберзі.

Наук. праці стосуються фундаментальної астрометрії, кінематики і динаміки зоряних систем. Брав участь у створенні фундаментального каталогу FK4 і керував створенням FK5. Рекомендував нову систему астр. сталих, затверджену 1964 Міжнародним астр. союзом і удосконалену в 1976.

**ФУКО Жан Бернар Леон, Foucault J. B. L. (1819—1868)** — франц. фізик, член Паризької АН. З 1855 працював у Паризькій обсерваторії.

Наук. праці стосуються оптики, механіки, електромагнетизму. В 1851 за допомогою маятника (маятник Фуко) експерим. довів обертання Землі навколо осі. Винайшов гіроскоп. Розробив метод вимірювання швидкості світла за допомогою оберталого дзеркала (метод Фуко). Запропонував метод контролю астр. оптики. Вперше розробив точний метод виготовлення дзеркал для великих рефлекторів і запропонував замість металевих дзеркал використовувати більш легкі й дешеві — скляні, покриті тонким шаром срібла.

**ФУКО НІЖ** — рухомий екран (найчастіше — лезо бритви), який використовують для контролю якості виготовлення дзеркала рефлектора.

Встановивши Ф. н. у центрі кривини дзеркала (на відстані  $2F$ ) й освітивши дзеркало лампочкою, яку розміщують на цій самій відстані (Ф. н. і лампочка повинні бути розміщені з обох боків від гол. оптичної осі дзеркала), фіксують оком рівномірно затемнену поверхню дзеркала, якщо якість його виготовлення висока. У протилежному випадку на дзеркалі видно окремі світлі плями або концентричні зони різної яскравості.

**ФУНДАМЕНТАЛЬНА АСТРОМЕТРІЯ** — розділ астрономії, завданням якого є визначення фундаментальної системи координат, реалізованої у вигляді екваторіальної системи, та потрібної для вивчення положень і руху небесних світил і штучних косм. об'єктів, а також геод. визначень. Спостережні методи Ф. а. поділяють на візуальні, фотографічні та фотоелектричні. Візуальні спостереження координат зір та великих планет виконували на меридіанних колах, вертикальних колах та пасажніх інструментах. Застосування фотоелектричних методів дає змогу автоматизувати ці інструменти. Положення слабких зір, галактик, астероїдів та планет отримують фотографічним шляхом на астрографах. Започатковано позиційні спостереження небесних радіоджерел на радіоінтерферометрах. Провадять позиційні спостереження небесних світил на спеціальних штучних супутниках Землі, напр., на «ГІППАРКОСІ».

**ФУНДАМЕНТАЛЬНА ЕПОХА** — фіксована дата, раніше використана у планетних таблицях С. Ньюкома. За Ф. е. правила дата 1900, січень 0, 12 год ефемеридного часу.

Нова стандартна епоха 2000,0, яку прийнято згідно з резолюцією Міжнародного астрономічного союзу в 1976, віддалена на одне юліанське століття (36 525 діб) від Ф. е.

**ФУНДАМЕНТАЛЬНА СИСТЕМА КООРДИНАТ** — система координат, задана фундаментальним каталогом зір, що містить для деякої кількості рівномірно розподілених по небесній сфері зір середні екваторіальні координати (прямі піднесення і схилення) у вибрану початкову епоху і зміни цих

координат, зумовлені прецесією і власними рухами зір. Ф. с. к. можна відтворити для будь-якої епохи, відмінної від епохи каталогу. Нуль-пункти Ф. с. к. (орієнтація площини екватора небесного і положення точки весняного рівнодення) визначають за спостереженнями тіл Сонячної системи. Сучасні Ф. с. к. ґрунтуються на каталогах С. Ньюкома (для вивчення астрономічних стаїх і поліпшення теорії руху великих планет), Л. Босса (для вивчення нашої Галактики) й А. Ауверса (для створення каталогу зір  $9-10^m$ ). Нині міжнародним стандартом є каталог FK5.

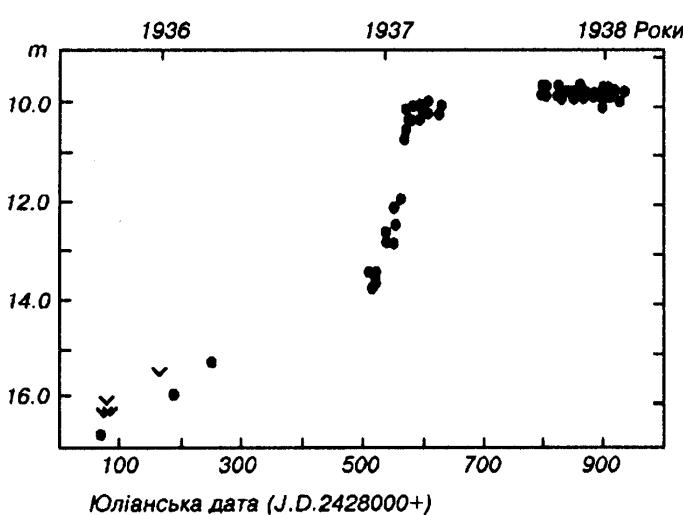
**ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ЗОРИ** — зорі, з яких складено фундаментальні каталоги.

