

С

СААДЕ Хорхе, Sahade J. (нар. 1915) — аргент. астроном, чл.-кор. Нац. АН у Буенос-Айресі (1970) та Нац. АН у Кордові (1972). Працював в обсерваторіях Аргентини та США. У 1968—1969 — директор обсерваторії ун-ту Ла-Плати, у 1971—1974 — директор Ін-ту астрономії та косм. фізики в Буенос-Айресі. З 1983 працював в Аргентинському ін-ті радіоастрономії.

Гол. наук. праці стосуються фізики зір.

СААКЯН Гурген Серобович (нар. 1913) — вірм. астроном, академік АН Вірменії. Працював в Єреванському ін-ті фізики, в Бюраканській астрофіз. обсерваторії.

Гол. наук. праці стосуються теорії надщільних небесних тіл.

САВИЧ Олексій Миколайович (1811—1883) — рос. астроном, академік Петербурзької АН. У 1839—1880 — професор Петербурзького ун-ту.

Наук. праці присвячені вивченню руху комет, планет та їхніх супутників, теорії затемнень, астр. рефракції. В 1849 вивів гол. елементи орбіти Нептуна й обчислив вікові збурення в його русі, спричинені впливом Урана, Сатурна і Юпітера. Удосконалив методи обчислення орбіт супутників планет і комет.

САВЧЕНКО Костянтин Миколайович (1910—1956) — укр. астроном. З 1934 працював в Одеській обсерваторії, у 1944—1956 — завідувач відділу теор. астрономії.

Наук. праці стосуються небесної механіки та космогонії. Вивчав обертання небесних тіл зі змінною масою, досліджував космогонічну гіпотезу Канта. Написав «Курс небесної механіки» (укр. мовою).

САГАН Карл Едуард, Sagan C. E. (1934—1996) — амер. астроном, член

АН США. З 1968 працював у Корнелльському ун-ті, з 1970 — професор астрономії та косм. наук, директор Лабораторії з вивчення планет, з 1975 — заступник директора Центру радіофізики і косм. досліджень.

Наук. праці присвячені фізиці планет, проблемам походження життя, позаземній біології. Брав участь у започаткуванні та проведенні досліджень з косм. апаратів, які запускали за програмою НАСА. Займався проблемами існування позаземних цивілізацій і зв'язків з ними.

САЙДІНГ-СПРИНГ ОБСЕРВАТОРІЯ, Англо-Австралійська обсерваторія (Siding Spring Observatory) — астрономічна обсерваторія, відкрита в 1973. Розташована за 450 км від м. Сіднея на г. Сайдінг-Спринг (Новий Південний Уельс, Австралія) ($\lambda=+149^{\circ}03.7'$; $\varphi=-31^{\circ}16.4'$; $h=1149$ м).

Гол. напрями досліджень: спектроскопія і фотометрія зір.

Гол. інструменти: 390-см *рефлектор* (Англо-Австралійський телескоп), 104-, 61-см рефлектори, а також 125/183-см *Шмідта телескоп*, що належить *Единбургській обсерваторії*.

САКРАМЕНТО-ПІК ОБСЕРВАТОРІЯ (Sacramento Peak Observatory) — астрономічна обсерваторія, заснована в 1953. Розташована в місцевості Сан-спот на г. Сакраменто (штат Нью-Мексико, США) ($\lambda=-105^{\circ}49.2'$; $\varphi=+32^{\circ}47.2'$; $h=2811$ м).

Гол. напрями досліджень: фізика Сонця.

Гол. інструмент: 40-см *корonoграф* *позазатемнюваний*, сонячний *баштовий телескоп*.

«САЛЮТ» — серія *орбітальних станцій* СРСР для польотів по орбіті навколо Землі.

Польоти відбувалися з космонавтами на борту і в автоматичному (безпілотному) режимі. Перший запуск «С.» здійснено в 1971. Станції серії «С.» призначені для вирішення широкого кола завдань у навколоземному космічному просторі, зокрема для різноманітних астрофіз. досліджень, вивчення Землі, зокрема її поверхні та атмосфери.

САН-ПЕДРО-МАРТИР ОБСЕРВАТОРІЯ (Observatorio an Pedro Martir) — нац. астрономічна обсерваторія Мексики, заснована в 1971. Розташована в м. Сан-Педро-Мартир (Мексика) ($\lambda = -115^\circ 27'$; $\varphi = +31^\circ 03'$; $h = 2830$ м.)

Гол. напрями досліджень: спектроскопія зір, ІЧ астрономія.

Гол. інструменти: 212- і 81-см рефлектори, 153-см ІЧ телескоп, який належить Аризонському ун-ту.

САРОС (давньоєгип. — повторення) — період, за який в одній і тій самій послідовності повторюються сонячні затемнення та місячні затемнення. С. приблизно дорівнює $6585\frac{1}{3}$ доби, або 19 драконічних років = 18 років і $10\frac{1}{3}$ або $11\frac{1}{3}$ доби (залежно від кількості високосних років у цьому проміжку). Протягом одного С. відбувається 43 затемнення Сонця та 25—29 затемнень Місяця.

САТУРН — планета-гігант, шоста за порядком від Сонця. Відстань до Сонця змінюється від 9.0 до 10.1 астрономічної одиниці (1.3—1.5 млрд. км); середня відстань 9.555 а. о. (1.432 млрд. км). Відстань між С. та Землею коливається від 1.2 до 1.6 млрд. км. Видимі кутові розміри диска змінюються від 15 до 20". Ексцентриситет орбіти 0.056; нахил орбіти до екліптики $2^\circ 29.4'$; нахил екватора до площини орбіти 26.73° . Сидеричний період обертання 29.46 року; синодичний період обертання 378.1 доби. Середня швидкість руху по орбіті 9.64 км/с.

Поверхні С. не видно. Фіз. характеристики фігури: екваторіальний радіус (на рівні тиску 10^5 Па) — 60 330 км; полярний радіус — 54 180 км; динамічне стиснення (на рівні тиску 10^5 Па) — 0.09; середній радіус — 57 815 км. Зональні коефіцієнти гравітаційного поля, одержані з аналізу доплерівських даних на ділянках траєкторії автоматичної міжпланетної станції «Піонер-11» та наземних спостережень супутників Са-

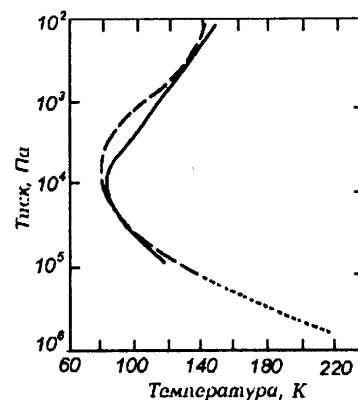
турна: $J_2 = (16.478 \pm 1.8) \cdot 10^{-6}$; $J_4 = (-937 \pm 38) \cdot 10^{-6}$; згодом $J_6 = 84 \cdot 10^{-6}$.

Фазовий інтеграл — 1.6; зоряна величина візуальна С. в середнє протистояння: $V_0 = +0.67^m$; $V(1,0) = -9.0^m$ (на відстані 1 а. о.); показники кольору: $B-V = 1.04^m$; $U-B = 0.6^m$. Геом. альbedo 0.5; сферичне — 0.75. Сонячна стала на С. — 15 Вт/см²; освітленість — 1480 лк. Ефективна температура планети 95 ± 0.4 К; температура на рівні тиску 10^5 Па дорівнює 135 ± 5 К. Відношення теплового потоку до інсоляції 1.79 ± 0.09 ; внутр. потік тепла $(2.01 \pm 0.14) \cdot 10^{-4}$ Вт·см⁻³.

Атмосфера С. складається головнo з водню, гелій становить усього $13 \pm 4\%$ її маси. Хім. склад атмосфери, що є над шаром хмар С., визначений за лініями поглинання у спектрі планети: молекулярний водень — $4 \cdot 10^6$ атмосферо-сантиметрів; метан CH_4 — $3.5 \cdot 10^5$ атм-см. Ін. гази містяться у вигляді незначних домішок: NH_3 , C_2H_6 , H_2S , PH_3 , $^{13}\text{CH}_4$, CH_3D , C_2H_2 .

Зі спостережень CH_3D на «Вояджері» одержано відношення вмісту дейтерію і водню $\text{D}/\text{H} = 2.6 \cdot 10^{-5}$, подібне до виявленого на Юпітері. Знімки, зроблені з «Вояджера-1» та «Вояджера-2», що пройшли повз С. у вересні 1979 і листопаді 1980, засвідчили, що в його атмосфері є різні утвори (смуги, плями, вихори та ін.). Як і в Юпітера, на диску С. видно темні смуги і світлі зони, проте зі значно меншими контрастами кольору. Хмари на С. складаються головнo з твердого аміаку. На великій висоті (рівень тиску 2 кПа) є серпанок, що складається з невеликих частинок (розмір 0.1 мм), який поглинає УФ випромінювання.

На С. виявлено значну північно-південну т-рну асиметрію у верхній тропосфері, що свідчить про сезонні зміни, зумовлені значним нахилом екліптики до екватора. Час



Вертикальний профіль атмосфери Сатурна

від часу з'являються світлі і темні плями, за допомогою яких визначено *період обертання* С.: для екватора — 10 год 10 хв, для помірних широт — 10 год 39 хв, а ближче до полюса — 11 год; *кутова швидкість* обертання $\omega = -1.638 \cdot 10^{-4}$ рад/с. Вертикальна будова атмосфери С. зображена на рис.

Маса С. $5.688 \cdot 10^{26}$ кг ($95.1 M_{\odot}$); середня густина — найменша серед тіл Сонячної системи — 690 кг/м^3 . Друга *космічна швидкість* — 36 км/с.

Внутр. будова С. подібна до будови Юпітера. Близько $2/3$ маси С., мабуть, припадає на водень. За сучасними уявленнями, вся планета перебуває у газорідкому стані, за винятком, можливо, невеликого центр. ядра. До половини радіуса С. водень є у молекулярній фазі H_2 , на більших глибинах, під тиском понад 300 ГПа, він переходить у металічну фазу, а поблизу центра (близько 0.3 радіуса С.) накопичені водневі сполуки та оксиди. Маса ядра становить близько $10 M_{\odot}$. В центрі С. тем-ра $\sim 20\,000 \text{ К}$. С. має власне магнітне поле, сильніше ніж земне. Напруженість екваторіального магнітного поля — 16 А/м (0.2 Е), на північному полюсі — 64, на південному — 52 А/м. Магнітний дипольний момент — $32 \cdot 10^{23} \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Вісь магнітного диполя майже збігається з віссю обертання, нахил $\leq 1^\circ$. Відношення квадрупольного моменту до дипольного — 0.07. Магнітосфера С. (див. *Магнітосфера планети*) нагадує земну, однак значно більша. Є *радіаційні пояси*, причому частинки «виметені» з тих зон, де їхні траєкторії перетинають кільця або орбіти супутників.

Поблизу С. (у межах 8—25 радіусів планети) зареєстровано УФ світіння, зумовлене розсіюванням світла атомарним воднем. Виявлено сплески радіовипромінювання, що повторюються з проміжками в кілька секунд. Ці сигнали покривають широкий діапазон частот і подібні до сигналів від блискавок. Аналогічні грозові явища на Землі і Юпітері не спостерігають унаслідок труднощів диференціації окремих спалахів: приблизно 100 спалахів за секунду на Землі та 80 тис. спалахів на Юпітері, тоді як на С. блискавки спалахують через кожні 5 с.

САХА Мегнад, Saha M. (1893—1956) — інд. фізик і астроном, член Лондон-

ського королівського т-ва. Професор Аллахабадського (1923—1938) і Калькуттського (1938—1955) ун-тів, засновник (1951) і директор Ін-ту ядерної фізики в Калькутті.

Наук. праці стосуються термодинаміки, статистичної фізики, астрофізики, теорії поширення радіохвиль, ядерної фізики. Розробив у 1920—1921 теорію іонізації атомів, що стала однією з фундаментальних підвалин сучасної астрофізики. С. застосував цю теорію для тлумачення спектр. послідовності зір, для вивчення хім. складу атмосфер зір і фіз. умов у них.

САЯНСЬКА СОНЯЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ СибІЗМІР — астрономічна обсерваторія, що належить до СибІЗМІРу, створена 1960. Розташована в Східних Саянах на висоті 2 100 м поблизу м. Іркутська.

Гол. дослідження: оптичні та радіо-астр. спостереження Сонця, дослідження мікрохвильових флюктуацій та коливань в активних ділянках, вивчення зв'язку між джерелами поляризованого випромінювання та плямами, спалахами, ін. утворами.

Гол. інструменти: горизонт. сонячний телескоп АЦУ-5 у комплекті зі спектрографами, магнітографами, інтерференційно-поляризаційними світлофільтрами, коронографами позатемнюваними, радіоінтерферометром з малою базою (який працює на довжині хвилі 3.2 см), радіополяриметром. Неподалік від обсерваторії, у передгір'ях Тункінських Гольців, будують сонячний радіотелескоп-інтерферометр, який названо «Сибірським сонячним радіотелескопом».

СВАНА СМУГИ — спектр. смуги C_2 . С. с. уперше дослідив Г. Сван у 1856. Є типовими для *вуглецевих зір*, простежуються також у *спектрах комет* на малих геліоцентричних відстанях. Довжина хвилі С. с., нм: 438.0, 471.3, 516.4, 563.4, 618.6.

СВЕДЕНБОРГ Еммануїл, Swedenborg E. (1688—1772) — швед. учений і філософ, член Шведської АН. У 1716—1747 був асесором Гірничої колегії в Стокгольмі.

Наук. праці з астрономії стосуються космології й космогонії. Розробив вихрову космогонічну гіпотезу Декарта. Один з перших висловив ідею косм. ієрархії.

СВІНГС Поль, Swings P. (1906—1983) — бельг. астроном, член Бельгійської королівської академії наук, літератури й витончених мистецтв. З 1936 — професор Льєзького ун-ту. Очолював Ін-т астрофізики Льєзького ун-ту.

Наук. праці присвячені експерим. спектроскопії та астроспектроскопії. За допомогою механізму флюоресценції пояснив особливості молекулярних спектрів комет, полярних сьйв і присмеркового неба. В 1937 разом з Л. Розенфельдом уперше виявив молекули в міжзоряному середовищі — в спектрі міжзоряного поглинання було ототожнено лінію молекули CN.

СВІНГСА ЕФЕКТ — аномальне посилення обертальних ліній молекулярних спектрів комет, що виникає завдяки доплерівському зміщенню сонячного спектра, зумовленого орбітальним рухом комет.

СВІТІННЯ НІЧНОГО НЕБА — див. *Фон нічного неба*.

СВІТЛОВА АСТРОНОМІЧНА ОДИНИЦЯ — час, за який світло проходить відстань в 1 астрономічну одиницю. В системі астрономічних сталих С. а. о. $\tau_A = 499.004782$ с.

СВІТЛОВЕ РІВНЯННЯ — те ж саме, що й *абераційний час*.

СВІТЛОВИЙ КВАНТ — див. *Фотон*.

СВІТЛОВИЙ ПОТІК — фіз. величина, що числово характеризує енергію електромагнітного випромінювання видимого діапазону спектра (у межах довжин хвиль $\lambda = 0.38—0.77$ мкм), що проходить за одиницю часу через ділянку освітленої поверхні заданої площі вздовж нормалі до неї з певного тілесного кута. С. п. Φ через задану поверхню можна визначити як добуток фотометр. освітленості E цієї поверхні на її площу σ : $\Phi = E \sigma$.

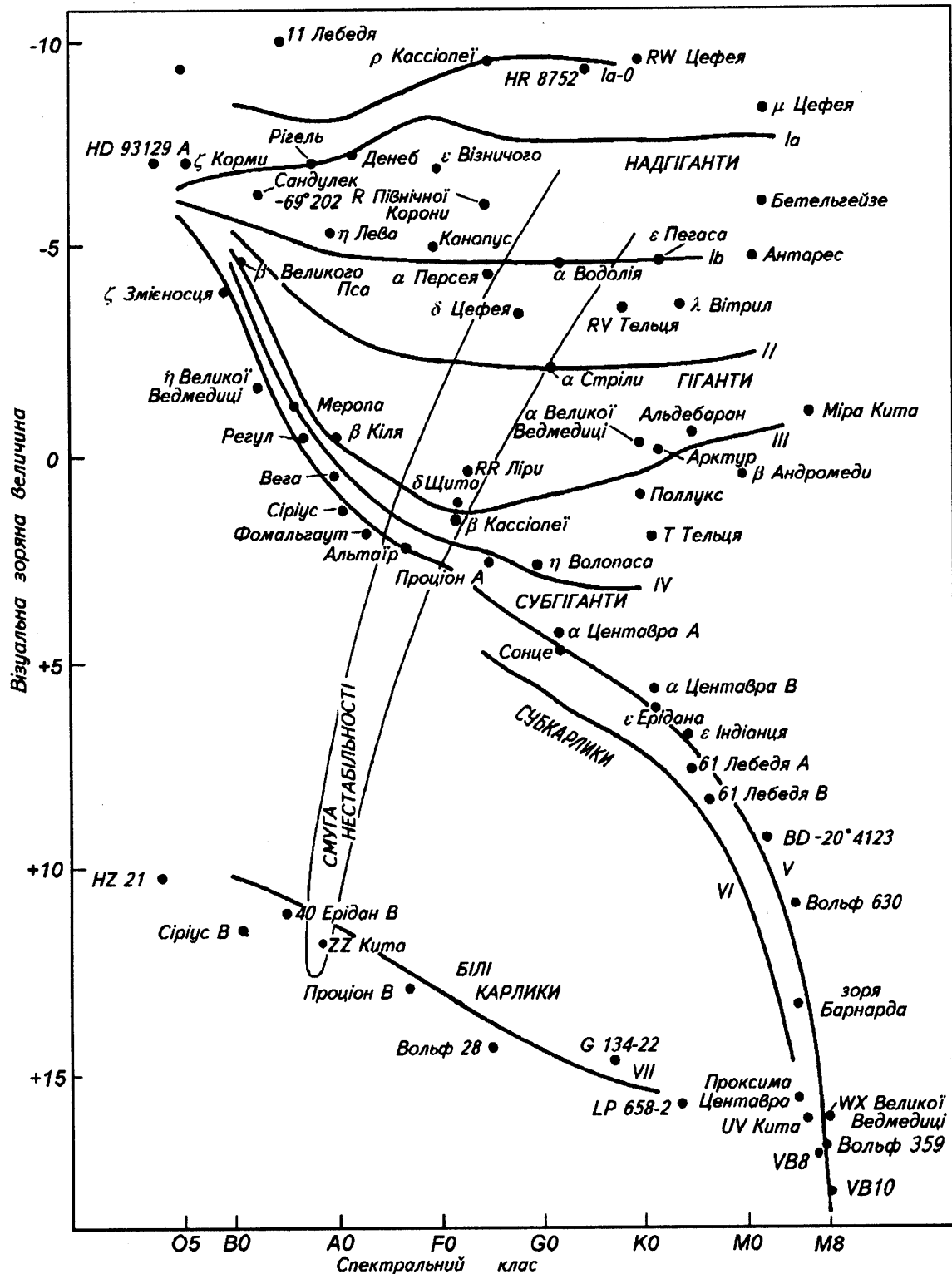
Одиницею вимірювання С. п. в Міжнародній системі одиниць СІ прийнято люмен (лм). До 1979 люмен визначали як С. п. від точкового джерела з силою світла 1 кандела (кд), що випромінював у тілесний кут 1 стерadian; 1 кд визначали як силу світла (тобто С. п. з усієї світної поверхні в тілесний кут 1 ср) моделі чорного тіла з площею поверхні випромінювача $(1/6) \cdot 10^{-5}$ м² при температурі затвердіння платини ($T = 2045$ К) та тиску 101 325 Па. Після 16-ї Генеральної конференції мір і ваги

(1979) одиницю С. п. люмен визначають так: 1 лм = 1/683 Вт для довжини хвилі випромінювання $\lambda = 0.55$ мкм; 1 кд — це сила світла монохроматичного джерела випромінювання при $\lambda = 0.55$ мкм, сила випромінювання якого становить 1/683 Вт/ср (див. *Потік випромінювання*).

Монохроматичний С. п. $F(\lambda)$ — це фіз. величина, пропорційна до монохроматичного потоку випромінювання $\Phi(\lambda)$: $F(\lambda) = K(\lambda) \times \Phi(\lambda)$, де $K(\lambda)$ — спектр. світлова ефективність, тобто усереднена крива денної спектр. чутливості людського ока, спеціально виміряна й затверджена Міжнародним бюро мір і ваги (використовують ін. назви: спектр. світловий еквівалент потоку випромінювання; видність випромінювання). Також часто застосовують відносну спектр. світлову ефективність $V(\lambda) = K(\lambda)/K_{\max}$, де $K_{\max} = 683$ лм/Вт — макс. значення, яке має крива $K(\lambda)$, якщо довжина хвилі $\lambda_{\max} = 0.55$ мкм). С. п. монохроматичного випромінювання ще називають спектр. щільністю С. п., або монохроматичним С. п., і визначають як відношення С. п. у вузькому інтервалі частот (довжин хвиль) до ширини цього інтервалу. С. п. в інтервалі довжин хвиль від λ_1 до λ_2 $\Phi = \int \Phi(\lambda) d\lambda$. Вимірювання С. п. широко використовують в астрономії під час фотометр. досліджень небесних світил.

СВІТЛОВИЙ РІК — позасистемна одиниця довжини, яку застосовують для вимірювання відстаней в астрономії. Скорочення міжнар. (лат. шрифтом) lt-yr (light year), укр. — св. рік. Один С. р. — це відстань, яку проходить світловий промінь у вакуумі (див. *Електромагнітне випромінювання*, *Швидкість світла*) за один тропічний рік; 1 св. рік $= 9.4605 \cdot 10^{15}$ м = 63 240 а. о. = 0.3066 пк. Згідно з міжнар. угодами щодо використання одиниць вимірювань фіз. величин дозволено використовувати С. р. поряд з гол. одиницями довжини Міжнародної системи одиниць СІ.

СВІТЛОФІЛЬТРИ — оптичні середовища та пристрої (скляні пластинки, зафарбовані розчини тощо), які змінюють спектр. склад або енергію світлової хвилі, що падає на них, майже не спотворюючи її фронту. Гол. характеристикою С. є коефіцієнт пропускання $T = \Phi/\Phi_0$, де Φ_0 та Φ — світлові пото-



Зв'язок класів світності з абсолютною візуальною зоряною величиною для зір різних спектральних класів

ки, що перпендикулярно падають на S . та проходять крізь них. Величину $D = \lg(1/T)$ названо оптичною густиною. На практиці використовують обидві спектр. криві — пропускання та оптичної густини $[T(\lambda), D(\lambda)]$. Півширина кривої пропускання $\Delta\lambda$ — це інтервал довжин хвиль, на межах якого $T_\lambda = -T_{\max, \lambda}/2$. Якщо $\Delta\lambda > 30$ нм, то S . називають широкосмуговими; якщо

$10 \leq \Delta\lambda \leq 30$ нм, — середньосмуговими; а з $\Delta\lambda < 10$ нм — вузькосмуговими.

Для виготовлення S . використовують різні оптичні явища: поглинання світла (абсорбційні S .), інтерференцію (інтерференційні S .), відбивання (відбивні S .), поляризацію (поляризаційні S .), дисперсію (дисперсійні S .). Найвужчим S . є інтерференційно-поляризаційні світлофільтри, що складаються з тон-

ких пластинок, виготовлених із кристалів кварцу поперемінно з поляроїдами, для них $\Delta\lambda$ сягає 0.01 нм. Їхня *апертура* достатня для монохроматичного фотографування об'єктів з кутовими розмірами від часток до кількох градусів, що забезпечує вивчення Сонця, планет та ін. об'єктів.

СВІТНІСТЬ — повна кількість енергії, яку випромінює астр. об'єкт з усієї поверхні за одиницю часу.

С. зорі пов'язана з її радіусом R та ефективною температурою $T_{\text{еф}}$ співвідношенням $L=4\pi R^2 \sigma T_{\text{еф}}^4$, де σ — стала випромінювання. С. зорі пов'язана з зоряною величиною абсолютною зорі співвідношенням $M=4.77-2.5\lg L$, де L виражена в одиницях С. Сонця $L_{\odot}=3.86 \cdot 10^{26}$ Вт (див. *Світності класи*).

СВІТНОСТІ КЛАСИ — класи, на які поділять зорі за їхніми *світностями*.

С. к. — другий вимір у сучасній *Йеркській класифікації* або системі Морган—Кінана (МК). Відповідно до зменшення світностей зорі поділять на такі С. к., які позначено римськими цифрами: I — *надгіганти*; II — *яскраві гіганти*; III — *нормальні гіганти*; IV — *субгіганти*; V — *нормальні карлики* (зорі *головної послідовності*); VI — *субкарлики*; VII — *білі карлики*. Клас надгігантів іноді поділяють ще на підкласи сітності: Ia-0 — *гіпергіганти*; Ia — *надгіганти найбільшої світності*; Ib — *надгіганти найменшої світності*. Іноді гіпергіганти виділяють у нульовий клас світності.

Зв'язок С. к. з зоряною величиною абсолютною візуальною для зір різних *спектральних класів* показано на рис. (с.415)

Йеркська класифікація — якісна. Найчастіше використовуваний критерій належності зорі до певного С. к. — співвідношення між інтенсивностями певним чином вибраних пар ліній, які належать елементам у різних стадіях іонізації.

СВІТОВИЙ КАЛЕНДАР — проект календаря, який усував би вади *григоріанського календаря* (різна тривалість місяців, переміщення днів тижня по датах тощо).

Щоб увести С. к., потрібна одночасна згода переважної більшості країн світу.

У С. к. квартали мають однакову тривалість (91 доба), рік і кожний квар-

тал починаються в неділю, у кожному місяці по 26 робочих днів. Це досягнуто завдяки тому, що в С. к. (який містить 364 доби, тобто 52 тижні) додано один, а в *високосному році* два неробочі дні;

Світовий календар

Дні тижня	Місяць		
	Січень Квітень Липень Жовтень	Лютий Травень Серпень Листопад	Березень Червень Вересень Грудень
Неділя	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24
Понеділок	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25
Вівторок	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26
Середа	4 11 18 25	1 8 15 22 29	6 13 20 27
Четвер	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28
П'ятниця	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29
Субота	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30

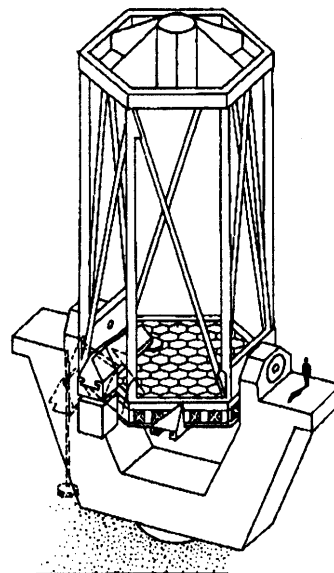
Примітка: після 30 грудня — «День нового року», після 30 червня високосного року — «День високосного року».

вони не мають ні дати, ні позначення дня тижня.

Табель-календар буде той самий для будь-якого року, його можна навести у вигляді короткої табл.

СЕГМЕНТНИЙ ТЕЛЕСКОП (лат. segmentum — відрізок, смуга) — проект 10-м сегментного телескопа Каліфорнійського ун-ту (США).

Особливу увагу в проєкті привертає конструкція гол. дзеркала. В о н о складається із 60 шестикутних сегментів і активної системи керування, що утримує їх у потрібному положенні. Кожний сегмент має діаметр 1.4 м



Загальний вигляд 10-м телескопа

і товщину 10 см. Поверхні сегментів відполіровані так, що у разі ідеального юстування утворюють єдиний параболоїд. Уважають що поле зору становитиме близько 20', 80% світла від зорі буде зібрано в зображенні діаметром 0.33". Загальний вигляд С. т. показано на рис. Проект С. т. реалізовано 1993 (див. *Кека телескоп*).

СЕЙФЕРТ Карл Кінан, Seyfert C. K. (1911 — 1960) — амер. астроном. З 1946 — професор ун-ту Вандербілта в Нашвіллі, з 1953 — директор обсерваторії цього ун-ту.

Наук. праці стосуються вивчення галактик і зоряної астрономії. Детально дослідив галактики з емісійними лініями в спектрах їхніх ядер. Згодом ці галактики назвали сейфертівськими.

СЕЙФЕРТІВСЬКІ ГАЛАКТИКИ — див. *Галактики сейфертівські*.

СЕККИ Анджело, Secchi A. (1818—1878) — італ. астроном. З 1849 — професор і директор обсерваторії Римського єзуїтського колегіуму.

Один із піонерів астроспектроскопії. Протягом 1863—1868 вивчив спектри близько 4000 зір, перший висловив ідею класифікації зоряних спектрів, розробив таку класифікацію. Запропонував теорію будови Сонця. В 1860 уперше сфотографував сонячну корону. Одночасно з У. Хеггінсом виконав перші спектр. спостереження планет. У 1859 помітив дві темні лінії на поверхні Марса і дав їм назву «canali» (протоки), яку потім прийняв Дж. В. Скїапареллі.

СЕКСТАН — те ж саме що й *секстант*.

СЕКСТАНТ, секстан (від лат. sextans (*sextantis*) — шоста частина) — кутомірний дзеркально-відбивний інструмент для вимірювання висот небесних об'єктів над горизонтом.

СЕКСТАНТ — екваторіальне сузір'я. В С. немає зір, яскравіших від 4^m.

Найліпші умови видимості ввечері — березень—квітень.

СЕКТОРНА СТРУКТУРА МІЖПЛАНЕТНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ — розподіл великомасштабної структури сонячного вітру на парну кількість секторів з різною орієнтацією міжпланетного магнітного поля. Сонячний вітер виносить із собою в міжпланетний простір корональне магнітне поле, яке й утворює між-

планетне магнітне поле. Внаслідок того, що сонячний вітер виникає над зонами з різною орієнтацією магнітного поля, він формує потоки з різною орієнтацією міжпланетного магнітного поля, тобто С. с. м. м. п.: чергування секторів, у яких силові лінії магнітного поля виходять з Сонця, з тими, де вони спрямовані до Сонця. Одночасне розширення сонячного вітру й обертання Сонця призводить до того, що С. с. м. м. п. набуває форми архімедової спіралі. Кількість таких секторів, як звичайно, чотири, однак інколи їх буває два або шість. Межа між секторами (струменевий шар) дуже вузька.

СЕКУНДА (лат. *secunda* — друга, наступна, стосувалося спочатку градуса, а потім і години) —

1. Відрізок часу, що становить 1/60 частину хвилини, або 1/3600 частину години. Це одна з гол. одиниць для вимірювання часу. Як таку, С. вперше використав ще нім. учений К. Гаусс, який 1832 опублікував свою Абсолютну систему одиниць. Пізніше С. прийняли як одну з гол. одиниць у системах СГС (сантиметр, грам, секунда), МКС (метр, кілограм, секунда) та ін. У 1954 на 10-й Генеральній конференції мір і ваги С. введено як одну з гол. одиниць до нової системи, яку пізніше названо *Міжнародною системою одиниць* (скорочене позначення SI або CI). Прийняте позначення [с]. Згідно з Резолюцією 13-ї Генеральної конференції Міжнародного бюро мір і ваги, з 1967 прийняте таке визначення С.: 1 с дорівнює 9 192 631 770 періодам випромінювання, що відповідає переходу між надтонкими рівнями осн. стану атома цезію Cs (атомна С., див. *Атомний час*).

Визначення С., які приймали раніше, ґрунтувалися на астр. спостереженнях та вимірюваннях часу, в астрономії їх використовують і тепер, напр. для розрахунків *ефемерид* руху небесних тіл. Це такі визначення С. Ефемеридна С. дорівнює 1/31 556 925.9747 частині тропічного року для року 1900, січня 0, о 12 год *ефемеридного часу*. Це визначення пов'язане з орбітальним рухом Землі навколо Сонця. За сучасними вимірюваннями ефемеридна С. дорівнює атомній С. з відносною точністю до $2 \cdot 10^{-9}$. Середня сонячна С. збігається за тривалістю з ефемеридною і становить

1/86 400 частину середньої сонячної доби на січня 0, о 12 год ефемеридного часу, 1900 року. Зоряна С. дорівнює 1/86 400 частині середньої зоряної доби, або ж 1 зоряна с дорівнює 0.99726966 с ефемеридного часу і пов'язана з добовим обертанням Землі щодо зір.

2. Позасистемна одиниця для вимірювання плоского кута, позначають "; $1'' = 1\text{P}/3600 = 4.84813 \cdot 10^{-6}$ радіана.

СЕЛЕНОГРАФІЯ (від грец. *σεληνη* — Місяць і *γραφω* — пишу, креслю, маю) — розділ науки, який вивчає будову поверхні Місяця. С. охоплює місячну картографію та фіз. С. Система селенографічних координат пов'язана з екватором Місяця. Похибка визначення селенографічних координат пунктів опорної сітки у центрі видимого з Землі диска, приблизно $1'$, зворотної його сторони — близько 0.3° . Середня похибка визначення абсолютних значень висот на видимому диску майже 0.5 км.

У колишньому СРСР створені «Повна карта Місяця» масштабу 1:5 000 000, а також 1:10 000 000, крім того, глобус Місяця масштабу 1:10 000 000, для окремих ділянок є великомасштабні карти від 1:1 000 000 до 1:40, складені в СРСР та США. Фіз. С. вивчає особливості просторового розподілу та взаємозв'язок фіз. параметрів поверхні; оптичні, теплові та відбивальні властивості, характеристики власного випромінювання, поляризацію світла тощо.

СЕЛЕНОЛОГІЯ (від грец. *σεληνη* — Місяць і *λογος* — слово, вчення) — розділ науки, який вивчає будову та хім.-мінерал. склад Місяця. Гол. мета сучасної С. — з'ясувати процеси, які формують рельєф поверхні Місяця, вивчити природу ґрунтів, речовинного складу та механічних властивостей поверхні. Завдання сучасної С. — дослідження історії розвитку форм поверхні. Сьогодні в С. застосовують наземні та косм. спостереження оптичних, теплових, радіолокаційних та ін. характеристик поверхні, визначення властивостей та складу ґрунту, які провадять безпосередньо на Місяці, а також зразків місячних порід, доставлених на Землю.

СЕЛЕНОЦЕНТРИЧНА ГРАВІТАЦІЙНА СТАЛА (від грец. *σεληνη* — Місяць, *κεντρον* — осереддя; лат. *gravitas*

(*gravitatis*) — тягар, вага) — добуток *Кавендіша гравітаційної сталої на масу Місяця*. Особливого практичного значення С. г. с. набула з початком запуску штучних супутників Місяця та космічних апаратів, що спускаються на Місяць. У табл. наведено значення С. г. с., обчислені різними способами.

Значення С. г. с.

Метод визначення	ШСМ, КА	GM, км ³ ·с ⁻²
Спостереження ШСМ	«Лунар Орбітер-1»	4902.73° ± 0.14
	«Лунар Орбітер-5»	
	«Рейнджер-6»	4902.63° ± 0.07
	«Рейнджер-9»	
Спостереження КА	«Сервейор-1»	4902.64° ± 0.24
	«Сервейор-7»	
	«Піонер-7»	4902.75° ± 0.12
	«Венера-4»	4902.72° ± 0.10
	«Венера-7»	

СЕНДИДЖ Елан Рекс, Sandage A. R. (нар. 1926) — амер. астроном, член Нац. АН США (1963). З 1952 працює в обсерваторіях Маунт-Вілсон і Маунт-Паломар.

Наук. праці стосуються зоряної еволюції та спостережних аспектів космології. Разом з М. Шварцшильдом уперше розглянув еволюційний шлях зорі від гол. послідовності до стадії горіння гелію.

«СЕРВЕЙОР» (англ. *surveyor* — дослідник) — назва серії космічних апаратів (США) для дослідження Місяця, розрахованих на м'яку посадку. Гол. завдання «С.» — дослідження, пов'язані з вирішенням низки наук. і техн. питань створення косм. корабля «Аполлон». Маса «С.» на Землі становить 995—1037 кг, після посадки на Місяць — 279—286 кг. Висота 7 м. Усього було запущено сім «С.», перший запуск здійснено 30 травня 1966, останній — 7 січня 1968. З поверхні Місяця передано на Землю понад 70 000 знімків.

СЕРДЖ (англ. *surge* — велика хвиля) — різновид еруптивних протуберанців, тісно пов'язаних зі спалахами сонячними. С. — це спрямовані викиди хромосферної речовини зі швидкістю 50—200 км/с. Сягнувши висоти близько

200 000 км над *хромосферою*, речовина падає знову на *Сонце* по первісній траєкторії, однак з меншою, ніж під час підймання, швидкістю. Іноді виверження речовини повторюються кілька разів в одному й тому ж місці. Рух плазми відбувається вздовж магнітних силових ліній. Напруженість магнітного поля ~ 3 кА/м (38 Е). Маса виверженої речовини С. дорівнює $10^{12} - 10^{13}$ кг, енергія — в межах $10^{22} - 10^{25}$ Дж, що становить значну частину загальної енергії спалаху. Тривалість існування С. — 5—20 хв і більше. Утворюються С. протягом усього часу розвитку *спалахів хромосферних*, а часто і передують їм. Спостерігати С. біля краю диска Сонця можна як вузький яскравий виступ, що підіймається з невеликого яскравого хромосферного горбочка, а в проекції на диск — як темний утвір. Спостереження С. на диску за допомогою монохроматичних H_{α} фільтрів ускладнені, тому що великі радіальні швидкості призводять до зміщення зображення за межі смуги пропускання фільтрів. Близько 60% С. супроводжуються *радіосплесками сонячними* III типу (швидкодрейфуючими). С. І. Гопасюк та М. Б. Огір довели, що С. виникають під час усіх хромосферних спалахів. Уся сукупність відомостей про С. свідчить, що вони є частиною загального процесу сонячного спалаху.

СЕРЕДНЄ ЕКВАТОРІАЛЬНЕ СОНЦЕ — фіктивна точка, яка рівномірно рухається по *екватору небесному* (в напрямі руху Сонця по *екліптиці*) і повертається в *точку весняного рівнодення* за той же проміжок часу (*тропічний рік*), що й справжнє Сонце. Поняття С. е. С. запроваджене для визначення *середнього сонячного часу*.

СЕРЕДНЄ МІСЦЕ ЗОРІ — див. *Місце зорі середнє*.

СЕРЕДНІЙ ПІВДЕНЬ — момент верхньої кульмінації *середнього екваторіального Сонця*. В цей момент годинник, що відлічує *середній сонячний час* (який звичайно використовують у побуті), показує 12 год. С. п. відрізняється від моменту справжнього півдня, коли кульмінує центр справжнього Сонця, на значення *рівняння часу*.

СЕРЕДНІЙ СОНЯЧНИЙ ЧАС — система вимірювання часу, яка ґрунтується на добовому русі уявного *серед-*

нього екваторіального Сонця, момент нижньої кульмінації якого називають *середньою північчю*. С. с. ч. відлічують від середньої півночі, числово він дорівнює *годинному куту середнього Сонця*, збільшеному на 12 год.

СЕРЕДНІЙ РУХ — характеристика руху точки у *задачі двох тіл*. За фіз. змістом С. р. — це середня *кутова швидкість* руху точки по кеплерівському еліпсу з *великою піввіссю а*. С. р. n іноді використовують як *елемент орбіти* замість великої півосі a ; пов'язаний з нею формулою $n = \mu^{1/2} a^{-3/2}$, де μ — добуток гравітаційної сталої на суму мас у задачі двох тіл.

СЕРЕДНЯ ГРИНВІЦЬКА ПІВНІЧ — момент нижньої кульмінації *середнього екваторіального Сонця* на *Гринвіцькому меридіані*. Від С. Г. п. відлічують (протягом доби) *всесвітній час*.

СЕРПЕНТИДИ — те ж саме, що й *зорі типу W Змії*.

СЕРПУХІВСЬКА РАДІОАСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ — див. *РАС ФІАН у Пуцино*.

СЕРРО-ТОЛОЛО АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ (Cerro Tololo Inter-American Observatory) — міжамериканська *астрономічна обсерваторія*, відкрита 1967. Розташована на г. Серро-Тололо поблизу м. Ла-Серена (Чилі) ($\lambda = -70^{\circ}48.9'$; $\varphi = 30^{\circ}09'$; $h = 2399$ м).

Гол. дослідження: фотоелектрична фотометрія, спектроскопія, *спектрофотометрія*.

Гол. інструменти: 400-, 366-, 150-, 100- та 90-см *рефлектори*.

СЄВЕРНИЙ Андрій Борисович (1913—1987) — рос. астроном, академік АН СРСР. З 1946 працював у Кримській астрофіз. обсерваторії, з 1952 — директор. З 1947 — професор Московського ун-ту.

Наук. праці присвячені теорії внутр. будови зір, фізиці Сонця, дослідженню магнітних полів Сонця і зір. У 1974 разом з працівниками Кримської астрофіз. обсерваторії відкрив пульсації Сонця як цілого з періодом 2 год 40 хв та амплітудою зміни радіуса 10 км. Іменем С. названо малу планету № 1737.

СИБІЗМІР, Сибірський інститут земного магнетизму і поширення радіохвиль — наук.-досл. установа Сибірського відділення РАН, створена 1960 в м. Іркутську для вивчення *Сонця*.

Має дві сонячні обсерваторії: *Байкальську астрофізичну обсерваторію СибІЗМІРу* та *Саянську сонячну обсерваторію СибІЗМІРу*. СибІЗМІР і його обсерваторії — унікальний комплекс, який охоплює всі методи наземних спостережень Сонця.

СИБІРСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМУ І ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ — те ж саме, що й *СибІЗМІР*.

СИГНАЛИ ТОЧНОГО ЧАСУ — сигнали, які передають по радіо, телебаченню, за допомогою спеціальних штучних супутників Землі у певні моменти доби або цілодобово (див. *Синхронізація годинників*).

СИДЕРИЧНИЙ МІСЯЦЬ (від лат. *sidus (sideris)* — небесне світило, зоря), зоряний місяць — проміжок часу між двома послідовними поверненнями Місяця (під час його видимого місячного руху) в одне й те ж (щодо зір) місце небесної сфери. Внаслідок нерівномірностей місячного руху (тобто відхилень від руху за *Кеплера законами*) тривалість С. м. не є сталою, а змінюється в межах кількох годин.

С. м. дорівнює в середніх сонячних добах $27.3216616 + 0.0000002T$, де T — проміжок часу в юліанських століттях (по 36525 діб) від фундаментальної епохи до середньої Гринвіцької півночі заданої дати.

СИДЕРИЧНИЙ ПЕРІОД ОБЕРТАННЯ (від лат. *sidus (sideris)* — небесне світило, зоря), — проміжок часу, упродовж якого тіло Сонячної системи (планета, астероїд, комета, супутник планети) робить повний оберт навколо Сонця або ін. центр. тіла щодо зір.

С. п. о. P планет та їхній синодичний період обертання S і сидеричний рік E пов'язані співвідношенням $1/S = 1/E - 1/P$ або $1/S = 1/P - 1/E$; перше стосується верхніх планет (див. *Планети зовнішні*), друге — планет нижніх.

СИДЕРИЧНИЙ РІК (від лат. *sidus (sideris)* — небесне світило, зоря), зоряний рік — проміжок часу між двома послідовними поверненнями Сонця (під час його видимого річного руху) в одне й те ж (щодо зір) місце небесної сфери.

С. р. дорівнює періоду обертання Землі навколо Сонця (щодо зір) і становить у середніх сонячних добах $365.25636042 + 0.00000011T$, де T —

проміжок часу в юліанських століттях (по 36525 діб) від фундаментальної епохи до середньої Гринвіцької півночі заданої дати.