Координати цих зір (а також їхні зміни) визначені з високою точністю. Координати цих зір (а також їхні зміни) визначені з високою точністю. **ФУНДАМЕНТАЛЬНІ КАТАЛОГИ** — зоряні каталоги, у яких міститься перелік фундаментальних зір і зафіксована на небі з найбільшою точністю фундаментальна система координат — основа для вивчення рухів небесних об'єктів і визначення астрономічних координат, часу й азимута для точок на поверхні Землі. Ф. к. є результатом сумісного опрацювання багатьох зоряних каталогів. До Ф. к. треба зачислити каталоги С. Ньюкома, Л. Босса, А. Ауверса. Найточнішим уважають FK5, прийнятий сьогодні як міжнародна основа для астрономічних щорічників і для геофіз. визначень (див. Босса каталог, FK4, FK5, FK6).

**ФУОРИ** — рідкісний тип нестационарних зір, які перебувають на стадії еволюції до головної послідовності. Названі за іменем зорі FU Оріона (FU Ori).

До 1936 на місці зорі FU Ori спостерігали змінну зорю  $16^m$ . Наприкінці 1936 стався спалах, блиск зорі протягом 100 днів збільшився на  $6^m$  і відтоді зменшився лише на  $1.5^m$  (рис.). Інакше кажучи, зоря перейшла до нового, майже в 100 разів вищого, рівня світності. Виявлено п'ять Ф.: FU Ori, V1057 Лебедя (V1057 Cyg), V1515 Лебедя (V1515 Cyg), V1735 Лебедя (V1735 Cyg) і НН 57 (Хербіга—Аро об'єкт).

За деякими типовими ознаками Ф. близькі до змінних зір типу Т Тельця: вони є в асоціаціях зоряних, багаті на літій; один із Ф. (НН 57) пов'язаний з об'єктом Хербіга—Аро. Принаймні одна



Фотографічна крива близьку FU Ori

зоря (V1057 Cyg) до спалаху була змінною зорею типу Т Тельця.

Усі Ф. пов'язані з еліпсоподібними оболонками, причому зоря перебуває в місці, де велика вісь перетинає оболонку. Спектри оболонок однозначно свідчать про те, що вони світяться відбитим світлом, тобто є *відбивними туманностями*. Вважають, що пилова оболонка складається з двох порожнин, утворених біполярним витіканням речовини із зорі.

Можливо, другої порожнини не видно, бо її закриває пил, сконцентрований між порожнинами. Вірогідно, однак, що порожнина насправді тільки одна.

Для пояснення явища Ф. запропоновано декілька гіпотез. За однією з них, Ф. — це зоря, яка швидко обертається, причому швидкість її обертання настільки висока, що з екватора зригається оболонка, яка забирає з собою частину моменту обертання, і структура зорі зазнає змін. Спалах Ф. — прояв цих змін. За ін. гіпотезою, саму зорю ми не бачимо, а спостережуване світіння зумовлене *акреційним диском*. Спалах — наслідок зростання темпу *акреції*. Є й альтернативна акреційна модель, за якою зоря спочатку перебуває у центрі симетричної порожнини, однак має деяку швидкість щодо неї. Коли зоря досягає межі порожнини, вона натрапляє на свіжі запаси акреціючої речовини. Це призводить до спалаху.

Такими повтореннями спалахів формується порожнина (одна), витягнута вздовж напряму руху зорі. Сам факт наявності кількох гіпотез свідчить про те, наскільки проблема Ф. ще далека від остаточного вирішення.

**FK** (Fundamental Katalog) — перший фундаментальний каталог 539 яскравих зір. Складений і опублікований А. Ауверсом 1879. У 1883 опубліковано доповнення до каталогу, у якому описано ще 83 зорі до  $-32^{\circ}$ .

**FK3** (Dritter Fundamental Katalog) — третій фундаментальний каталог 1 587 зір. Складений і опублікований А. Копфом у 1934.

**FK4** (Vierte Fundamental Katalog) — четвертий фундаментальний каталог, який містить точні положення 1 535 зір, складений у Гейдельберзі 1963. З 1964 став основою для створення міжнародного видання «Видимі місця фундаментальних зір».

**FK5** (Fifth Fundamental Catalogue) — п'ятий фундаментальний каталог, поліпшена версія FK4. Додатково до 1 535 зір FK4 містить 3 200 зір, з них близько 2 100 слабких фундаментальних зір. Положення зір наведені на стандартну епоху J2000.0. FK5 складено й опубліковано в Обчислювальному ін-ті в Гейдельберзі 1988.

**FK6** (Sixth Catalogue of Fundamental Stars) — шостий фундаментальний каталог, результат комбінації каталога, отриманого за проектом астрометричного супутника ГІППАРКОС у 1989-1993, та FK5. FK6 містить 4140 зір, складений і опублікований в Астрономічному ін-ті в Гейдельберзі в 1999-2000. Існує комп'ютерна версія FK6.

**FWHM** (абр. з англ. Full Width at Half Maximum — повна ширина (зображення точки) на половині максимуму) — міра якості зоряного зображення у фокусі телескопа для реєстрації з довгою ( $>1$  хв) експозицією, в умовах обмежень, які робить земна *атмосфера* за рахунок т-рої турбуленції та залежності показника заломлення повітря від його т-ри та густини.