СИЗИГІЇ (грец. *συσυγία* — з'єднання) — загальна назва двох фаз Місяця — нового та повного Місяця, коли Сонце, Земля та Місяць розташовані приблизно на одній прямій лінії. У моменти С. відбуваються сонячні затемнення та місячні затемнення, досягають найбільшої висоти припливи на Землі.

СИЛА ОСЦИЛЯТОРА f — безрозмірна величина, яка дорівнює кількості класичних осциляторів, що за поглинальною дією замінюють один атом. Для резонансних ліній (тобто для ліній, що виникають у разі переходів з осн. стану в найближчий можливий збуджений стан) $f \sim 1$.

СИМБІОТИЧНІ ЗОРІ (від грец. *συνβίωω* — живу разом) — змінні зорі, у спектрах яких одночасно спостерігають смуги поглинання молекул та емісійні лінії багаторазово іонізованих атомів.

Зорі, що належать до С. з. за виглядом спектра, не є однорідною групою об'єктів за ін. характеристиками. Зокрема, за виглядом кривих блиску їх поділяють на три типи:

1. Криві блиску зір типу Z Андромеди — це сукупність спалахів з амплітудою до 3^m і тривалістю близько одного року.
2. У зір типу AG Пегаса криві візуального блиску можна трактувати як один дуже повільний спалах з амплітудою до 4^m , який триває десятиріччя.
3. Криві візуального блиску зір типу Т Водолія мають вигляд, типовий для кривих блиску довгоперіодичних змінних.

Іноді весь клас С. з. називають зорями типу Z Андромеди. Крім класифікації за виглядом кривих візуального блиску, використовують ін. схеми розподілу С. з. на типи, напр., класифікацію за особливостями випромінювання в ІЧ діапазоні.

Є кілька класів моделей, якими намагаються пояснити незвичний спектр С. з. Найбільше визнання одержав клас моделей, за якими С. з. — це *подвійні системи*, обидві компоненти яких — холодна і гаряча — занурені в спільну газову оболонку. Випромінювання гарячої компоненти збуджує світіння газу, і емісійний спектр оболонки накладається на спектр поглинання холодної компоненти — *червоного гіганта* або

надгіганта. Гаряча компонента — це карлик (маломасивна зоря головної послідовності або білий карлик) з акреційним диском. Речовину, яка формує акреційний диск навколо карлика, він захоплює з інтенсивного вітру червоного гіганта або ж вона перетікає через внутр. точку Лагранжа. Побудова моделей цього класу ускладнена дефіцитом інформації щодо подвійності С. з.

Відомо близько 150 С. з., однак тільки для кількох із них визначені орбітальні періоди, що є в проміжку від 0.5 до 4.0 років. Висловлюють припущення, за яким орбітальні періоди систем можуть досягати 200 років. Нечисленність С. з. свідчить, що вони або перебувають на дуже короткочасній стадії еволюції певного класу об'єктів, або ж параметри об'єктів, які стають С. з., є у вузькому інтервалі.

СИМЕЇЗЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ — астрономічна обсерваторія, заснована 1908. Розташована на г. Кішка, поблизу м. Симеїз (Крим, Україна) ($\lambda=34^{\circ}01.0'$; $\varphi=44^{\circ}24.02'$; $h=676$ м).

Побудована М. С. Мальцевим та передана в дар Пулковській обсерваторії. У 1912 юридично оформлена як відділення цієї обсерваторії. Зруйнована під час другої світової війни, згодом відновлена. Наприкінці 1950-х С. о. стала відділенням Кримської астрофіз. обсерваторії АН СРСР.

Гол. дослідження: спектр. спостереження зір, вивчення змінних зір, астероїдів, лазерні спостереження штучних супутників Землі.

Гол. інструменти: 100-см рефлектор, лазерний далекомір, супутникова фотокамера АФУ-75.

СИНГУЛЯРНІСТЬ (лат. *singularis* — окремий, особливий) — ситуація, що виникає у Фрідмана моделі Всесвіту, коли $t=0$. В цей момент радіус Всесвіту дорівнює нулю, а густина речовини нескінченно велика. С. усунуто в інфляційного Всесвіту моделі.

СИНДИНАМА — структура пилового хвоста комети, яка утворюється з пилинок, що покидають ядро комети за певний відтинок часу під дією однієї й тієї ж відштовхувальної сили та з одною й тою ж початковою швидкістю.

СИНДРОМ ВУ ДРАКОНА — квазіперіодичні зміни візуального блиску з амплітудою в діапазоні $\sim 0.003\text{—}0.3^m$,

зумовлені обертанням зорі, поверхня якої нерівномірно вкрита плямами (допускають наявність і гарячих плям).

С. ВУ Д. є однією з форм прояву активності зір пізніх спектральних класів. Зорі з С. ВУ Д. називають плямистими зорями. Назву синдром одержав від назви плямистих зір типу ВУ Дракона.

СИНОДИЧНИЙ МІСЯЦЬ (від грец. *συνόδος* — зближення, з'єднання) — проміжок часу між двома послідовними однаковими фазами Місяця. Тривалість С. м. непостійна; середнє значення С. м. становить 29.530588 середньої сонячної доби, відхилення — в межах 13 год.

СИНОДИЧНИЙ ПЕРІОД ОБЕРТАННЯ (від грец. *συνόδος* — зближення, з'єднання) — проміжок часу, упродовж якого тіло Сонячної системи (планета, астероїд, комета), рухаючись по своїй орбіті, повертається до одного й того самого місця щодо Сонця (для земного спостерігача). С. п. о. є періодом повторення конфігурацій планет (порівн. Сидеричний період обертання).

СИНХРОНА (від грец. *συχρονος* — одночасний) — структура пилових хвостів комети, що має вигляд однорідних смужок, які утворюються під час одночасного викидання пилових частинок з ядра комети з різними швидкостями і під дією різних відштовхувальних сил. Виділяють повні С., що починаються від ядра, і кінцеві, що починаються на деякій відстані від нього.

СИНХРОНІЗАЦІЯ ГОДИННИКІВ (від грец. *συχρονος* — одночасний) — процедура визначення поправки одного годинника щодо ін. (див. Поправка годинника). Зокрема, С. г. використовують у службі часу для звіряння годинника з еталонними годинниками (поширення точного часу).

С. г. виконують різними методами залежно від конструкції годинників.

1. Безпосереднє порівняння годинників у лабораторії зі стандартами частоти і часу (напр., цезієві або рубідієві стандарти, які можна перевозити в потрібне місце) за допомогою спеціальної апаратури.

2. Передавання інформації про моменти точного часу від еталонного годинника у вигляді радіосигналів через спеціальні радіостанції, та приймання їх за допомогою спеціальних приймачів. Це най-

поширеніший спосіб, хоча він і потребує врахування запізнень радіосигналів унаслідок обмеженої швидкості поширення радіохвиль та знання відстані до радіостанції і шляху поширення радіохвиль у просторі. У світі є мережі з багатьох радіостанцій, що передають сигнали точного часу у шкалі *всесвітнього координованого часу* UTC на різних довжинах хвиль. Напр., на території України приймають сигнали, що їх передає станція РВМ, розміщена біля Москви, м. Менделєєв, на частотах 4 996, 9 996 та 14 996 кГц. Сигнали передають щогодини з 10-ї по 20-ту та з 40-ї по 50-ту хвилини у вигляді щосекундних імпульсів, що тривають 0.1 с (хвилинний сигнал триває до 0.5 с). Є також радіостанції, які у своїх передачах кодують інформацію про різницю між UTC та *земним динамічним часом* та ін. Побутові годинники можна синхронізувати за сигналами, що їх передають щогодини через радіотрансляційну мережу у вигляді шести моментів.

3. Передавання сигналів точного часу в складі телевізійних сигналів, напр., в інтервалі 6-го рядка кожного телевізійного кадру під час передавання зображення циферблата годинника.

4. Використання *штучних супутників Землі* та *Місяця* як ретрансляторів сигналів точного часу, а також установка стандартів частоти і часу на ШСЗ; використання *радіопульсарів* як стандартів частоти; застосування *радіоінтерферометрів* з наддовгою базою та ін. (див. *Супутникові навігаційні системи*).
СИНХРОННИЙ ШТУЧНИЙ СУПУТНИК ЗЕМЛІ (від грец. *συχρονος* — одночасний) — *космічний апарат*, що рухається по орбіті з *періодом обертання*, кратним зоряній *добі*.

Орбіта такого супутника (без урахування збурень) є замкненою лінією. ШСЗ періодично з'являється над певною точкою земної поверхні в один і той же місцевий час. Частковим випадком С. ш. с. З. є *стаціонарний штучний супутник Землі*.

СИНХРОТРОННЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ — *випромінювання* електромагнітних хвиль (йдеться переважно про радіовипромінювання) під час руху заряджених частинок (у косм. умовах переважно електронів) з релятивістськими швидкостями ($v \approx c$) у магнітному полі.

С. в. сильно поляризоване. У *космічному просторі* кількість релятивістських електронів, які мають енергію E , пропорційна до E^γ , де $\gamma = 1.5 - 5.0$ — *показник спектра*. Тому залежність інтенсивності С. в. від частоти відображає співвідношення $I_\nu \propto \nu^{-\alpha}$, де $\alpha = 0.25 - \dots 2.0$. Отже, якщо середнє значення $\alpha \approx 1$, то $I_\nu \propto \nu^{-1}$, тоді як у випадку *теплого випромінювання* в радіодіапазоні $I_\nu \propto \nu^2$. Отже, спостереження косм. джерела в двох частотах дає змогу з'ясувати механізм випромінювання.

С. в. типове для багатьох косм. об'єктів — *квазарів, пульсарів, залишків наднових, активного Сонця, планет Юпітера і Сатурна*.

СИСТЕМА ВІДЛІКУ — сукупність *системи координат* і системи вимірювання часу, пов'язаних з тілом, щодо якого розглядають рух (або рівновагу) ін. тіл.

Під час спостереження та передобчислення положень небесних тіл, а також у разі вивчення їхнього руху завжди використовують певну С. в. Вибір її залежить від того, що поставлено за мету досліджень. Під час кінематичних досліджень усі С. в. рівноправні. В задачах динаміки перевагу надають *інерціальним системам відліку*, в яких диференціальні рівняння руху мають простіший вигляд.

СИСТЕМА ІНСТРУМЕНТА — система величин, що слугують для прив'язки об'єктів вимірювань в *астрометрії* до опорної системи. Характеризують інструмент, атмосферні умови, зокрема і всередині *астрономічного павільйону*, вимірювальну машину, спостерігача тощо. Гарну С. і. теор. можна зобразити у вигляді кривої, стабільної в часі.

СИСТЕМА КООРДИНАТ — система координатних осей, у якій описують положення та рух досліджуваних об'єктів.

Побудувати С. к. в *астрономії* — означає обрати гол. (фундаментальну) площину та вказати напрям гол. осі. За початок координат, як звичайно, приймають або точку спостереження на земній поверхні, або центр *Землі, Сонця чи планети* тощо.

Основою *сферичної астрономії* є поняття *небесної сфери* та *небесних координат* (топоцентричні, геоцентричні, геліоцентричні, планетоцентричні та ін.) Іноді вводять бароцентричні координати.

Розрізняють також інерціальну, фундаментальну, опорну, земну, геодезичну, орбітальну С. к.

Термін «планетоцентрична (селено- або місяцецентрична) С. к.» визначає систему, гол. площина якої паралельна до площини *екватора небесного* для планети, а планетографічна (селенографічна та ін. С. к.) належить до систем, гол. площиною яких є площина *екватора власного обертання планети*. У випадку планетографічних С. к. лат. назву небесного тіла замінюють у назві координат відповідним грец. еквівалентом (напр., юпітероцентричні координати — зенографічні координати, марсоцентричні координати — ареографічні координати).

СИСТЕМА UBV — триколірна широ-космугова *фотометрична система*, розроблена Х. Л. Джонсоном і У. У. Морганом у 1953—1955.

Зоряні величини в С. UBV позначають, або просто зазначаючи смугу, напр., $V=7.83^m$, або $m_V=7.83^m$. Звичайно результати спостережень у С. UBV наводять у вигляді зоряних величин у смузі V і показників кольору $B-V$ і $U-B$. Нуль-пункт зоряних величин V визначений за зорями *Північної полярної послідовності*. Нуль-пункт показників кольору прийнятий за умовою

$$U-B=B-V=0$$

для шести зір *спектрального класу A0V*. С. UBV має й абсолютне калібрування:

$$U=-2.5 \int E(\lambda) \varphi_U(\lambda) d\lambda - 13.87;$$

$$B=-2.5 \int E(\lambda) \varphi_B(\lambda) d\lambda - 12.97;$$

$$V=-2.5 \int E(\lambda) \varphi_V(\lambda) d\lambda - 13.74,$$

де $\varphi_U(\lambda)$, $\varphi_B(\lambda)$, $\varphi_V(\lambda)$ — криві реакції смуг; $E(\lambda)d\lambda$ — потік енергії від зорі на межі земної *атмосфери*.

С.UBV можна реалізувати як у фотоелектричному так і в фотографічному варіантах. З розвитком техніки ІЧ спостережень С. UBV доповнена довгохвильовими смугами. Так з'явилася дванадцятиколірна фотометр. система *UBVRIJHKLMNQ*. У разі вибору нуль-пункту незмінною є умова, щоб усі показники кольору для зір спектр. класу A0 V, у яких нема ефекту почервоніння, дорівнювали нулю.

СІМ'Я АСТЕРОЇДІВ — групи *астероїдів* з майже однаковими значеннями *великих півосей* орбіт, ексцентриситетів та

нахилів. Більшість С. а. утворилися, найімовірніше, унаслідок катастрофічних руйнувань великих астероїдів. Дослідити розподіл власних *елементів орбіти* запропонував К. Хіраяма в 1918. Розглядаючи елементи орбіт 1025 астероїдів, він виявив п'ять С. а., які названо іменами малих планет: Феміди, Еос, Короніди, Марії, Флори. Згодом їх назвали сім'єю Хіраями. Сьогодні вже відомо понад 50 С. а., що охоплюють близько 40% усіх астероїдів. Часто зачислення астероїда до тої чи ін. С. а. є сумнівним. У деяких С. а. нараховують десятки і сотні членів: у найбільшій сім'ї Флори їх 259. У деяких С. а. *маса* найбільшого астероїда набагато перевищує сумарну масу всіх ін. членів. Найбільшими у цих сім'ях є *Церера* і *Веста*.

СІМ'Я КОМЕТ, ЯКІ СТИКАЮТЬСЯ З СОНЦЕМ — те ж саме, що й *Крейца сім'я комет*.

СІРІУС — зоря α *Великого Пса* (-1.46^m). Найяскравіша зоря на небі. *Спектральний клас A1*. Зоря *головної послідовності* білого кольору. С. — *подвійна система*, супутник його в 10 000 разів слабкіший. Супутник С. — перший із виявлених *білих карликів*.

СІРОЇ АТМОСФЕРИ МОДЕЛЬ — модель *атмосфери зорі*, розрахована з припущенням про незалежність *коєфіцієнта поглинання* від частоти.

Це припущення суттєво спрощує завдання побудови моделі атмосфери, однак саме по собі дуже грубе. Для побудови С. а. м. використовують коефіцієнт поглинання, середній для всіх частот, причому усереднюють так, щоб С. а. м. правильно описувала зміни *температури* зі зміною глибини. Вже побудовано детальні моделі атмосфери, які враховують залежність коефіцієнта поглинання від частоти. Однак С. а. м. є важливою як перше наближення до точніших моделей.

СІРС Фредерік Хенлі, Seares F. H. (1873—1964) — амер. астроном, член Нац. АН США. В 1909—1940 працював в обсерваторії Маунт-Вілсон.

Наук праці стосуються зоряної фотометрії. Запровадив фотографічну шкалу величин зір *Північної полярної послідовності*, яку 1922 прийнято як міжнародний стандарт, а також стандартні величини зір в ін. ділянках неба.

СІТКА — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря α — 3.3^m .

З території України не видно.

СІХОТЕ-АЛІНСЬКИЙ МЕТЕОРИТНИЙ ДОЩ — метеоритний дощ, що випав на Далекому Сході СРСР 12 лютого 1947.

Належить до унікальних явищ природи. Це найяскравіший з відомих залізний метеоритний дощ як за кількістю окремих екземплярів, так і за загальною масою. Під час цього дощу випало близько ста тисяч метеоритів загальною масою близько 70 т. Особливістю С.-А. м. д. є величезний діапазон розмірів і мас тіл, що випали. Ін. особливість його — надзвичайно різноманітні й різко виражені морфологічні характеристики окремих метеоритів, що виявляються в формі, рельєфі та поверхневій структурі кори плавлення. Метеоритний дощ утворився внаслідок багаторазового подрібнення первісно єдиного метеорного тіла під час руху його з космічною швидкістю в земній атмосфері. Виділено три гол. стадії дроблення, що виникли у випадках трьох різних швидкостей руху.

Зусиллями 15 експедицій було зібрано загалом понад 27 т метеоритної речовини, в тайзі залишилось близько сотні тисяч дрібних екземплярів поверхневого розсіяння загальною масою близько 5—7 т та близько двох десятків тонн метеоритних уламків різних розмірів. Гол. склад метеоритного дощу — мінерали групи заліза, серед яких найчастіше траплялися мінерали двох видів із трьома структурними одиницями: камасит, теніт і плесит. Склад речовини і структура частинок залізного дощу відповідає рідкісному підтипу залізних метеоритів — грубоструктурним октаедритам або перехідному типу між октаедритами і гексаедритами.

«СІЧ» — перший укр. штучний супутник Землі.

Виведено на орбіту 31 серпня 1995 з космодрому Плісецьк (Росія) ракетоносієм «Циклон» за програмою Національного космічного агентства України. Маса «С.» — 1950 кг, висота орбіти — 650 км, нахил орбіти — 82.5° . Мета — полярні дослідження, для морської навігації тощо.

«СКАЙЛЕБ» («Skylab» від Sky Laboratory — небесна лабораторія) — амер. експерим. орбітальна станція,

розрахована на перебування кількох експедицій (по три астронавти в кожній).

«С.» призначена для вивчення впливу тривалого косм. польоту на організм людини, проведення наук. досліджень (спостережень Сонця, вивчення природних ресурсів Землі тощо) і техн. експериментів, потрібних для створення в майбутньому довготривалої орбітальної станції.

Маса станції становить 77 т, довжина — 25 м, макс. діаметр — 6 м. «С.» виведена на орбіту 14 квітня 1973 без екіпажу. Перигей орбіти — 434 км, апогей — 437 км, нахил орбіти — 50° , період обертання — 93 хв. На «С.» у 1973—1974 працювали три експедиції астронавтів. Після повернення останньої з них на Землю зв'язок зі станцією було припинено. В 1979 «С.» почала втрачати висоту, ввійшла в щільні шари атмосфери Землі і 9 липня 1979 припинила існування.

СКАЛІГЕРА ЕРА — система відліку часу, яку запропонував франц. учений Ж. Скалігер наприкінці XVI ст. Цю систему він назвав юліанською на честь свого батька Юліана (див. *Юліанський період*).

СКАЛНАТЕ ПЛЕСО ОБСЕРВАТОРІЯ (Observatória na Skalnatom Plese) — астрономічна обсерваторія, заснована 1943. Розташована у Високих Татрах (Словаччина) ($\lambda=+20^\circ 14.7'$; $\varphi=+49^\circ 11.3'$; $h=1783$ м). Має корональну станцію ($\lambda=+20^\circ 13.2'$; $\varphi=49^\circ 11.8'$; $h=2632$ м).

Гол. дослідження: фізика Сонця (головно сонячної корони), вивчення комет, астероїдів, метеорів, фізика зір.

Гол інструменти: 60-см рефлектор, 30-см астрограф, 20-см коронограф позазатемнюваний (на корональній станції).

СКАНУВАННЯ (від англ. scan — розглядати) —

1. Послідовний огляд протяжного об'єкта малими ділянками або спектра за довжинами хвиль. Можливе лінійне і растрове С.

2. «Хитання» діаграми спрямованості антени радіотелескопа у вертикальній і горизонт. площинах або в обох площинах одночасно у певних межах і з заданою швидкістю. Застосовують у радіоастрономії під час вивчення структури протяжних косм. радіоджерел та ін.

3. Зміна одного з параметрів приймальної системи за певним законом.

СКАФІС — прилад, що його античні астрономи використовували для вимірювань висоти Сонця над горизонтом і, отже, для визначення моментів сонцестоянь і рівнодень, а також для вимірювання часу упродовж дня.

С. складався з чаші, виготовленої у формі півкулі, в центрі якої був вертикальний стрижень. На внутр. поверхні чаші, куди падала тінь від стрижня, наносили горизонт. кола, що відповідали певним висотам Сонця над горизонтом.

СКІАПАРЕЛЛІ Джованні Вірджініо, Schiaparelli G. (1835—1910) — італ. астроном. З 1860 працював в обсерваторії Брера в Мілані (у 1862—1900 — директор), з 1862 — професор Міланського ун-ту.

Уславився дослідженнями деталей на поверхні Марса («каналів», «морів»). Розробив теорію утворення метеорних потоків унаслідок руйнування ядер комет під дією припливних сил Сонця.

СКЛЯНА БІБЛІОТЕКА (склотека) — сукупність пластинок із зображеннями окремих ділянок неба, отриманих на астр. фотографічних камерах протягом багатьох десятиріч.

Систематичне фотографування неба розпочато в 1880, і тепер близько 50% усіх астр. спостережень проводять за допомогою фотографії.

Наявність С. б. дає змогу порівнювати положення одних світил щодо ін., вивчати зміну блиску з часом нестационарних зір і квазарів, вести пошук планетних систем поблизу близьких зір тощо.

СКОРПІОН — зодіакальне сузір'я. Найяскравіші зорі: α — Антарес (Веспертільйо, Серце Скорпіона), $0.9-1.8^m$; λ — Шаула, 1.63^m ; δ — Джубба, 2.32^m ; β — Акраб, 2.61^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у червні—липні. Сонце проходить через С. з 22 листопада по 30 листопада.

СКУЛЬПТОР — сузір'я Північної півкулі неба. В С. немає зір, яскравіших від 4.0^m . У С. міститься Південний полюс Галактики.

Найліпші умови видимості ввечері — у листопаді—грудні.

СКУПЧЕННЯ ГАЛАКТИК — досить численні угруповання галактик; що виділяються серед галактик поля підвищеною концентрацією.

С. г. з кількістю членів $N \leq 100$ називають групами галактик. Поділ на С. г. і групи досить умовний, є неперервний перехід від груп до С. г. Умовне також визначення просторових меж С. г. Зокрема, Ф. Цвіккі визначив межу С. г. як зону, де густина галактик удвічі вища, ніж у полі. Багаті С. г. містять десятки тисяч галактик (досить яскравих для того, щоб їх можна було виявити). Типовий розмір багатих С. г. — 5—10 млн. пк.

Н. Ейбелл розділив С. г. за морфологічними ознаками на три класи: регулярні, нерегулярні і проміжні. Регулярні (або правильні) С. г. мають заокруглену форму в проекції на небесну сферу, їх характеризує значне зростання концентрації членів С. г. до центра. Для нерегулярних (неправильних) С. г. типовим є неправильні зовн. контури і різке зменшення концентрації галактик до центра. Відомі ще й ін. варіанти класифікації С. г., зокрема, запропоновано класифікацію, в основі якої є факт наявності або відсутності домінуючої галактики в центрі С. г. та її властивості.

Відсотковий вміст галактик різних морфологічних типів у С. г. дещо ін., ніж серед галактик поля, хоча він неоднаковий і для різних класів С. г. У середньому С. г. бідніші на галактики спіральні та багатші на галактики еліптичні і галактики лінзоподібні.

У С. г. є гарячий (10^7-10^8 К) розріджений ($10^{-4}-10^{-2}$ см⁻³) міжгалактичний газ, який виявляє себе тільки в рентген. випромінюванні. Запідозрено наявність у С. г. прихованої маси.

СЛАВЕНАС Паулюс Вінцович, Slavenas P. V. (1901—1990) — лит. астроном, академік АН Литви (1968). Працював у Вільнюському ун-ті (з 1944 — професор, у 1956—1969 — завідувач кафедри астрономії).

Гол. наук. праці присвячені вивченню будови та еволюції зоряних систем, астрофотометрії, теорії відносності.

СЛАЙФЕР Весто Мелвін, Slipher V. M. (1875—1969) — амер. астроном, член Нац. АН США. З 1901 працював у Ловеллівській обсерваторії (з 1916 — директор).

Наук. праці стосуються астроспектроскопії. Перший виміряв високі променеві швидкості кулястих скупчень і спіральних туманностей. Один із перших

дійшов висновку, що спіральні туманності є дуже далекими зоряними системами. Вперше отримав докази обертання галактик і виміряв його швидкість для деяких галактик.

СЛОНОВІ ХОБОТИ — *глобули*, що мають форму довгих вузьких стрічок. Їх спостерігають, як звичайно, на яскравому фоні зони іонізованого водню. Їхні розміри становлять 0.01—0.50 пк, маси не перевищують $10M_{\odot}$. С. х. часто утворюють ланцюжки, інколи вони оточені групами компактних темних хмар, які, очевидно, утворюються внаслідок фрагментації С. х.

СЛУЖБА НЕБА — систематичне фотографування неба за допомогою ширококутних світлосильних *астрографів*.

Астрофотографії використовують для шукання і дослідження змінних зір, наднових, квазарів тощо. В 1887 Міжнародний астр. конгрес ухвалив рішення про створення фотографічної карти неба — цей проект названо «Карта неба». До 1919 проектом керував Постійний комітет на чолі з директором *Паризької обсерваторії*. В 1919 для керівництва проектом «Карта неба» утворено Комісію *Міжнародного астрономічного союзу* (МАС), якій Постійний комітет передав свої повноваження. В 1964 на з'їзді МАС у Гамбурзі було вирішено роботу над проектом вважати закінченою, а 1970 на з'їзді МАС у Брайтоні Комісія припинила свою діяльність, і її функції перейшли до Комісії МАС «Фотографічна астрометрія». Програма створення «Карти неба» не виконана в повному обсязі. Обсерваторії обмежились однією серією знімків із трьох експозицій. У чотирьох зонах не було одержано жодного знімка.

Труднощі, пов'язані з виконанням програми «Карта неба», спонукали астрономів до проведення ін робіт для створення фотографічних *каталогів* (напр., *AGK1*, *AGK2*, *Капський фотографічний огляд* тощо). Серед фотографічних оглядів за повнотою охоплення виділяється *Паломарський зоряний атлас*. У країнах колишнього СРСР на шести ширококутних астрографах виконують програму «Фон» (Фотографічний огляд неба), в якій активну участь беруть астрономи України.

СЛУЖБА СОНЦЯ — систематичні спостереження *Сонця* за єдиною програ-

мою багатьох *астрономічних обсерваторій*. Першу С. С. організував понад 100 років тому В. Вольф у Цюриху для визначення відносної кількості *сонячних плям*. Потім ця служба почала діяти в багатьох обсерваторіях Європи, Азії та Америки.

У колишньому СРСР С. С. була організована в 1932. На території України її ведуть у *Кримській астрофізичній обсерваторії* (с. Наукове) та в астр. обсерваторіях Київського, Харківського і Львівського ун-тів.

Гол. мета С. С. — дослідження *сонячної активності* та її впливу на геофіз. процеси. В програму введені спостереження *сонячних плям, факелів, флоків, спалахів хромосферних, протуберанців, волокон, сонячної корони, радіовипромінювання Сонця*. Одержані дані періодично публікують у вигляді карт, таблиць, графіків для кожного дня спостережень. Найповніші публікації — «Daily Maps of the Sun» (Фрайбург, Німеччина), «Bulletin of Solar Phenomena» (Токіо, Японія), «Data compiled by Aeronomy and Space Data Services» (Боулдер, США).

Забезпечення радіаційної безпеки космонавтів потребує від С. С. прогнозу сонячної активності. Для цього спостереження за Сонцем ведуть також за допомогою *штучних супутників Землі*.

Одержані С. С. результати використовують для вивчення всіх явищ, які відбуваються в *атмосфері Сонця*.

СЛУЖБА ЧАСУ — сукупність організаційних заходів та наук. досліджень, що забезпечують вимірювання часу з заданою точністю, та засобів і способів вимірювання, збереження й поширення часу шляхом звіряння *годинників* з відомою точністю (див. *Синхронізація годинників*). С. ч. охоплює також мережу наук.-досл. та ін. спеціальних установ, які визначають способи вимірювання часу із заданою точністю, створюють та обслуговують відповідні годинники, що задають точну шкалу часу та його одиницю, забезпечують зв'язок між різними шкалами часу та проводять синхронізацію годинників із заданою точністю, а також наглядають за дотриманням правил виготовлення, техн. обслуговування та визначення характеристик годинників, які застосовують у С. ч.

Діє Міжнародна С. ч., якою керують Комісія № 31 *Міжнародного астрономічного Союзу*, *Міжнародне бюро часу* та *Міжнародне бюро мір і ваги*. В більшості країн є нац. С. ч. і мережі регіональних, галузевих та ін. С. ч., права й обов'язки яких закріплені законодавчо. Основою кожної С. ч. є гол. (еталонний) годинник, який створює відповідну гол. (еталонну) шкалу часу, на підставі якої згадані вище установи С. ч. визначають еталонну одиницю часу (див. *Еталонний час*). Першою еталонною одиницею часу була зоряна доба. Точний час вимірювали шляхом визначення *поправки годинника* для еталонних астр. годинників (маятникових та кварцових) з астр. спостережень. У цьому випадку також досліджували *хід годинника* та *варіації ходу*. З 1956 Міжнародне бюро мір і ваги за еталонну одиницю часу прийняло ефемеридну секунду (див. *Ефемеридний час*). З кінця 1950-х рр. С. ч. багатьох країн почали використовувати як еталон атомні годинники, а в 1967 на 13-й Генеральній конференції мір і ваги було визначено нову еталонну одиницю часу — атомну секунду (див. *Атомний час*). Створено спеціальні лабораторії та ін. установи С. ч., які зберігають шкалу атомного часу, проводять синхронізацію годинників, визначають *всесвітній час* з астр. спостережень та порівнюють його з атомним часом.

СЛУЖБА ШИРОТИ — систематичне ведення обсерваторіями досліджень зміни геогр. широти місця для визначення руху полюсів Землі.

У 1898 організовано *Міжнародну службу широти* (МСШ), у складі якої було п'ять станцій на міжнародній паралелі 39°08' північної широти, і Центр. бюро. МСШ діяла до 1982. В 1962 була також організована Міжнародна служба руху полюса, що об'єднувала всі обсерваторії, які вели спостереження за змінністю широт і *довгот* (часу) з центром в м. Мідзусава (Японія). Ця служба працювала до 1988. З 1988 центром опрацювання спостережень часу і широти стала *Шанхайська обсерваторія* в Китаї. У 1953—1960 діяла Радянська С. ш. з центром у П«*«тавсь"i" гравіетричгi" «бсерват«рiї* АН УРСР.

СМІТ Франсіс Грейам, Smith F. G. (нар. 1923) — англ. астроном, член

Лондонського королівського т-ва (1970). З 1974 працює в Гринвічській обсерваторії (у 1976—1981 — директор), з 1981 також директор Наффілдської радіоастр. лабораторії, з 1982 — королівський астроном.

Наук. праці стосуються радіоастрономії. Відкрив низку дискретних джерел косм. радіовипромінювання та виконав точні вимірювання декількох яскравих джерел, що дало змогу ототожнити їх з оптичними об'єктами. Один з активних дослідників пульсарів.

СМІТСОНІВСЬКА АСТРОФІЗИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ (Smithsonian Astrophysical Observatory) — обсерваторія Смітсонівського ін-ту, заснована 1890. Розташована у м. Вашингтоні (США) ($\lambda = -71^{\circ}07.8'$; $\varphi = +42^{\circ}22.8'$; $h = 24$ м). Створена для точних вимірювань сонячної радіації й оснащена устаткуванням для виконання цього завдання. У 1955 С. а. о. організаційно об'єднана з *Гарвардською обсерваторією*, а з 1973 об'єднану установу називають *Гарвард-Смітсонівський астрофізичний центр*.

Гол. дослідження: у галузі теор. астрофізики, фізики Сонця, супутникової геодезії.

Під проводом обсерваторії створена глобальна мережа станцій оптичних і лазерних спостережень *штучних супутників Землі*.

СМІТСОНІВСЬКОЇ АСТРОФІЗИЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ ЗОРЯНИЙ КАТАЛОГ САО зоряний каталог — *каталог положень та власних рухів 258 997 зір на епоху 1950.0*, виданий Смітсонівською астрофізичною обсерваторією в 1966.

САО з. к. — результат об'єднання декількох каталогів: *FK3*, *FK4*, *AGK1*, *AGK2* та ін. У ньому є інформація в середньому про шість зір, розташованих на одному градусі *небесної сфери* в зоні від +80 до -80°, дані про зоряні *величини візуальні* (99% зір каталогу), *фотографічні зоряні величини* (50% зір), *спектральні класи* (83% зір), а також дані про вихідні каталоги.

Положення зір каталогу мають середню стандартну похибку, що дорівнює 0.2" на епоху спостереження. Система каталогу та ж сама, що й *FK4*.

САО з. к. є в двох варіантах: чотиритомному (у чотирьох частинах) виданні та на магнітних стрічках.

У 1969 як доповнення виданий атлас з даними про зорі до 9.0^m , туманності та галактики до 13^m .

СМУГА НЕСТАБІЛЬНОСТІ — вузька смуга на *Герцшпрунга—Рессела діаграмі*, у якій розташовані пульсуючі змінні зорі.

Пульсаційна нестабільність зір зумовлена наявністю в зовн. шарах зони критичної іонізації гелію. Ця зона почергово іонізується до He III й охолоджується. Зона критичної іонізації під час стискування зорі поглинає випромінювання, що надходить з глибших шарів, а під час розширювання випромінює його назовні.

Такий механізм підтримує пульсацію зорі тільки у разі певної глибини залягання зони критичної іонізації гелію. Глибина розташування цієї зони залежить від світності і поверхневої температури зорі. Тому пульсуючі зорі розташовані в досить-таки вузькій смузі на діаграмі Герцшпрунга—Рессела (див. рис. до ст. *Світності класи*). Спостережувана ширина С. н. по осі температур становить близько 1200 К. Проте ширина С. н. і положення її меж для конкретної зорі залежить від вмісту в ній гелію. Для зір з малим вмістом гелію С. н. вужча. Зорі, у яких вміст гелію за кількістю атомів менше 15%, взагалі не пульсують.

Серед зір населення *гало* в С. н. не трапляються зорі зі сталим блиском. Однак для зір населення *диска* серед *цефеїд* на діаграмі Герцшпрунга—Рессела простежуються *надгіганти* зі сталим блиском.

С. н. перетинає *головну послідовність* в околі зір *спектрального класу А*, де розташовані зорі *типу δ Щита*. Еволюційний трек зорі може перетинати С. н. неодноразово.

СНІГООЧИЩУВАЧА МОДЕЛЬ — модель, яку використовують, щоб пояснити розширення в *міжзор'яне середовище* залишку *наднової* на стадії, коли цей залишок стає холодною густою оболонкою.

Модель названо так тому, що оболонка, яка розширюється, згрібає *міжзор'яний газ* так само, як і снігоочищувач сніг, що лежить попереду. Товщину оболонки вважають малою порівняно з радіусом, а масу газу всередині оболонки малою порівняно з масою оболонки.

СОБОЛЄВ Віктор Вікторович (1915—1999) — рос. астроном, академік РАН (1981). З 1941 працював у Ленінградському ун-ті (з 1948 — професор).

Наук. праці стосуються теор. астрофізики (фізика газових туманностей, нестационарних зір, теорія перенесення випромінювання та ін.). Сформулював та розв'язав рівняння перенесення випромінювання з урахуванням поляризації. Висловив думку про можливість виявлення поляризації у затемнюваних подвійних зір (ефект Соболева—Чандрасекара). Розробив теорію світіння рухомих середовищ. Детально дослідив асимптотичні властивості полів випромінювання у разі анізотропного розсіювання, що дало змогу завершити побудову загальної теорії анізотропного розсіювання світла. Засновник ленінградської школи теорії перенесення випромінювання.

СОЛ — марсіанська доба.

СОНЦЕ — найближча до нас зоря, центр. тіло *Сонячної системи*. С. розміщене на відстані близько 10 кпк від центра *Галактики*, обертається навколо нього зі швидкістю 250 км/с, роблячи один оберт приблизно за 200 млн. років. З ін. боку, С. розташоване в 275 000 разів ближче до *Землі*, ніж будь-яка ін. зоря, що дало змогу детально вивчити плями, спалахи, *конvekцію*, обертання, потік частинок — усе те, що пізніше було відкрито і на ін. зорях.

Гол. параметри С.: зоря G2V (*спектральний клас G2, світності клас V*); *маса* — $1.99 \cdot 10^{30}$ кг, *світність* — $3.84 \cdot 10^{26}$ Вт; *радіус* — 695 990 км; *ефективна температура* — 5770 К; *найбільший видимий кутовий діаметр* (у січні) $32'36''$, *найменший* (у липні) — $31'31''$; *синодичний період обертання* на екваторі 27 діб 7 год, біля полюсів — ~36 діб; *середня густина* 1.41 г/см^3 ; *прискорення вільного падіння* на умовній поверхні (де оптична глибина на довжині хвилі 500 нм дорівнює одиниці) — 273.98 м/с^2 ; *нахил осі обертання до екліптики* — $7^\circ 15'$; *густина в центрі* близько $1.55 \cdot 10^5 \text{ кг/м}^3$; *т-ра в центрі* близько $15 \cdot 10^6 \text{ К}$. У фотометр. системі UBV С. має такі зоряні величини *видимі*: $U=26.06^m$, $B=26.16^m$, $V=26.78^m$. *Зоряні величини абсолютні*: $M_U=5.51^m$, $M_B=5.41^m$, $M_V=4.79^m$. *Видима зоряна величина болометрична* дорівнює -26.85^m , абсолютна — 4.72^m .

Загальна будова С. схематично показана на рис. 1, де виділено таке: внутр. шари С. — зону, у якій відбуваються ядерні реакції та перенесення енергії до поверхні; конвективну зону; видиму поверхню С. — фотосферу та гарячіший,

радіуса С., де т-ра та густина досягають значень, достатніх для перебігу ядерних реакцій: перетворення чотирьох атомів водню в гелій (*протон-протонний ланцюжок*). Енергію, що виділяється унаслідок ядерних реакцій, переносять через усю товщу С. *фотони*, які на своєму шляху багаторазово поглинаються та переви-промінюються, а в зовн. частині оболонки С. — конвекція: маси нагрітої, а отже, і легшої речовини, що спливає.

Інформацію про внутр. будову С. одержують унаслідок теор. розрахунків. Однак сучасна фізика С. намагається перевірити ці висновки за допомогою двох нових методів. Перший з них пов'язаний зі спостереженням сонячних нейтрино, які виникають під час ядерних реакцій і завдяки надзвичайно слабкій взаємодії з речовиною без перешкод покидають С. Другий метод,

названий *геліосейсмологією*, ґрунтується на дослідженні поверхневих коливань Сонця, які поширюються у внутр. шари С. Поки що ці методи дають результати, дещо відмінні від передбачених теор.

Видиму яскраву поверхню С. називають фотосферою. Навіть коли С. перебуває в спокійному стані, речовина на його поверхні безперервно рухається: з глибини піднімаються нагріті маси, утворюючи на поверхні яскраві гранули, які існують кілька хвилин, після чого розпадаються, щоб дати місце новим. Одночасно речовина фотосфери бере участь у хвильових рухах. Найпомітніші з них мають період 5 хв. Над фотосферою є хромосфера, що, як і фотосфера, також має комірчасту структуру. На межі комірок — супергранул — сконцентровані силові лінії магнітних полів, уздовж цієї межі розташовані також і *спікули* — ущільнені у вигляді колон утвори порівняно холодної речовини. Розпадаючись, магнітне поле збуджує спокійну фотосферу та хромосферу, що при-

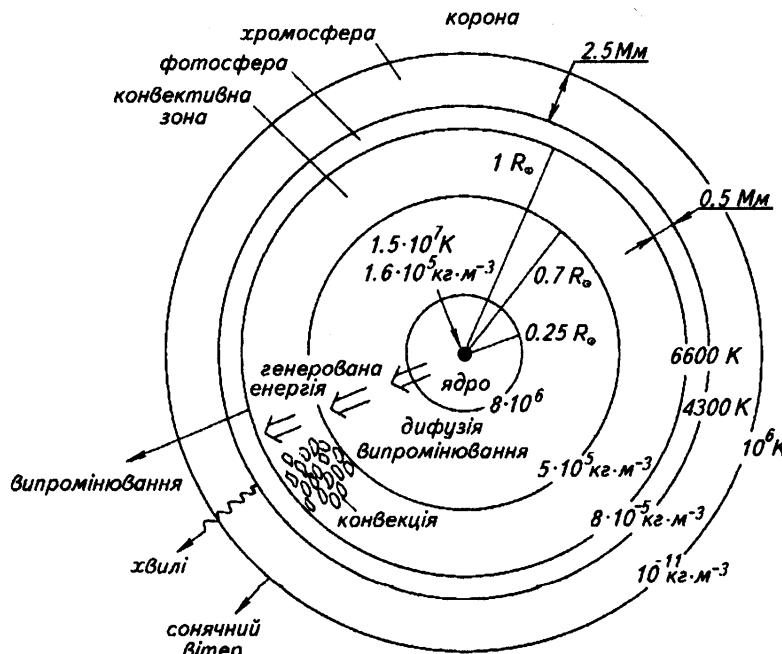


Рис. 1. Загальна структура Сонця

розташований вище шар — хромосферу; внутр. корону — яскравий ореол, який можна спостерігати під час повних сонячних затемнень; зовн. корону та сонячний вітер — той шар атмосфери С., де кінетична енергія нагрітої атмосфери перевищує гравітаційну. Розподіл т-ри в атмосфері С. показано на рис. 2.

Майже все електромагнітне випромінювання С., яке надходить до Землі, утворюється в надрах С., у зоні з радіусом, що дорівнює 1/4 видимого

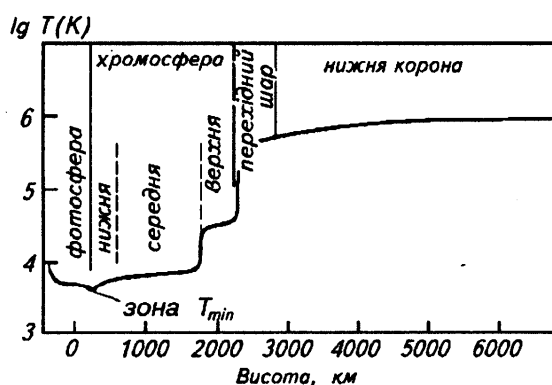


Рис. 2. Схема зміни температури з висотою в атмосфері Сонця

водить до виникнення явищ, названих *сонячною активністю*. Ці поля охолоджують великі ділянки фотосфери, внаслідок чого виникають *сонячні плями*. Такі ж поля утворюють арки, і якщо магнітне поле арок набуває складної конфігурації, то магнітні силові лінії швидко перезамикаються, вивільняючи накопичену в них магнітну енергію: — виникає *спалах сонячний*. Явища сонячної активності дуже різноманітні і виявляють циклічну (з періодом у середньому 11 років) залежність від часу. Сучасна фізика С. вважає, що причиною всіх цих процесів є сонячні магнітні поля, які черпають енергію із взаємодії конвективних рухів та обертання С.

Сонячна корона простягається в космос більше, ніж на 1 млн. км. Т-ра в ній досягає $2 \cdot 10^6$ К млн. градусів. Уважають, що корону головно нагрівають акустичні коливання, які виникають під поверхнею С. внаслідок конвекції. Спостереження за межами земної атмосфери засвідчили, що гол. структурами корони є магнітні арки та промені. Відкриті магнітні структури виявляються як темні *корональні діри*.

Одним із найвизначніших досягнень косм. фізики є відкриття того факту, що Земля перебуває в оточенні сонячної зовн. атмосфери. Йдеться про потоки плазми, що поширюються від С. — сонячний вітер.

Сучасні дослідники С. прагнуть знайти відповіді на такі питання: чому змінюється *сонячна стала*; чи дадуть змогу методи геліосейсмології уточнити внутр. будову С.; як пояснити поведінку сонячних магнітних полів, з якими тісно пов'язані явища сонячної активності; чому результати вимірювань потоку сонячних нейтрино не узгоджуються з теорією; чому корона така гаряча; що є причиною сонячного спалаху; чому виникають корональні діри?

СОНЦЕСТОЯННЯ — момент проходження центра диска Сонця через точки *екліптики*, найвіддаленіші від екватора небесного. В момент літнього С. 21 (22) червня *схилення* Сонця дорівнює $+23^\circ 26'$, а в момент зимового С. 21 (22) грудня $-23^\circ 26'$. Назва С. пов'язана з тим, що поблизу С. схилення Сонця з кожним днем змінюється дуже повільно. Тривалість дня в Північній півкулі Землі біля літнього С. — найбільша, а біля зи-

мового — найменша. В Південній півкулі в цей же час, відповідно, найкоротший і найдовший дні. У Північній півкулі день літнього С. вважають за початок літа, а зимового С. — за початок зими.

СОНЯЧНА АКТИВНІСТЬ — явища сонячної нестационарності, які відбуваються в *атмосфері Сонця* та значно впливають на навколосонячний простір і Землю. С. а. — це досить різноманітні, однак пов'язані між собою явища: *сонячні плями*, факельні площадки, *флокули*, *спалахи сонячні*, *протуберанці*, *корональні конденсації*. Проявами С. а. є також збільшення УФ, рентген. та *корпускулярного випромінювання*. Всі явища С. а. відбуваються в так званих *активних ділянках* (див. *Активне Сонце*), що їх ототожнюють з місцями виходу на поверхню Сонця магнітних полів підвищеної напруженості та складної конфігурації і які охоплюють усі шари сонячної атмосфери, що розташовані над такими місцями. Середній час існування окремої активної ділянки становить 5—8 місяців, а в деяких випадках до 1.5 року. Кількість активних ділянок, що їх одночасно спостерігають на Сонці, змінюється з часом (див. *Цикл сонячної активності*).

СОНЯЧНА КОРОНА — зовн. частина сонячної *атмосфери*, що простежується від краю сонячного диска до відстаней у десятки сонячних радіусів, де плавно переходить у *сонячний вітер*. *Яскравість* С. к. поблизу *лімба Сонця* приблизно у мільйон разів менша, ніж *яскравість сонячної фотосфери*, і швидко зменшується з віддаленням від лімба (у 1000 разів на відстані $2 R_\odot$). Розрізняють корону внутр., до відстаней $0.3 R_\odot$, і зовн. — всю ін. її частину. *Випромінювання* С. к. губиться у розсіяному світлі неба, тому з поверхні Землі С.к. повністю можна спостерігати лише під час повних *сонячних затемнень* як сріблясте сяйво навколо темного диска Місяця. З 1931 за допомогою спеціальних сонячних *коронोगрафів позазатемнюваних* (у яких світло Сонця затримує особлива діафрагма — «штучний Місяць»), які встановлюють високо в горах, С. к. можна спостерігати і без затемнень у вузьких смугах *корональних ліній* (так звана *L-ко-*

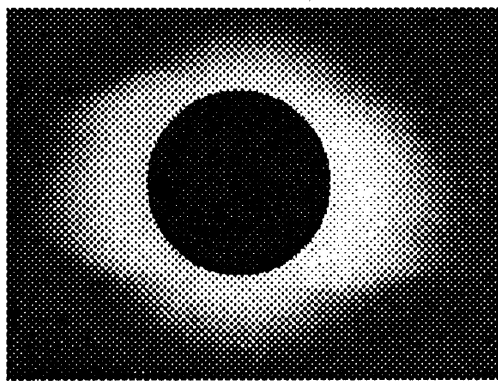


Рис. 1. Сонячна корона в період мінімуму сонячної активності

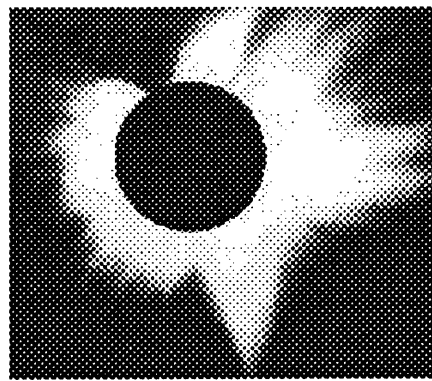


Рис. 2. Сонячна корона в період максимуму сонячної активності

рона) та в неперервному білому світлі (*K*-корона). Під час спостережень з космосу *C. к.* можна досліджувати і на диску Сонця в рентген. діапазоні, в якому нема випромінювання фотосфери.

Випромінювання *C. к.* складається з трьох частин.

1. *L*-корона: заборонені спектр. емісійні лінії високоіонізованих атомів Fe X—Fe XIV, Ni XII—Ni XVI, Ca XII—Ca XV. Найінтенсивнішими є зелена лінія Fe XIV з довжиною хвилі 530.3 нм (яку на початку XX ст. приписували гіпотетичному елементу коронію) та червона лінія Fe X з довжиною хвилі 637.4 нм. Ці лінії простежуються лише у внутр. шарах корони.

2. *K*-корона: неперервне випромінювання, що є розсіяним на вільних електронах корональної плазми випромінюванням сонячної фотосфери. *Фраунгоферові лінії*, які простежують у спектрі фотосфери, виявляються повністю замитими внаслідок великої електронної температури *C. к.* Унаслідок розсіювання випромінювання поляризується, ступінь поляризації досягає 40—50%.

3. *F*-корона: неперервне випромінювання разом з лініями поглинання, які повністю повторюють *фраунгоферові лінії* фотосфери. Випромінювання *F*-корони пов'язане з розсіюванням сонячного світла пиловими частинками міжпланетного простору. *Теплове випромінювання* самого пилу спостерігають на довжині хвилі 2.2 мкм на відстані 4—10 $R_{\odot}$.

Простежується також неперервне радіовипромінювання *C.к.* і випромінювання незаборонених ліній іонів у короткохвильовій ділянці спектра з довжинами хвиль до 40 нм.

C. к. — це шар складної конфігурації, заповнений дуже розрідженою плаз-

мою, електронна т-ра якої становить близько $2 \cdot 10^6$ К. Т-ру визначають кількома незалежними методами: за станом іонізації коронального газу, за розширенням спектр. ліній, за особливостями зміни густини корональної плазми з висотою, за рентген. та радіовипромінюванням. Уважають, що нагрівання *C. к.* до таких високих температур спричинене акустичними коливальними рухами, що виникають під поверхнею Сонця внаслідок конвекції і поширюються у *C. к.* Мала густина плазми *C. к.* є причиною перетворення цих коливань на ударні хвилі і сприяє розсіюванню їхньої енергії. Крім цього, нагрівання *C. к.* може спричинювати дисипація магнітогідродинамічних та магнітоакустичних хвиль, а також гальмування в *C. к.* швидких електронів, які прискорюються у магнітних полях складної конфігурації, що існують в активних ділянках.

Густина плазми *C. к.* залежить від яскравості випромінювання *K*-корони, середнє її значення становить 10^8 електронів в 1 см^3 . Густина іонів (головно протонів) є такою ж унаслідок електричної нейтральності плазми *C. к.* У випадку незначної активності Сонця у внутр. короні над полюсами густина електронів у 2—5 разів менша, ніж над екватором, і швидше зменшується з висотою.

У період мінімуму активності (рис. 1) різниця між екваторіальними та полярними зонами виражена різко: гол. випромінювання надходить з екваторіальних шарів, а над полюсами на малих висотах спостерігають так звані корональні щітки. В цей час *C. к.* виглядає сильно сплюснутою. З посиленням активності над активними ділянками, що виникають на середніх широ-

тах, з'являються аркові структури *корональних променів*, які поширюються на відстань багатьох радіусів Сонця. В період максимуму активності (рис. 2) С. к. набуває форми, близької до сферичної. На рентген. зображеннях С. к. спостерігають яскраві утвори з розмірами в декілька кутових хвилин — так звані *корональні конденсації*, що розташовані над активними ділянками, розкидані по всьому диску яскраві точки з розмірами, які не перевищують $30''$, та ділянки зменшеної яскравості (*корональні діри*). В корональних конденсаціях густина і т-ра плазми вищі, ніж у спокійній короні. Під час спалаху т-ра плазми в конденсації може досягти 10^7 — 10^8 К. Ділянки корони, в яких немає аркових структур магнітного поля, тобто зони з відкритою конфігурацією магнітного поля (завдяки чому речовина корони може вільно поширюватись у міжпланетний простір і тому тут менша густина речовини) одержали назву *корональних дір*. Як звичайно, вони розташовані над найбільш спокійними ділянками поблизу полюсів, однак можуть, особливо в мінімумі активності, опускатись і в низькі широти.

СОНЯЧНА СИСТЕМА — Сонце та всі об'єкти, що гравітаційно пов'язані з ним.

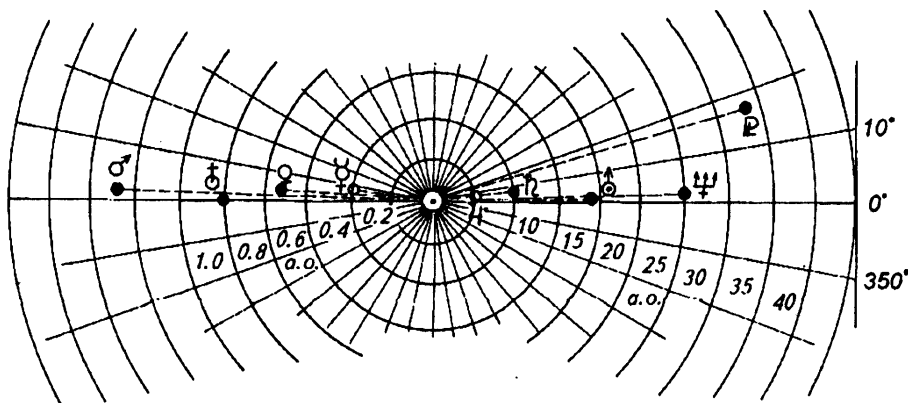
У першому наближенні С. с. охоплює сферу радіусом понад 100 тис. *астрономічних одиниць*, у центрі якої розміщене Сонце. В С. с. є дев'ять великих планет (*Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун і Плутон*) (див. рис.), *супутники планет* (на 1999 відомо 61), приблизно 10 тис. *астероїдів*, близько (за оцінками) $2 \cdot 10^{12}$ *комет* (які за межами орбіти Плутона утворюють *Оорта хмару*), а також велика кількість

дрібних *метеорних тіл* (поперечником від 100—500 м до найдрібніших пилин). Середня відстань від Сонця до Плутона становить близько 40 а. о., тобто 6 млрд. км. Комети віддаляються від Сонця на 10^5 а. о., на їхній рух впливає притягання найближчих зір.

Маса Сонця приблизно в 750 разів перевищує сумарну масу всіх ін. тіл С. с., а тому центр мас С. с. є в надрах Сонця. За оцінками, маса всіх астероїдів і комет менша від маси Землі. Отже ж, маса Сонця становить 99.865% сумарної маси С. с., Меркурія, Венери, Землі та Марса — 0.0006%, Юпітера, Сатурна, Урана, Нептуна, Плутона — 0.13%. Усі великі планети обертаються навколо Сонця в одному напрямі (в напрямі осевого обертання самого Сонця) по майже колових орбітах, кути нахилу площини яких одна до одної і до сонячного екватора малі. Відстані великих планет від Сонця утворюють *Тіціуса—Боде закономірність*. Усі астероїди обертаються навколо Сонця в тому ж напрямі, що й великі планети, однак орбіти їхні, зазвичай, помітно витягнуті й нахилені до площини *екліптики*. Більшість комет рухається у всіх можливих напрямках, а їхні орбіти близькі до параболічних. Частина комет має витягнуті орбіти в десятки і сотні астр. одиниць. Це — періодичні комети, у них прямий рух.

Планети обертаються навколо своїх осей, причому у всіх планет, крім Венери й Урана, обертання відбувається в прямому напрямі, тобто в тому ж, що й обертання навколо Сонця. Кутовий момент кількості руху Сонця дорівнює $1.6 \cdot 10^{48}$ г·см·с⁻¹, планет внутрішніх — $4.95 \cdot 10^{47}$ г·м·с⁻¹, планет зовнішніх — $5.14 \cdot 10^{50}$ г·см·с⁻¹, що становить, відповідно, 0.51, 0.15 та 99.3% від загального моменту кількості руху.

Сонце є зорею, тобто розжареною плазмовою кулею, яка (завдяки безперервному перебігу *термоядерних реакцій* у його надрах) зберігає високу *температуру*, незважаючи на потужне *випромінювання* з поверхні. У всіх ін.



Сонячна система

тіл С. с. поверхні холодні, і ці тіла видимі лише завдяки відбиванню ними сонячного світла. Планети поділяють на дві групи, що відрізняються за масою, хімічним складом, швидкістю обертання та кількістю супутників. Чотири внутрішні планети С. с. — *планети земної групи* — невеликі, складаються зі щільної кам'янистої речовини і металів. *Планети-гіганти* — Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун — значно масивніші, складаються головним чином з легких речовин (водню, гелію, метану та ін.) і тому, незважаючи на величезний тиск у їхніх надрах, мають малу середню густину. Надра планет та деяких супутників перебувають у розжареному стані. У планет земної групи і супутників потік тепла з надр не впливає помітно на температуру поверхні. У планет-гігантів конвекція в надрах зумовлює потік теплової енергії з надр, що перевищує *інсоляцію*. Венера, Земля і Марс мають *атмосфери*, що складаються з газів, які виділилися з надр.

У планет-гігантів атмосфери є безпосереднім продовженням надр; зі збільшенням глибини атмосферні гази поступово переходять, очевидно, у конденсований стан.

Астероїди розташовані між двома групами великих планет (дослідження другого кільця астероїдів — *Койпера поясу*, до якого, можливо, належить Плутон, лише розпочинаються). За складом вони належать до планет земного типу. *Ядра комет* за хімічним складом подібні до планет-гігантів. Малі тіла, зокрема *метеорити*, збереглися практично незмінними з часу утворення С. с. Вважають, що вони можуть бути зразками допланетної речовини С. с. Визначення віку метеоритів і зразків ґрунту з поверхні *Місяця* засвідчили, що вся С. с. існує близько 4.6 млрд. років. Новий погляд на будову С. с. з'явився внаслідок досліджень, проведених «*Вегою*» і «*Джотто*». Деякі вчені останніми роками припускають, що розподіл маси та кутового моменту в С. с. відрізняються від прийнятого раніше. Спираючись на вимірювання маси й *альbedo* *Галлея комети*, вони вважають, що:

на межі С. с. у хмарі Оорта розміщена досить значна маса речовини $M \approx 0.03 \sum M_{\text{П}}$, де $\sum M_{\text{П}}$ — сумарна маса планет;

гол. частина сучасного кутового моменту С. с. міститься не в планетах, а на її периферії в хмарі Оорта, причому сумарний момент С. с. на порядок більший, ніж уважали раніше. Ця версія будови С. с. повинна стимулювати розробку нових узгоджених космогонічних теорій.

СОНЯЧНА СТАЛА — повний потік сонячного випромінювання, що перетинає одиничну площину, перпендикулярну до напрямку променів та розташовану за межами земної *атмосфери* на середній відстані від Сонця в 1 астрономічну одиницю. Уперше значення С. с. обчислив у 1837 К. Пуїє, воно становило $1.79 \text{ кал} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{хв}^{-1}$. Точні вимірювання С. с. з поверхні Землі ускладнені потребою враховувати екстинкцію (послаблення світлового потоку), спричинявану атмосферою. Тому, починаючи з середини 60-х рр. ХХ ст. С. с. вимірюють за допомогою апаратури, встановленої на висотних космічних апаратах.

Згідно з позаатмосферними вимірюваннями С. с. дорівнює $1367 \pm 6 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ або $1.959 \pm 0.009 \text{ кал} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{хв}^{-1}$. Знаючи С. с., легко обчислити *світність* Сонця та його ефективну *температуру*, які, відповідно, дорівнюють $3.84 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ та 5770 К, відповідно.

З'ясовано, що насправді С. с. не є сталою. Зокрема, з тривалих космічних досліджень виявлено два типи варіацій значення С. с. Варіації першого типу мають період близько 27 днів і змінюються в межах 0.1%. Ці зміни С. с. зумовлені зміщенням на сонячному диску активних утворів з групами плям унаслідок обертання Сонця навколо своєї осі, причому у разі появи на диску Сонця великої групи плям С. с. зменшується. Однак і досі цю залежність не пояснено — теор. розрахунки свідчать, що промениста енергія, яку затримують *сонячні плями*, повинна висвічуватися в ін. ділянках сонячної поверхні. Варіації другого типу мають період, що збігається з 11-річним періодом *сонячної активності*, і протилежний щодо першого випадку знак: у середньому С. с. вища, якщо Сонце активніше. Можливо, що обидва типи варіацій С. с. є свідченням поширення явищ сонячної активності на дуже глибокі надра Сонця. Крім того, вірогідне існування і вікових змін С. с.

Точні дані про С. с. потрібні багатьом суміжним наукам: геофізиці, кліматології, екології. Зокрема, за деякими сучасними моделями клімату Землі зміна С. с. на 0.1% за рік веде до зміни глобальної т-ри Землі на 0.1 K, що вже може помітно впливати на клімат. Також вважають, що зміни клімату Землі з характерним часом близько 2500 та 80—100 років можуть бути зумовлені змінами С. с.

СОНЯЧНА ФОТОСФЕРА (грец. *φως*, *φωτός* — світло та *σφαῖρα* — сфера) — зовн. (товщиною приблизно 700 км) шар *атмосфери Сонця*, в якому формується її видиме випромінювання. *Оптична товщина* цього шару дорівнює кільком одиницям, і тому С. ф. майже повністю поглинає та перевипромінює енергію, що надходить з надр Сонця. Спектр. розподіл енергії неперервного випромінювання С. ф. відповідає Планка закону випромінювання з ефективною температурою 5770 K.

Визначальною рисою С. ф. є *потемніння до краю диска*, що свідчить про підвищення т-ри з глибиною. На фотографіях С. ф. з високою роздільною здатністю видно скупчення яскравих утворів, відокремлених один від одного порівняно темними проміжками. Це явище названо *грануляцією фотосферною*. Крім того, у С. ф. можна спостерігати великомасштабні фотосферні рухи — *супергрануляцію*. Гратки супергрануляції приблизно у 18 разів більші від гранул та існують приблизно у 120 разів довше.

Унаслідок *збурень*, створюваних *конвективною зоною*, у С. ф. виникають коливання з різними періодами. Найліпше вивчені коливання з періодом близько 5 хв. Спостереження та обчислення дають підставу стверджувати, що ці коливання є стоячими хвилями, захопленими фотосферою як резонатором. Дослідження коливань дає змогу одержати дані про будову оболонки та ядра Сонця. В 1976 астрономи *Кримської астрофізичної обсерваторії* В. А. Котов, А. Б. Северний та Т. Т. Цап виявили 160-хвилинні коливання, які тепер інтенсивно вивчають як з поверхні Землі, так і за допомогою *космічних апаратів*. Цей період спостерігають і в деяких геофіз. процесах, а також, що загадкове, — в *квазарі* 3C 273. Природа цього періоду не з'ясована.

Неоднорідність С. ф. також може бути пов'язана з існуванням магнітного поля. Залежно від напруженості та конфігурації магнітне поле або перешкоджає конвективному перенесенню енергії з глибоких надр до С. ф., що є причиною утворення темних плям, або зумовлює додаткове нагрівання С. ф., унаслідок чого виникають *факели*.

Важливим джерелом інформації про хім. склад Сонця та фіз. умови в С. ф. є *фраунгоферові лінії* — лінії поглинання в *спектрі* Сонця. Наприкінці XIX ст. виявлено, що довжини хвиль сонячних ліній поглинання не збігаються з довжинами хвиль цих же ліній у земних лабораторіях. Побудовані останніми роками неоднорідні тривимірні напівемпіричні та теор. моделі С. ф. пояснили це явище — зміщення фраунгоферових ліній (а також їхня асиметрія) зумовлені конвективними рухами.

СОНЯЧНА ХРОМОСФЕРА (грец. *χρῶμα* — колір та *σφαῖρα* — сфера) — шар сонячної *атмосфери*, що розміщений безпосередньо над *фотосферою*. С. х. має малу порівняно з фотосферою густину газу та підвищену температуру. С. х. спостерігають під час повних *сонячних затемнень* як кільце рожевого кольору навколо темного диска *Місяця* за декілька секунд до та після повної фази (рис.).

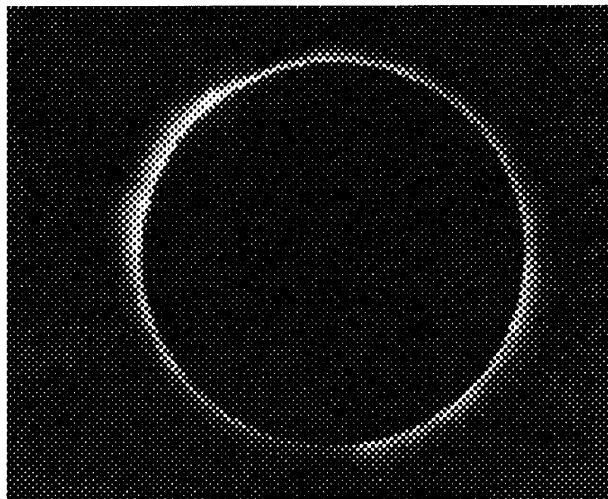


Рис. 1. Вигляд Сонця за декілька секунд до закриття його диском Місяця

Спектр С. х. містить велику кількість емісійних ліній, серед яких виділяється лінія H_{α} , що і надає С. х. рожевого кольору. Завдяки цій особливості С. х. можна спостерігати і на диску Сонця за допомогою фільтра, який виділяє з усьо-

го сонячного спектра тільки випромінювання лінії H_α або ін. Явища, зумовлені хромосферою, можна спостерігати також у деяких ін. зір, однак детальному вивченню піддається лише С. х.

У С. х. відбувається поступовий перехід від фотосферних температур близько 5 000 до 100 000 К, після чого настає швидкий стрибок до т-ри сонячної корони — понад $1 \cdot 10^6$ К. У С. х. виділяють нижню (до 1 500 км від фотосфери), середню (1 500—4 000 км) та верхню (4 000—10 000 км) хромосфери. Нижня С. х. досить однорідна. В середній С. х., для якої типовим є випромінювання значно меншої (ніж у нижній) кількості ліній, простежується значна неоднорідність. Вона зумовлена тим, що порівняно холодна речовина середньої С. х. зосереджена в окремих ізольованих утворах, які мають форму згустків або трубок. Це — хромосферні спікули, у проміжки між якими проникає високот-рний газ сонячної корони. Над зонами сонячних плям розташовані яскраві утвори — волокнистої структури хромосферні факели та флокули. У верхній С. х. спостерігають лише поодинокі хромосферні спікули.

Нагрівають С. х. до температур, що перевищують т-ру фотосфери, низькочастотні звукові та магнітогідродинамічні хвилі, які виникають у конвективній зоні. В умовах швидкого зменшення густини ці хвилі прискорюються. Імпульси підвищеної швидкості частинок газу на фронті звукової хвилі приводять до енергійних зіткнень між ними і нагрівають речовину С. х. Магнітогідродинамічні хвилі, що поширюються вздовж силових ліній сонячного магнітного поля, спричиняють коливання заряджених частинок — електронів та іонів, унаслідок зіткнень яких енергія хвилі також перетворюється в теплову. Отже, С. х. ефективніше нагрівається в ділянках з підвищеною густиною силових ліній магнітного поля.

На сонячному диску в лінії H_α простежуються темні тонкі волоконця — фібрили (рис.2). Найчіткіше вони помітні поблизу активних ділянок. Фібрили розташовані вздовж силових ліній хромосферного магнітного поля і дають змогу безпосередньо спостерігати його конфігурацію. В спокійній С. х. видно вузлики, яскраві в лініях іонізованого

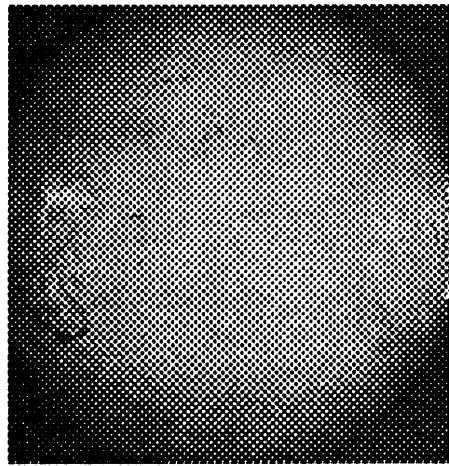


Рис. 2. Геліограма в лінії H_α

кальцію і темні в крилах ліній водню. Вузлики (за розмірами вони трохи більші від фотосферних гранул) розташовані так, що утво-

рюють комірчасту структуру, так звану хромосферну сітку, ґратки якої збігаються з ґратками супергрануляції, спричиненої конвективними рухами в глибоких сонячних надрах. Усередині сітки газ зі швидкістю 0.3—0.5 км/с витікає від центра до периферії. Магнітне поле на межі комірок досягає 800 А/м (10 Е), що в 20—30 разів більше від його середнього значення на диску Сонця. Спікули також сконцентровані на межі ґраток.

Унаслідок малої густини С. х. енергія магнітного поля, яке проникає в С. х. з глибших шарів Сонця, перевищує кінетичну енергію хромосферної речовини. З цієї причини структура і динаміка хромосферних утворів цілком зумовлені сонячним магнітним полем, яке має складну форму через збурення конвективними рухами в підфотосферних шарах. Тому С. х. часто порівнюють з піною на поверхні фотосфери, з якою речовина, що рухається під нею, тісно пов'язана магнітним полем. Унаслідок цього такі рухи стають рельєфно спостережуваними.

СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ — явище покриття Сонця Місяцем (рис. 1).

С. з. поділяють на повні та часткові. Повне С. з. трапляється тоді, коли диск Місяця повністю закриває Сонце, часткове — в ін. випадках. Якщо центр Сонця, центр Місяця та спостерігач перебувають на одній прямій, то маємо центр. затемнення. Залежно від відстані Землі від Сонця та Місяця центр. затемнення може бути повним або кільцеподібним.

Під час С. з. розрізняють чотири контакти затемнення: перший контакт — момент першого, а четвертий — остан-

Сонячні затемнення з 2001 по 2005

Дата	Всесвітній час	Тип затемнення	Місце проходження затемнення
2001, 21.06	11 59	повне	Атлантичний океан, Центральна Африка
2001, 14.12	20 48	кільцеподібне	Тихий океан, Центральна Америка
2002, 10.06	23 47	кільцеподібне	Тихий океан, Західна частина Північної Америки
2002, 04.12	07 34	повне	Атлантичний океан, Південна Африка
2003, 31.05	04 20	кільцеподібне	Гренландія, Норвезьке море
2005, 08.04	20 32	повне	Тихий океан
2005, 03.10	10 28	кільцеподібне	Атлантичний океан, Південна Африка, Індійський океан

нього дотику дисків Сонця і Місяця; другий — коли Сонце повністю зникає за диском Місяця у разі повного С. з. або коли весь диск Місяця проектується на диск Сонця у разі кільцеподібного С. з.; третій — відповідає моменту появи першого променя Сонця після повного С. з. або коли диск Місяця починає сходити з диска Сонця у разі кільцеподібного С. з. Повна фаза С. з. — інтервал часу між другим і третім контактами. Під час С. з. тінь Місяця переміщається з заходу на схід зі швидкістю 1 км/с, проходячи відстань до 15 тис. км. Макс. ширина зони повної фази затемнення на Землі близько 270 км, а кільцеподібної — близько 380 км. Тривалість повних С. з. не перевищує 7.5 хв, часткових — 2 год.

Кожного року відбувається щонайменше два С. з. Макс. кількість можливих С. з. протягом року — п'ять. У певній місцевості повні С. з. відбуваються в середньому один раз за 300 років, часткові — у 30 разів частіше. Протягом

100 років трапляються 238 С. з. — 71 повне, 84 часткових, 83 кільцеподібних (див. *Сарос*). Спостереження С.з. дають цінний матеріал для вивчення *сонячної корони*. В табл. наведено дані про С. з. з 1999 по 2005 рр.

СОНЯЧНИЙ ВІТЕР — безперервний потік плазми сонячної *атмосфери*, що поширюється від Сонця у приблизно радіальних напрямках. Гол. складовими компонентами С. в. є протони та електрони, однак простежуються також α -частинки, високоіонізовані атоми кисню, заліза та ін. Перші докази наявності потоку частинок плазми від Сонця одержав Л. Бірман у 1950-х рр. на підставі аналізу сил, які діють на плазмові *хвости комет*. У 1957 Ю. Паркер довів, що *сонячна корона* не може перебувати в умовах гідростатичної рівноваги, як це вважали раніше, а повинна розширюватись. При високих *температурах*, що є у сонячній короні ($1.5 \cdot 10^6$ K), вага вищих шарів сонячної атмосфери вже не може зрівноважити газовий тиск корони, що і є причиною її розширення. Крім того, в процесі розширення речовина корони прискорюється до надзвукових швидкостей. Отже, явище С. в. є наслідком саме газодинамічного розширення сонячної корони у міжпланетний простір. С. в. не відіграє значної ролі в енергетиці Сонця. Потік енергії, яку виносить С. в., становить лише 10^{-8} повної *світності* Сонця.

Потік С. в. умовно поділяють на два класи: повільний (швидкість 300 км/с) та швидкий (600—700 км/с). Швидкий С. в. поширюється з тих шарів корони, де магнітне поле близьке до радіального. Частина цих ша-

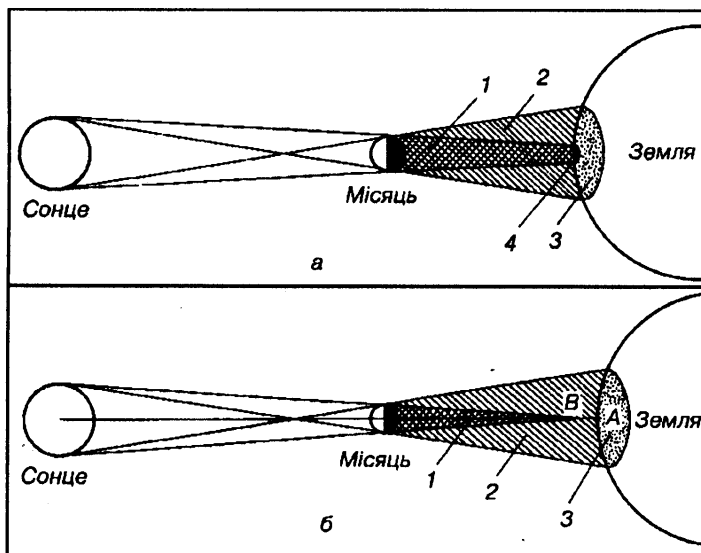


Схема сонячного затемнення

рів збігається з т. зв. *корональними дірами*. Повільний С. в. пов'язаний, імовірно, з тими ділянками корони, де є значний тангенціальний компонент магнітного поля.

С. в. виносить із собою у міжпланетний простір корональне магнітне поле. Вморожені в плазму силові лінії цього поля (частинки плазми ніби наклеєні на силові лінії магнітного поля і, рухаючись, створюють таке викривлення силових ліній, що весь час перебувають на одній і тій же силовій лінії) утворюють *міжпланетне магнітне поле* (ММП). Хоча напруженість ММП невелика і густина його енергії становить близько 1% кінетичної енергії С. в., воно відіграє досить значну роль у взаємодії С. в. з тілами *Сонячної системи*.

Унаслідок того, що С. в. виникає над ділянками з різною переважною орієнтацією магнітного поля, він утворює потоки з різною орієнтацією ММП — так звану *секторну структуру ММП*. Одночасне розширення С. в. й обертання Сонця призводять до того, що секторна структура ММП набуває форми, подібної до спіралі.

У С. в. спостерігають різноманітні типи хвиль: лентгмюрівські, альвенівські, іонно-звукові, магнітозвукові та ін. Потік С. в. є надзвуковим щодо хвиль, які ефективно переносять енергію у С. в., тому у разі обтікання С. в. перешкод на своєму шляху, що можуть його ефективно відхиляти (*магнітні поля планет Меркурія, Землі, Юпітера та Сатурна, а також іоносфери Венери та Марса*), утворюється *ударна хвиля*. Унаслідок цього в С. в. формується зона, заповнена *магнітосферою планети* (власною чи індукованою).

Безперервне витікання корональної плазми збурене нестационарними процесами, що пов'язані з явищами *сонячної активності*. У випадку сильних *спалахів сонячних* відбувається викидання плазми нижніх шарів корони у міжпланетний простір — *корональний транзієнт*. Це призводить до утворення ударної хвилі, яка стискає магнітосферу планети, внаслідок чого виникають *магнітні бурі*.

С. в. досягає геліоцентричної відстані приблизно 100 а. о., де тиск *міжзоряного середовища* зрівноважує динамічний тиск С. в. Об'єм, заповнений

С. в., названо *геліосферою*. С. в. перешкоджає проникненню до Сонячної системи галактичних *космічних променів* малих енергій та призводить до варіацій косм. променів великих енергій.

Явище, подібне до С. в., виявлене у деяких ін. зір (*зоряний вітер*).

СОНЯЧНИЙ ВІТРИЛЬНИК — космічний апарат нового типу з масою в кількисот кілограмів і площею вітрил у декілька гектарів, який рухається під дією сонячного світла. Концепція С. в. ґрунтується на гол. вимогах, висунутих ювілейною комісією Конгресу США в рамках конкурсу «Колумб-500», присвяченого 500-річчю відкриття Америки. С. в. після виведення ракетою-носієм на початкову стартову орбіту повинен розгорнути вітрила і, керуючи ними, розпочати розгін по спіральній траєкторії, облетіти *Місяць*, вийти на траєкторію польоту до *Марса* і досягти його поверхні або принаймні пролетіти поблизу нього. Для керування й орієнтації С. в. планували використовувати гіроскопічні сили. Розрахункова тривалість розгону до *Місяця* — 120 діб, тривалість польоту до *Марса* — 2 роки. Конкурс «Колумб-500» не доведено до практичної реалізації через організаційні недоліки.

Перше сонячне вітрило — прообраз С. в. — розгорнуте на транспортному кораблі «Прогрес-М», запущеному 2 лютого 1993 для виконання експерименту «Знамя». Під час опрацювання процесу розгортання вітрила діаметром 20 м, виготовленого з вкритої тонким шаром алюмінію плівки, проведено експеримент «Нове світло» — корабель з вітрилом були зорієнтовані так, щоб відбитий останнім сонячний зайчик спрямувати на *Землю*. Траєкторія руху сонячної плями на нічному боці планети проходила через Ліон, Берн, Мюнхен, Прагу, Лодзь, Брест, Гомель. Діаметр плями, за оцінками екіпажу *орбітальної станції* «Мир», досягав 400—500 м.

СОНЯЧНИЙ ГОДИННИК — найпростіший прилад для відлічування часу. Винайдений у Вавилоні в VI ст. до н. е. Пізніше з'явився в Греції, потім у Римі. У С. г. використовують переміщення (під час видимого добового руху *Сонця* на небі) тіні від стрижня, освітлюваного Сонцем.

С. г. показує місцевий справжній сонячний час.

СОНЯЧНИЙ КАЛЕНДАР — система лічби часу, яка ґрунтується на тривалості *тропічного року*. Одним із перших був єгипетський С. к., створений у IV тис. до н.е. Він складався з 12 місяців по 30 днів у кожному та додаткових п'яти святкових днів наприкінці року. До С. к. належать: *юліанський календар*, *григоріанський календар*, *республіканський календар Великої франц. революції*.

СОНЯЧНИЙ ТЕЛЕСКОП — прилад для астр. спостережень *Сонця*. С. т. з невеликими діаметрами та *фокусними відстанями* мають паралактичне монтування: *коронграф позазатемнюваний*, *фотосферний* та *хромосферний телескопи*. Великі С. т. складаються з системи рухомих плоских дзеркал (*целостат*) для спрямування сонячного світла в нерухомий *телескоп*. С. т. комплектують фотографічними камерами, *спектрографами*, *магнітографами*, *монохроматорами подвійної дифракції*. Залежно від напрямку *оптичної осі* розрізняють горизонт. і вертикальні (баштові) С. т.

СОНЯЧНИХ НЕЙТРИНО ОДИНИЦЯ (SNU) — потік сонячних нейтрино, унаслідок якого в детекторі (нейтринному *телескопі*), що містить 10^{36} ізотопів ^{37}Cl , утворюється одне ядро ^{37}Ar за 1 с. С. н. о. введено для оцінки ефективності нейтринних детекторів. Зокрема, експеримент на детекторі Р. Девіса (США) давав (2.2 ± 0.4) SNU, тоді як теорія передбачала 7.6 SNU (після уточнення теор. ефективних перерізів деяких реакцій — 5.7 SNU).

СОНЯЧНІ КОСМІЧНІ ПРОМЕНІ — потоки заряджених частинок, прискорених до близькосвітлових швидкостей під час *спалаху сонячного*. С. к. п. реєструють як раптові піки на фоні звичайних *космічних променів*. Одержана зі спостережень верхня межа енергії частинок С. к. п. — $2 \cdot 10^{10}$ еВ, а нижня опускається до 10^5 еВ, тобто наближається до верхньої межі енергії частинок *сонячного вітру*.

Гол. складником С. к. п. є протони, однак трапляються і ядра деяких хім. елементів, у тім числі нікель, а також електрони. Відносна кількість ядер із зарядовим числом $Z \geq 2$ у цілому відтворює хім. склад сонячної *атмосфери*, а частка протонів змінюється від *спалаху* до *спалаху*.

Розподіл С. к. п. за енергіями та зарядами частинок біля *Землі* визначений механізмом їхнього прискорення у джерелі (сонячний *спалах*), особливостями їхнього виходу із зони прискорення та умовами поширення у міжпланетному середовищі. Форма *спектра* С. к. п. досі надійно не визначена. У *міжпланетному магнітному полі* спектр значно трансформований та згладжений, однак є досить крутим, тобто кількість частинок значно зменшується зі збільшенням енергії.

Кількість прискорених протонів, викинутих у *космічний простір* під час потужного *спалаху*, досягає 10^{32} , а сумарна енергія перевищує 10^{24} Дж, що є сумірним з енергією *електромагнітного випромінювання* *спалаху*. Розташування зони прискорення (джерела) С. к. п. за висотою в атмосфері Сонця — від *хромосфери* до *корони* — неоднакове для різних *спалахів*. На умови виходу С. к. п. за межі сонячної атмосфери значно впливає конфігурація магнітного поля *корони*.

Прискорення частинок С. к. п. пов'язане з механізмом виникнення і розвитку сонячних *спалахів*. Гол. джерелом енергії *спалаху* є магнітне поле. Унаслідок його швидких змін виникають потужні електричні поля, які й прискорюють заряджені частинки.

С. к. п., виходячи з зони прискорення, протягом багатьох годин рухаються у міжпланетному магнітному полі та розсіюються на його неоднорідностях, після чого покидають *Сонячну систему*. Частина з них потрапляє в атмосферу *Землі* й додатково іонізує її верхні шари. Достатньо потужні потоки С. к. п. можуть помітно зменшувати озоновий шар атмосфери. Отже, С. к. п. відіграють суттєву роль у системі *сонячно-земних зв'язків*.

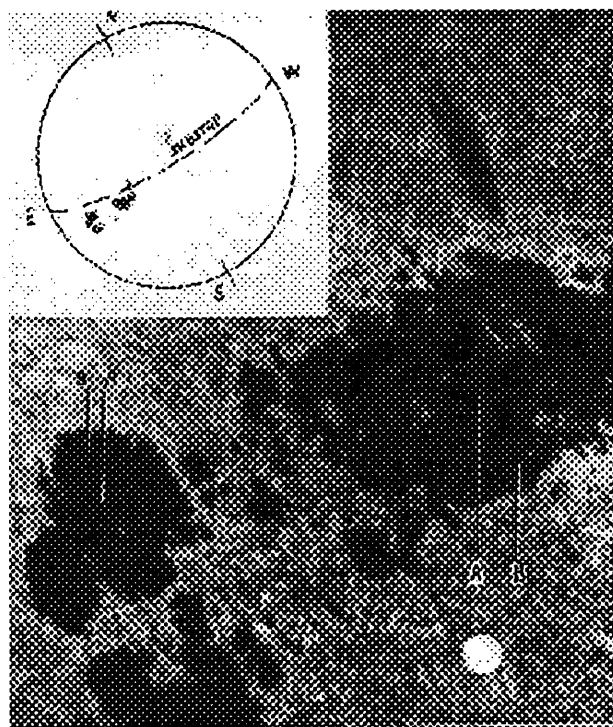
Потужні потоки С. к. п. у період великих *спалахів* створюють значну небезпеку для екіпажів та електронного обладнання *космічних апаратів* у *міжпланетному просторі*, однак такі *спалахи* відбуваються не частіше, ніж один раз за декілька років. Саме для забезпечення роботи косм. апаратів проблема прогнозу *спалахів* є дуже актуальною і все ще далекою від вирішення. **СОНЯЧНІ ПЛЯМИ** — темні круглої форми утвори у *фотосфері Сонця* (див.

рис.). Ефективна температура С. п. на 1000—1500 К менша, ніж у фотосфері, унаслідок чого вони в 2—4 рази темніші від неї. Поперечники С. п. різноманітні: від тисячі до декількох сотень тисяч кілометрів. Великі С. п. складаються з темнішого ядра (тіні) і навколишнього слабкішого кільця (півтіні). Невеликі плями називають *порами*. Тривалість існування С. п. — від кількох годин до кількох місяців.

Важливою характеристикою С. п. є наявність у них сильного магнітного поля з напруженістю до $2 \cdot 10^5$ А/м (2500 Е). Таке поле зменшує або зовсім припиняє конвективне перенесення енергії в підфотосферних шарах, що й спричиняє дефіцит випромінюваної енергії.

Спостереження з високою просторовою роздільною здатністю дали змогу виявити тонку структуру С. п. (див. *Тінь сонячної плями, Півтінь сонячної плями*). Як засвідчують спектр. дослідження, у С. п. відбуваються напрямлені рухи речовини — *Евершеда ефект*. На рівні фотосфери газ рухається зі швидкістю близько 2 км/с від центра плями назовні, тоді як у *хромосфері* над плямою — у зворотному напрямі, тобто до центра плями зі швидкістю 5 км/с. Ці рухи теж мають тонку структуру. Речовина з С. п. у фотосфері витікає в темних волокнах півтіні, а в світлих волокнах півтіні газ переважно рухається в напрямі до С. п., тобто з навколишньої фотосфери натікає гаряча речовина, а витікає холодна. Дослідження свідчать, що ці рухи відбуваються вздовж магнітних трубок, які виходять від С.п. у навколишню фотосферу. На тому кінці магнітної трубки, який міститься в незбуреній фотосфері, напруга поля нижча, а т-ра вища, ніж у С. п., і тому різниця в тисках плазми на кінцях трубки повинна спричиняти рухи плазми в бік С. п. Це відповідає рухам речовини на рівні хромосфери, однак не узгоджується з даними спостережень у фотосфері.

Здебільшого С. п. утворюються парами і переміщуються по диску Сонця внаслідок його обертання. Першу С. п. за напрямом руху називають гол., або ведучою плямою, наступна після неї — хвостова. Гол. плями мають одну й ту саму полярність протягом усього циклу в 11 років, крім того, полярності плям у



Група сонячних плям: А — тінь, В — півтінь сонячної плями (для порівняння в правому нижньому куті білим кружечком показано розмір Землі).

Південній і Північній півкулі Сонця протилежні. С. п. об'єднані в групи по декілька десятків у кожній, утворюючи мультиполярні структури. Кількість С. п., які одночасно спостерігають на Сонці, залежить від фази *сонячної активності*. В мінімумі активності С. п. з'являються на широтах $\pm 35^\circ$, потім зона плямоутворення поступово опускається до екватора, так що останні плями циклу виникають на широтах $\pm 8^\circ$. Якщо залежність широти плям від часу нанести на діаграму, то зони плямоутворення на ній матимуть вигляд метеликів, так звані метелики Маундера. Смуги з широтою від 8 до 35° називають *королівськими зонами*.

С. п. є наслідком спливання у фотосферу *магнітних силових трубок*, які формуються в підфотосферних шарах Сонця внаслідок конвективних рухів речовини.

СОНЯЧНО-ЗЕМНІ ЗВ'ЯЗКИ — система прямих чи посередніх зв'язків між геліо- та геофіз. явищами. Земля одержує від Сонця не тільки світло і тепло, а й підпадає під комбіновану дію УФ та рентген. радіації, а також *сонячного вітру* та *сонячних космічних променів*. Варіації потужності цих факторів у випадку зміни рівня *сонячної активності* спричиняють цілу низку взаємопов'яза-

них явищ у міжпланетному просторі, в магнітосфері, іоносфері, нейтральній фотосфері, біосфері, гідросфері і, можливо, у літосфері Землі.

Вплив сонячної активності на Землю зводиться або до перенесення від Сонця до Землі певної енергії, що виділяється в нестационарних процесах на Сонці (енергетичний аспект), або до перерозподілу вже накопиченої енергії у магнітосфері, іоносфері та нейтральній атмосфері Землі (інформаційний аспект). Перерозподіл енергії може відбуватися або плавно (ритмічні коливання геофіз. параметрів), або стрибком (тригерний механізм).

Послідовність явищ у системі Сонце—Земля найяскравіше простежується після спалаху сонячного, який є найпотужнішим проявом сонячної активності. Наслідки спалаху на Сонці починають виявлятися в навколоземному просторі вже через 8 хв — стільки часу потрібно електромагнітним коливанням, щоб досягти орбіти Землі. Завдяки зростанню потоку УФ та рентген. випромінювання в цей час відбувається додаткова іонізація верхньої атмосфери, що призводить до погіршення або повного зникнення радіозв'язку на освітленій частині Землі.

Потужний спалах супроводжується виникненням великої кількості прискорених до високих енергій заряджених частинок — сонячних косм. променів. Вони долітають до Землі через 100 хв і спостерігають їх упродовж декількох десятків годин. Вторгнення сонячних косм. променів в іоносферу на високих широтах (де вони поширюються паралельно до силових ліній магнітного поля Землі) ще більше іонізує верхні шари атмосфери, змінює елементи геомагнітного поля та руйнує озоновий шар Землі. Крім того, сонячний спалах генерує потужну ударну хвилю і викидає в міжпланетний простір хмару плазми. За 1.5—2.0 доби ця хмара й ударна хвиля, досягаючи орбіти Землі, стискають магнітосферу з денного боку, що призводить до появи магнітної бурі: посилення полярних сьєв, порушення радіозв'язку на коротких хвилях. Під час магнітної бурі у магнітосфері генеруються електромагнітні коливання (0.001—10.0 Гц), які доходять до поверхні Землі і підвищують загальний низькочастотний електромагнітний фон у 10—100 разів.

Статистичні дослідження засвідчили, що через 2—4 доби після магнітної бурі порушується циркуляція повітряних мас і можуть виникати циклони та ін. На статистичному рівні також виявлено зв'язок між рівнем сонячної активності та низкою процесів у біосфері Землі (динамікою популяцій тварин, епідемій тощо) та у суспільстві (кількість аварій, травматичних випадків на виробництві, стресів, інфарктів міокарда та ін.). Найімовірнішою причиною таких зв'язків є значне підвищення низькочастотних коливань електромагнітного поля Землі, збурення її магнітного поля.

Новим методом дослідження С.-з. з. є активні експерименти у магнітосфері та іоносфері з моделювання ефектів, спричинених сонячною активністю. З метою діагностики стану магнітосфери та іоносфери використовують пучки електронів, хмари натрію та барію, які випускають з борту ракети. Для безпосередньої дії на іоносферу застосовують радіохвилі короткого діапазону. Активні експерименти дають змогу ефективніше вивчати фіз. процеси на різних висотах, механізми магнітосферно-іоносферної взаємодії, а також умови генерації низькочастотних випромінювань тощо. Ці експерименти мають і велике прикладне значення. Напр., доведено можливість створення штучних радіаційних поясів Землі, зміни властивостей іоносфери та генерації низькочастотних випромінювань над заданим регіоном земної кулі.

«СОЮЗ» — серія космічних кораблів СРСР для польотів по орбіті навколо Землі. Програму польотів розробляли з 1962. Запуск першого «С.» здійснено 1967. Косм. кораблі «С.» призначені для вирішення широкого кола завдань у навколоземному космічному просторі.

«СОЮЗ Т» — серія тримісних космічних кораблів СРСР для польотів по орбіті навколо Землі. Створений також як транспортний космічний апарат одноразового використання для обслуговування орбітальних станцій типу «Салют» і для автономних польотів. «С. Т» сконструйований з використанням досвіду розробки й експлуатації косм. корабля «Союз». Перший «С. Т» запущено в 1979.

СОЮЗ НАУКОВИХ ТОВАРИСТВ РОСІЇ (СНТР) — громадське об'єднання, утворене 1993 за участю 40 на-

ук. організацій. Активну участь у СНТР брали Астр. т-во (засноване 1990, президент М. Г. Бочкарьов), Рос. фіз. т-во (президент В. В. Михайлін), Санкт-Петербурзький союз учених (голова Л. Я. Боркін), Московське відділення Т-ва метрологів і приладобудівників (голова Л. Л. Попова) та ін. Першим президентом СНТР став директор Об'єднаного ін-ту ядерних досліджень у м. Дубна чл.-кор. РАН В. Г. Кадишевський. Гол. мета СНТР — збереження наук. потенціалу Росії та сприяння міжнародним зв'язкам учених.

СПАЛАХ ГЕЛІЄВОГО ЯДРА — бурхливе «загоряння» гелію в ядрах зір малої маси ($M \leq 2.25 M_{\odot}$) на вершині відгалуження червоних гігантів.

Електронний газ у гелієвих ядрах зір малої маси вироджений, тому підвищення температури, спричинене початком горіння гелію, не супроводжується збільшенням тиску, яке могло б привести до розширення й охолодження ядра. Відповідно, таке підвищення т-ри веде до пришвидшення темпу горіння гелію. Так триває доти, доки вироджений газ не стає ідеальним. Після цього ядро бурхливо розширюється, і зоря утворює нову конфігурацію. «Загоряння» гелію відбувається, якщо маса ядра $M \approx 0.45 M_{\odot}$. Під час С. г. я., очевидно, зоря втрачає деяку кількість маси, унаслідок цього інтенсифікується процес перемішування речовини між поверхневими і внутр. її шарами. Однак ні кількість втраченої маси, ні ступінь перемішування речовини невідомі, тому що немає поки що надійних гідродинамічних розрахунків С. г. я.

У зорях, маса яких на головній послідовності більша від $2.25 M_{\odot}$, електронний газ у гелієвому ядрі невироджений, і гелій загоряється спокійно.

СПАЛАХ СОНЯЧНИЙ — найпотужніший прояв сонячної активності, нестационарний процес, що охоплює всі шари атмосфери Сонця, під час якого за 100—1000 с з обмеженої площі поверхні (від 0.0001 до 0.001 площі півсфери Сонця, тобто $3 \cdot 10^8$ — $3 \cdot 10^9$ км²) вивільняється енергія 10^{22} — 10^{25} Дж. Це в 100—1000 разів більше, ніж енергія, що випромінює за такий же проміжок часу з однакової за площею ділянки незбуреної сонячної поверхні. Близько 90% цієї енергії вивільняється у вигляді

рентген. та УФ випромінювання, потоків прискорених частинок та гідродинамічних течій речовини. Лише невелику частину загальної енергії С. с. становить випромінювання в оптичному діапазоні, передусім у спектр. лініях водню, іонізованого кальцію, а іноді і в білому світлі (див. *Спалах хромосферний*).

С. с. виникають переважно в активних ділянках на Сонці. Частота їхня зростає зі збільшенням площі активної ділянки та ускладненням структури магнітного поля в ній. Поява спалахів часто збігається з виходом на поверхню нового магнітного потоку протилежної до вже наявної полярності. Енергії цього потоку цілком достатньо для появи С. с. Тому виникла думка, що найімовірнішим джерелом енергії С. с. є вільна магнітна енергія активної ділянки, яка накопичується у верхніх шарах атмосфери — у короні. Вторгнення нового магнітного потоку призводить до швидкого зростання градієнтів поля в цій ділянці, внаслідок чого утворюється шар плазми з сильним електричним струмом. Магнітогідродинамічну теорію утворення таких струмових шарів у косм. та лабораторній плазмі започаткував С. І. Сироватський. Сьогодні вчені вважають, що плазмова нестійкість у струмових шарах спричиняє вибухове вивільнення накопиченої енергії, турбулентне нагрівання навколишньої плазми та прискорення частинок до високих енергій. Навколишня корональна плазма (в імпульсній фазі С. с.) нагрівається до десятків мільйонів градусів і стає джерелом потужного рентген. випромінювання. Прискорені частинки та потоки гарячого газу поширюються вздовж силових ліній магнітного поля вглиб атмосфери й спричиняють вторинні ефекти, які спостерігають як різке підвищення випромінювання в оптичному, радіо- та УФ діапазонах довжин хвиль.

Властивості С. с. значно зумовлені потужністю потоків прискорених електронів і протонів, а також їхньою жорсткістю. Більшість С. с. спричинені електронами з енергією 3—10 КеВ та тепловим спектром, що може пояснити теплове рентген. випромінювання високотемпературної плазми. Потужніші С. с. є наслідком генерації «нетеплових» електронів з енергіями 20—500 кеВ. Другий клас С. с. — це явища, пов'язані з по-

токами релятивістських електронів та протонів з енергіями 10—100 МеВ. Найпотужніші спалахи здатні породжувати *сонячні космічні промені* з енергіями частинок 1—10 ГеВ. Останні три види С. с. можуть виявляти себе як спалахи і в білому світлі. Наслідком імпульсного нагрівання плазми є поширення в атмосфері Сонця та міжпланетному просторі ударних та магнітогідродинамічних хвиль.

Услід за імпульсною фазою настає гол., або теплова фаза. Назва походить від того, що під час цієї фази вивільняється більша частина енергії спалаху у вигляді теплового рентген. випромінювання та гідродинамічних течій речовини. Це *протуберанці-викиди*: *серджі*, *спреї*, *транзієнти*.

Косм. промені та короткохвильове випромінювання С. с. досягають Землі і спричиняють зміни стану речовини в її атмосфері, збурення геомагнітного поля й впливають на біосферу. Виникає практична потреба вивчати механізм С. с., безперервно спостерігати за цими явищами та прогнозувати їх. З цією метою в рамках міжнародної Служби Сонця провадять цілодобовий патруль С. с. у наземних астрономічних обсерваторіях та з космічних апаратів, удосконалюють методи їхнього прогнозування.

СПАЛАХ СОНЯЧНОГО РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ — раптове зростання нетеплового радіовипромінювання від верхньої сонячної корони безпосередньо після спалаху сонячного, зумовлене захопленням енергійних електронів магнітним полем корони.

Як звичайно, С. с. р. пов'язаний з раптовим прискоренням близько 10^{35} — 10^{36} електронів до енергій понад 100 кеВ, менше ніж за 1 с.

СПАЛАХ ХРОМОСФЕРНИЙ — тимчасове значне (іноді в десятки разів) посилення *яскравості* обмеженої ділянки *хромосфери Сонця* в світлі хромосферних спектр. ліній, передусім ліній водню H_α та іонізованого кальцію H і K . Ця назва не відповідає суті явища, тому що гол. вивільнення енергії спалаху відбувається в *сонячній короні* (див. *Спалах сонячний*). С. х. є реакцією хромосфери на проникнення з вищих шарів атмосфери потоків прискорених частинок (електронів, протонів), УФ та

рентген. випромінювання. Під впливом цих чинників хромосферна плазма нагрівається. Сьогодні термін С. х. використовують для позначення низькот-ної частини сонячного спалаху.

Температура речовини хромосфери, охопленої спалахом, перевищує приблизно на 1000 К т-ру навколишнього середовища. Значно зростає й густина речовини — у 100—1000 разів. Тривалість С. х. — від кількох хвилин до кількох годин. С. х., як звичайно, передують повільне посилення *яскравості флоклу*, підіймання, а згодом руйнування темного *волокна* (чи його частини), збільшення частоти появи *протуберанців-викидів (серджів)*. Для С. х. є типовим швидке, протягом 1—3 хв, підвищення до макс. значення та триваліший спад *яскравості* в лінії H_α . Потужність С. х. оцінюють за п'ятибальною системою, причому беруть до уваги площу спалаху та його *яскравість* у лінії H_α .

Найчисленніший клас утворюють невеликі С. х., що їх називають субспалахами. В підніжжі магнітних петель виникають ядра С. х. Їх може бути два чи більше, розташовані вони з різних боків лінії розподілу полярностей поздовжнього магнітного поля *активної ділянки*. Найпотужніші С. х. утворюють дві *яскраві стрічки* з обох боків цієї лінії розподілу. Під час імпульсної фази стрічки розходяться в різні боки зі швидкістю 2—40 км/с. Часто в лінії H_α можна бачити, що стрічки з'єднані світлими або темними волокнами.

Інколи С. х. можна спостерігати в білому світлі, тоді їх називають білими спалахами. Саме спостерігаючи потужний білий спалах 1 вересня 1859, Р. Керрінгтон в Англії та Р. Ходжсон в Індії започаткували всебічне вивчення С. х. Середня інтенсивність випромінювання білого спалаху на 20% перевищує інтенсивність нормальної *фотосфери* Сонця. Білі спалахи мають вигляд *яскравих точок* у підніжжі магнітних петель. Вони виникають в імпульсній фазі спалахів і тривають лише кілька хвилин. Випромінювання в білому світлі формується у глибших шарах атмосфери, ніж глибина утворення лінії H_α .

Причиною виникнення білих спалахів вважають потоки дуже енергійних про-

тонів та електронів, що проникають у фотосферу активної ділянки.

З метою вивчення спалахів та їхнього впливу на процеси, що відбуваються на Землі, створено Міжнародну службу Сонця. Спостереження проводять за допомогою інтерференційно-поляризаційних H_{α} -фільтрів. Дані про С. х. зберігають у Міжнародних центрах та публікують у спеціальних каталогах.

СПАЛАХУЮЧІ ЗОРІ, зорі типу UV Кита (UV Cet) — зорі головної послідовності пізніх спектральних класів K і M, які зазнають короткочасного посилення блиску (спалахи) з амплітудами $0.3\text{—}6.0^m$ у візуальній частині спектра.

С. з. належать до класу еруптивних змінних зір і є найчисленнішою групою змінних зір у нашій Галактиці. Амплітуда спалахів С. з. в УФ ділянці спектра більша, ніж у візуальній; зареєстровано спалах з амплітудою 9.0^m у смузі U. Спалахи реєструють не тільки в оптичному, а й в ін. діапазонах випромінювання: в ІЧ, рентген. і радіо. Типова тривалість спалаху — декілька хвилин. У розподілі спалахів за тривалістю закономірностей не виявлено. Середня тривалість проміжку між спалахами різна для різних С. з. — від однієї години до десятків діб. Спалах — один із типів прояву активності зір. Для С. з. типові також і два ін. прояви активності холодних зір, а саме: наявність потужних хромосфери і фотосфери з плямами. Серед С. з. часто трапляються подвійні системи (згідно з деякими оцінками їх $60\text{—}85\%$). Відомо декілька подвійних систем, у яких обидві компоненти є С. з. Активність С. з. має, очевидно, таку ж природу, як і сонячна активність.

«СПЕЙСЛЕБ» (англ. «Spacelab», скорочення від Space Laboratory — космічна лабораторія) — назва пілотованого блоку багаторазового використання, розробленого Європейським космічним агентством з метою проведення на навколоземній орбіті досліджень та експериментів для вирішення наук. і госп.-прикл. завдань.

«С.» розрахований для розміщення (без відділення для самостійного польоту) на амер. космічному кораблі «Спейс Шатл» як корисний вантаж. У ньому може перебувати екіпаж з двох—чотирьох осіб.

Макс. тривалість польоту — 30 діб. Одна станція розрахована на 50 польотів. Перший політ «С.» здійснив 1983 західнонім. астронавт У. Мербольд.

«СПЕЙС ШАТЛ» (англ. Space Shuttle — космічний човник) — амер. пілотований транспортний космічний корабель багаторазового використання для виведення космічних апаратів різного призначення на геоцентричні орбіти висотою $200\text{—}500$ км, проведення на орбіті наук. досліджень, техн. експериментів, обслуговування косм. апаратів, що обертаються на орбіті, доставки на Землю результатів досліджень та експериментів з борту цих об'єктів та ін.

«С. Ш.» — один із елементів косм. транспортної системи, у складі якої є також міжорбітальні буксири для переведення корисного вантажу, виведеного на низьку геоцентричну орбіту, на вищу геоцентричну орбіту, аж до стаціонарної, або на міжпланетну (місячну) траєкторію.

Кораблі серії «С. Ш.» одержали різні назви: «Колумбія», «Челенджер», «Дискавері», «Атлантис», «Ендевор».

Макс. корисний вантаж «С. Ш.» 29.5 т у разі виведення на колову орбіту висотою 185 км з нахилом орбіти 28° ; макс. корисний вантаж, що може бути доставлений «С. Ш.» з орбіти на Землю, — 14.5 т. Номінальна тривалість орбітального польоту «С. Ш.» — 7 діб, а за наявності додаткових запасів використання матеріалів — до 30 діб. Кількість екіпажу — 7 осіб. За станом на січень 2000 «С. Ш.» запущено 76 разів.

СПЕКЛ-ІНТЕРФЕРОМЕТРІЯ (англ. speckle — плямка, крапочка та інтерферометрія) — метод просторової інтерферометрії, що ґрунтується на аналізі зернистої структури зображень косм. об'єктів у наземних телескопах. С.-і. дає змогу довести роздільну здатність приладу до дифракційної завдяки реєстрації збільшених зображень об'єктів з короткою ($\approx 10^{-2}$ с) експозицією. Після цього дані статистично опрацьовують, що допомагає розрізняти скупчені об'єкти (тісні подвійні системи) до 20^m , вимірювати діаметри зір, астероїдів, одержувати чіткіші знімки сонячних плям та ін. Метод запропонував у 1970 франц. астроном А. Лабейрі.

СПЕКТР (небесного світила) (від лат. *spectrum* — образ, видіння) — розподіл енергії *електромагнітного випромінювання* небесного світила (джерела випромінювання) за частотою (довжиною хвилі).

Залежно від природи небесного світила (джерела випромінювання) говорять про *С. зорі*, *С. галактики*, *С. Сонця*, *С. планети* і тощо, залежно від діапазону частот (довжин хвиль) випромінювання того чи ін. світила *С.* джерела розбивають на ділянки, що мають спеціальні назви. Ділянку *С.* з частотами приблизно від $1 \cdot 10^{23}$ до $3 \cdot 10^{20}$ Гц (відповідно довжини хвиль випромінювання від $3 \cdot 10^{-15}$ до $1 \cdot 10^{-12}$ м) називають *гамма-С.* (див. *Гамма-астрономія*); випромінювання з частотами $3 \cdot 10^{20}$ — $3 \cdot 10^{17}$ Гц (довжини хвиль — $1 \cdot 10^{-12}$ — $1 \cdot 10^{-9}$ м) — це *рентген. С.* (див. *Рентгенівська астрономія*); випромінювання з частотами від $3 \cdot 10^{17}$ до $7.5 \cdot 10^{14}$ Гц ($1 \cdot 10^{-9}$ — $4 \cdot 10^{-7}$ м) утворює *УФ С.* джерела; діапазон частот від $7.5 \cdot 10^{14}$ до $3.75 \cdot 10^{14}$ Гц ($4 \cdot 10^{-7}$ — $8 \cdot 10^{-7}$ м) називають *видимим (візуальним) С. світила*; випромінювання з частотами $3.75 \cdot 10^{14}$ — $1 \cdot 10^{12}$ Гц ($8 \cdot 10^{-7}$ — $3 \cdot 10^{-4}$ м) — *інфрачервоний С.*, (див. *Інфрачервона астрономія*); випромінювання з частотами $1 \cdot 10^{12}$ — $1 \cdot 10^3$ Гц ($3 \cdot 10^{-4}$ — $3 \cdot 10^5$ м) — *С. радіовипромінювання*, (див. *Радіоастрономія*). *Ультрафіолетовий, видимий та інфрачервоний С.* разом ще називають *оптичним С.* (оптичним випромінюванням) світила.

Крім того, *С.* називають також *різноколірну картину*, яка утворюється в *фокальній площині спектрографа* у разі освітлення його вхідної щілини випромінюванням від освітлювальної лампи, Сонця, зорі та ін. джерела. Ця картина є послідовністю рознесених у просторі за відомим законом монохроматичних зображень вхідної щілини спектрографа (або зображень джерела випромінювання). Співвідношення між *яскравостями зображень вхідної щілини* (або зображень світила) з різними кольорами в цій картині є відображенням розподілу енергії випромінювання цього світила за довжинами хвиль. Досліджують *С. світил* за допомогою *спектральних приладів*.

Поряд з терміном *С.* ще застосовують вирази: *спектр. склад випромінювання*

джерела, спектр. розподіл світла, розподіл енергії в С. світила та ін., які означають те ж саме, що й *С.*

Залежно від особливостей *С.* різних джерел випромінювання розрізняють такі *С.*: *лінійчастий, смугастий, неперервний, або суцільний*. *Лінійчастий С.* світила, одержаний, напр., за допомогою спектрографа, складається з окремих вузьких смужок (монохроматичних ліній) різних кольорів, чітко розділених між собою неосвітленими проміжками. Цей *С.* відображає той факт, що випромінювання певного світила складається з набору обмеженої кількості монохроматичних світлових хвиль. Прикладом *лінійчастого С.* небесного світила є *С. Орiona великої туманності*. *Смугастий С.* має ширші, ніж *лінійчастий*, освітлені ділянки. Ці спектр. смуги складаються з окремих, близьких за частотами, монохроматичних ліній, між якими непомітне розділення в спектрографі. *Смугастий С.* мають, напр., випромінювання *комет та планет*. *Неперервний (суцільний) С.* містить випромінювання всіх можливих частот, принаймні в обмеженому спектр. діапазоні (див. вище).

У *видимому діапазоні частот* у *фокальній площині спектрографа С.* має вигляд *різноколірної смуги з плавним переходом кольорів з одного в ін.*, від *фіолетового* (довжина хвилі $4 \cdot 10^{-7}$ м) до *червоного* (довжина хвилі $7.5 \cdot 10^{-7}$ м), без неосвітлених проміжків. Чисто неперервний *С.* випромінює *чорне тіло*. Серед *С. небесних світил* неперервний *С.* можна спостерігати лише у вузьких ділянках частот випромінювання, між лініями або смугами поглинання. Залежно від природи косм. об'єктів, випромінювання яких спостерігають, *С.* розділяють також на *випромінювальні (емісійні) та поглинальні (абсорбційні)*, див. *Спектр поглинання*). В *астрофізиці* термін *С.* означає ще розподіл за енергіями релятивістських частинок (див. *Космічні промені*).

СПЕКТР ПОГЛІНАННЯ, *поглинальний спектр, абсорбційний спектр* — розподіл за довжинами хвиль (частотами) енергії *електромагнітного випромінювання* після проходження його через середовище, у якому відбувається *поглинання випромінювання світла*. Вигляд *С. п.* залежить від *коефіцієнта*

поглинання в цьому середовищі, довжини хвилі (частоти), а також від спектра пучка випромінювання, яке надходить у це поглинальне середовище.

Переважає більшість спектрів астр. джерел електромагнітного випромінювання є С. п., напр., спектри Сонця (фраунгоферів спектр) і зір, галактик, планет, комет та ін. об'єктів. С. п. світил формуються під час перенесення випромінювання від їхніх внутр. високотрених ділянок через холодніші зовн. шари (напр., від фотосфер зір, зокрема Сонця, через атмосфери та, у деяких випадках, через зовн. газопилові оболонки), а також у міжгалактичному та міжзоряному середовищі і в атмосфері Землі. Складні С. п. утворюються також у газопилових оболонках комет та в атмосферах планет, що спостерігають завдяки освітленню їх випромінюванням Сонця, яке там багаторазово розсіюється.

С. п. можуть мати вигляд лінійчастих та смугастих (див. Спектр). Типові лінійчасті С. п. — це фраунгоферів спектр Сонця та спектри більшості зір. У фокальній площині спектрографа вони мають вигляд вузьких темних контрастних смужок на фоні суцільної різноколірної смуги неперервного спектра. Смугасті С. п., які трапляються, напр., у спектрах комет, планет, деяких туманностей, у фокальній площині спектрографа мають вигляд широких темних смуг з нечіткими краями на фоні неперервного спектра. В деяких об'єктах відбувається також поглинання випромінювання в усіх частотах якоїсь ділянки неперервного спектра. Зокрема, поглинання видимого випромінювання в зоряних фотосферах або в міжзоряному середовищі призводить до загального послаблення блиску та «почервоніння» деяких світил (див. Екстинкція).

СПЕКТР—СВІТНІСТЬ ДІАГРАМА

— те ж саме, що й Герцшпрунга—Рессела діаграма.

СПЕКТРАЛЬНИЙ ІНДЕКС ВИПРОМІНЮВАННЯ — показник степеня частоти в співвідношеннях типу $F(\nu) \propto \nu^{-\alpha}$, де $F(\nu)$ — спектр. щільність потоку випромінювання, що описує розподіл енергії електромагнітного випромінювання за частотою у спектрах косм. джерел радіовипромінювання (див. Радіоастрономія). У джерелах теплового

радіовипромінювання, розподіл енергії якого за частотою описує Релея — Джинса закон, $\alpha = -2$. У джерел теплового гальмівного рівноважного випромінювання можливе $\alpha > -2$, однак значення α завжди від'ємне. У джерел нетеплового радіовипромінювання (це т.зв. синхротронне випромінювання релятивістських електронів у магнітних полях), якими є переважна більшість радіоджерел (див., напр., Радіогалактики, Крабоподібна туманність), α має додатне значення, яке відрізняється для кожного джерела і в загальному випадку залежить від частотного діапазону радіохвиль. Напр., найвідоміші джерела нетеплового радіовипромінювання мають такі значення С. і. в.:

	$\nu \approx 100$ МГц	$\nu \approx 1000$ МГц
Кассіопея А	0.80	0.95
Лебідь А	0.70	0.95
Телець А	0.24	0.25

У джерелі теплового (гальмівного) радіовипромінювання Оріона Великої туманності $\alpha = -1.1$ та -0.47 відповідно.

Степеневий розподіл інтенсивності синхротронного радіовипромінювання є відображенням розподілу за енергією E концентрації $N(E)$ релятивістських електронів, які спричинюють це випромінювання (див. Космічні промені), і який теж є степеневим: $N(E)dE = KE^{-\gamma}$, де K — стала. Показник степеня в цьому розподілі (т. зв. фактор розподілу) γ теж іноді називають С. і. в. У випадку синхротронного випромінювання визначений такий зв'язок між α і γ : $\alpha = (1 - \gamma)/2$.

СПЕКТРАЛЬНИЙ ПАРАЛАКС

— паралакс групи зір, визначений за зоряними величинами видимими і спектральними класами зір, що належать до групи.

Визначення С. п. — найпоширеніший метод обчислення відстаней до зір. Суть методу полягає в тому, що за особливостями спектра (за співвідношенням інтенсивності окремих ліній) визначають належність зорі до певного світності класу. Далі з табл. беруть відповідну для цього спектр. класу зоряну величину абсолютну M і за визначеною також зі спостережень видимою зоряною величиною m обчислюють модуль відстані $m - M$, а відтак і саму відстань до зорі.

СПЕКТРАЛЬНІ КЛАСИ — класи, на які розподілено зорі згідно з їхніми

спектр. характеристиками (див. Гарвардська класифікація, Йеркська класифікація).

Гол. чинником, що визначає вид спектра зорі, є її поверхнева температура. С. к., що відповідають на пряму зменшення т-ри, утворюють таку гол. послідовність: О, В, А, F, G, К, М. Як у Гарвардській, так і в Йеркській класифікації є додаткові С. к., що відображають відмінності в хім. складі атмосфери зорі. Т-ра зір С. к. О досягає 50 000 К, а зір С. к. М — близько 3 000 К. Кожний С. к. має десять підкласів, які позначають цифрами від 0 до 9, напр., В0, ..., В9, А0, А1, ..., А9. Іноді використовують і дрібніший поділ всередині кожного підкласу, напр., А2.3.

У Йеркській класифікації також є поділ на світності класи. С. к. О, В, А називають ранніми, F і G — сонячними, або проміжними, К і М — пізніми. До цих С. к. належить близько 99% усіх зір.

СПЕКТРАЛЬНІ ПРИЛАДИ — оптичні інструменти, призначені для вивчення розподілу інтенсивності електромагнітного випромінювання $I(\lambda)$ небесного об'єкта. Астр. С. п. складаються з трьох гол. частин: телескопічної, спектр. (що диспергує світло), а також реєструвальної систем. Спектр. системи поділяють за конструкцією на призматичні та з дифракційними ґратками; за типом оптичної системи — на лінзові та дзеркальні; за робочою ділянкою спектра — на гамма, рентген., УФ, видимого, ІЧ та радіодіапазону; за засобом реєстрації — на візуальні (спектроскопи), фотографічні (спектрографи), фотоелектричні (спектрометри, спектрофотометри). Є й ін. види класифікацій.

Гол. характеристиками С. п. є: кутова дисперсія $D_\varphi = d\varphi/d\lambda$, де $d\varphi$ — кут між сусідніми напрямками променів довжиною λ та $\lambda + d\lambda$; обернена дисперсія (обернена лінійна дисперсія) $1/D_\varphi = d\lambda/d\lambda$ [нм/мм], де $d\lambda$ — довжина дуги у фокальній площині С. п. між сусідніми променями довжини λ та $\lambda + d\lambda$; апаратна функція $f(\lambda)$ (функція пропускання або інструментальний профіль), визначена властивостями приладу за реєстрацією монохроматичного променя і є профілем кінцевої ширини (див.

Дифракційні ґратки); роздільна здатність (або теор. роздільна здатність, сила) за критерієм Дж. Релея $R = \lambda/d\lambda = bD_\varphi$, де $d\lambda = \lambda/(bD_\varphi)$ є межею роздільності, що визначає найменший інтервал, який ще можна розрізнити та який дорівнює відстані між гол. максимумом і першим мінімумом інструментального профілю.

Для астр. спостережень на великих телескопах гол. С. п. є дифракційний спектрограф із плоскими або вгнутими ґратками. В такій системі одержано високоякісні спектрограми багатьох тисяч слабких об'єктів до 18-ї зоряної величини з роздільністю близько 0.5—1.0 нм. Використання методу селективної модуляції світла привело до появи С. п. нового типу: СІСАМ-спектрометрів інтерференційних з селективною амплітудною модуляцією; адамар-спектрометрів; фур'є-спектрометрів, які найефективніші для спостережень протяжних спектрів слабких джерел в ІЧ ділянці спектра, а також для вирішування завдань надвисокої роздільності. Роздільна здатність СІСАМ усього у 1.5 раза вища від роздільної здатності звичайного дифракційного спектрометра, однак його світлосила (відношення освітлення в зображенні вхідної щілини до яскравості самого джерела) у 60 разів перевищує світлосилу дифракційного спектрометра класичного типу.

СПЕКТРАЛЬНІ СЕРІЇ — групи спектр. ліній у спектрах атомів, які підпорядковані певній єдиній закономірності.

Лінії кожної конкретної С. с. у спектрах випромінювання (емісійних спектрах) виникають, коли електрони переходять з усіх верхніх енергетичних рівнів k на певний нижній рівень $n < k$. Лінії поглинання виникають, коли електрони переходять з цього самого рівня n вгору на рівні k . Для водню при $n=1$ виникає гол. серія, або Лаймана серія, її першу лінію L_α називають резонансною. Переходи з усіх вищих рівнів відповідно на 2-, 3- і 4-й рівні дають Бальмера серію, Пашена серію і Брекета серію. Перехід зі стану $k=\infty$ на рівень n відповідає випромінюванню в неперервному спектрі (континуумі).

СПЕКТРАЛЬНО-ПОДВІЙНІ — подвійні системи, подвійність яких вияв-

ляють під час спектр. спостережень, а саме: за періодичними зміщеннями ліній у їхніх *спектрах* унаслідок змінності швидкостей зір уздовж променя зору.

С.-п. може бути будь-яка подвійна зоря, для якої кут між площиною орбіти і променем зору відрізняється від 90° , оскільки тоді проекція швидкості кожної із зір на промінь зору періодично змінюється, а отже, внаслідок *Доплера ефекту* спектр. лінії зір роблять періодичні коливання щодо своїх середніх положень. Якщо обидві зорі не сильно відрізняються за *світностями*, то в спектрі С.-п. є два набори спектр. ліній, які коливаються у протилежних фазах. Здебільшого у випадку, коли різниця блиску становить понад 0.7^m , ліній слабкішої зорі не видно. Серед С.-п. лише у близько 16% від їхньої загальної кількості спостерігають лінії обох компонент.

Відомо понад 3 тис. С.-п. з періодами від кількох годин до кількох десятків років.

СПЕКТРОГЕЛІОГРАФ (від *спектр* і *геліограф*) — сконструйований у 1889 на базі дифракційного *спектрографа* прилад, за допомогою якого можна одержати майже монохроматичне зображення окремих деталей *сонячної фотосфери* та *хромосфери* — *сонячних плям*, *флокулів*, *протуберанців*, *спалахів сонячних*. Тепер для цього використовують *хромосферні телескопи* з *інтерференційно-поляризаційними світлофільтрами*.

СПЕКТРОГРАФ (від *спектр* і грец. *γραφω* — пишу) — *спектральний прилад*, у якому *приймач випромінювання* практично одночасно реєструє макс. можливий електромагнітний *спектр*, розгорнутий у *фокальній площині* оптичної системи. Приймачами випромінювання можуть бути фотоматеріали, багатоелементні фотоприймачі (ПЗЗ-матриці, лінійки), *електронно-оптичні перетворювачі*. Гол. елементи найпростішого С. такі (див. рис.): щілина S , яка виділяє об'єкт спостережень; об'єктив коліматорний L_1 , що створює систему пучків паралельних променів від точок щілини S ; D — система що диспергує світло на складові;

L_2 — камерний об'єктив, що будує монохроматичне зображення щілини S у *фокальній площині* P , де розміщений *приймач світла*. Якщо в площині P встановлено пристрій зі щілиною S_2 , то С. перетворюється у *монохроматор*, що

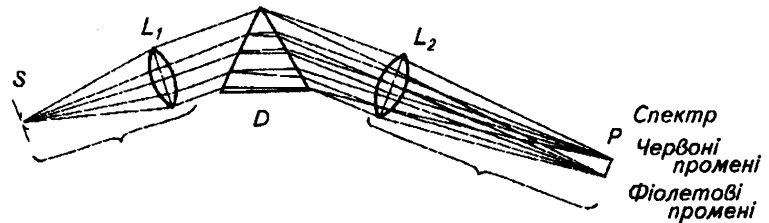


Схема спектрографа з призмою

в поєднанні з фотоелектронним приймачем утворює *спектрометр*. За диспергувальну систему D можна взяти *призму* або *дифракційні ґратки*. С. з дифракційними ґратками називають *дифракційним С.*

СПЕКТРОКОМПАРАТОР (від *спектр* і *компаратор*) — прилад для вимірювання зміщень групи ліній у *спектрі* однієї зорі щодо тієї ж групи ліній у *спектрі* ін., швидкість якої уздовж променя зору відома.

СПЕКТРОМЕТР оптичний (від *спектр* і грец. *μετρέω* — вимірюю) — *спектральний прилад*, *монохроматор* для вимірювання оптичних *спектрів* за допомогою *фотоелектричних приймачів випромінювання* та зі сканувальним пристроєм, що дає змогу кількісно оцінювати розподіл енергії в *спектрі*.

СПЕКТРОФОТОМЕТР (від *спектр* і *фотометр*) — *спектральний прилад*, за допомогою якого виконують *фотометрування* — порівнюють світловий потік від об'єкта з еталонним для неперервного або дискретного ряду довжин хвиль *випромінювання*.

СПЕКТРОФОТОМЕТРІЯ (від *спектр*, грец. *φῶς* (*phōs*) — світло і *μετρέω* — вимірюю) — галузь фізики і техніки, що об'єднує *спектро-* і *фотометрію*, а також *метрологію* і розробляє систему методів та приладів для кількісного вимірювання спектр. *коефіцієнтів поглинання*, *відбивання*, *випромінювання*, спектр. *яскравості* як характеристик середовищ, поверхонь або випромінювачів.

СПЕЦІАЛЬНА АСТРОФІЗИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ РАН (САО) — наук.-досл. установа, заснована в 1966. Розташована на Північному Кавказі біля

станції Зеленчуцька (Росія) ($\lambda=+41^{\circ}26.5'$; $\varphi=+43^{\circ}39.2'$; $h=2100$ м).

Гол. напрями досліджень: вивчення різноманітних небесних об'єктів — планет, Сонця, зір, міжзоряного середовища, квазарів тощо.

Гол. інструменти: БТА (Великий телескоп азимутальний, $D=6.05$ м), РА-ТАН-600, 1- та 0.6-м рефлектори.

У структурі САО є оптичний та радіоастр. сектори, відділ інформатики та Санкт-Петербурзька філія радіоастр. досліджень, якій належить Великий Пулковський радіотелескоп. Оптичний сектор складається з лабораторій: спектроскопії та фотометрії позагалактичних об'єктів; дослідження галактик; релятивістської астрофізики; фізики зір; методів астрономії високої роздільної здатності; перспективних розробок. Радіоастр. сектор має лабораторії: радіоастр. спостережень, дослідження Сонця; антенних досліджень і юстування; радіометрів; автоматизованих систем керування.

Значних успіхів у дослідженні радіооб'єктів досягла група «Велике тріо» (РАТАН—VLA—БТА).

СПІКА (Азімех) — зоря α Діви (0.97^m), зоря головної послідовності, спектрально-подвійна.

СПІКУЛИ (лат. *spiculum* — вістря, кінчик) — ущільнені, у вигляді колон, утвори порівняно холодної речовини в хромосфері Сонця, оточені гарячішим газом. Діаметр С. 500—3 000 км, висота близько 15 тис. км, температура 20 000 К, тривалість життя окремої С. 2—10 хв. Зі швидкістю до 20 км/с речовина С. підіймається вгору і розширюється в сонячній короні. Одночасно на Сонці є близько 30 000 С., які займають 0.5% усієї площі диска Сонця.

СПІНАР — гіпотетична масивна надзоря, рівновагу якої повинні були б підтримувати її швидке обертання навколо осі, магнітні поля і вихрові рухи в її оболонці.

Модель С. розроблена У. Моррісоном у 1969 для пояснення феномена квазара. С. (магнетоїд) — єдине магнітоплазмове тіло з масою 10^7 — $10^9 M_{\odot}$. Розрахунки засвідчили, що тіло такої маси без магнітного поля перебуває на межі стійкості, а магнітне поле може значно стабілізувати його. Для цього енергія магнітного поля повинна бути

сумірною з гравітаційною енергією, а магнітна індукція на поверхні становити 10—100 Тл (10^5 — 10^6 Гс). Рівноважна конфігурація буде лише за умови швидкого обертання. Поле С. близьке до дипольного (полоїдне). Тривалість існування такого магнетоїда до загибелі оцінюють у 10^6 — $3 \cdot 10^7$ років. Уважають, що таке тіло може утворитися з газу, який накопичується в центр. зоні галактики. Ця модель дуже близька до моделі пульсара, однак без нейтронної речовини. Сьогодні модель С. втратила актуальність.

СПІРАЛЬНІ РУКАВИ (франц. *spirale*, від грец. *σπείρα* — звив, вигин), спіральні відгалуження) — яскраві утвори спіральної форми, що простягаються по всьому галактичному диску.

У морфологічній класифікації галактик наявність С. р. є критерієм належності до класу галактик спіральних. С. р. формують спіральну структуру галактики. Вони починаються не в галактичному центрі, а виходять або з яскравої ядерної зони, що має розміри в декілька тисяч парсеків, або відходять від бара. Підвищена порівняно з сусідніми ділянками диска яскравість С. р. зумовлена тим, що в них зосереджена значна частина гарячих зір високої світності ранніх спектральних класів. Тому найчіткіше С. р. виділяються на фотографіях галактик, одержаних у блакитній ділянці спектра, в якій є максимум випромінювання гарячих зір. Навпаки, на фотографіях галактик у червоній ділянці спектра спіральний візерунок «замитий», тому що концентрація зір сонячних і пізніх спектр. класів (які роблять гол. внесок у світність галактик у цій ділянці спектра) в С. р. і в просторі між ними відрізняється мало. С. р. простежуються також і за розподілом водню.

Є кілька поглядів на проблему походження С. р. Згідно з найпоширенішою теорією, С. р. є хвилями підвищеної густини речовини, які обертаються навколо центра галактики як тверде тіло. На відміну від кутової швидкості хвиль густини, кутова швидкість обертання речовини (зір і газу) навколо центра галактики залежить від відстані до центра. Відстань, на якій вона збігається з кутовою швидкістю хвиль густини, називають радіусом коротації. На

відстанях від центра, що є меншими від радіуса коротації, речовина має вищу швидкість обертання, ніж хвилі густини. На відстанях, які перевищують радіус коротації, С. р. обертаються швидше, ніж зорі і газ. Всередині зони галактики, обмеженої радіусом коротації, речовина втікає в С. р. зсередини, а поза радіусом коротації — ззовні. У газопилових хмарах, що перетинають С. р., відбуваються активні процеси *зореутворення*, тому значну кількість молодих *О-зір* і *В-зір* та пов'язаних з ними *зон II* спостерігають саме в С. р.

Наша *Галактика* є спіральною, однак виявлення її спіральної структури — дуже складна проблема. Спіральний узор нашої Галактики, очевидно, утворений двома туго закрученими С. р., хоча в деяких місцях простежується і чотирирукавна спіраль. *Сонце* розташоване в просторі між С. р. поблизу радіуса коротації.

СПІРАЛЬНІ РУКАВИ ГАЛАКТИКИ — великомасштабна структура, яка виражає розподіл речовини в *Галактиці*.

З аналізу спостережень нейтрального водню на довжині хвилі $\lambda=21$ см з'ясовано, що гол. частина його утворює в Галактиці *диск* завтовшки близько 0.5 кпк та радіусом до 14 кпк і що цей диск розпадається на кілька кілець, а точніше, *спіральних рукавів*. С. р. Г. названо іменами *сузір'їв*, у яких той чи ін. рукав спостерігають. Найближчий до центра Галактики рукав названо трикілопарсековим, наступний — рукав *Стрільця* (його відстань до центра Галактики ≈ 7 кпк), далі є рукав *Оріона* ($r \approx 10$ кпк). За *Сонцем* ($r \approx 15$ кпк) міститься рукав *Персея*. У кожному з С. р. Г., крім мас нейтрального водню, є значна кількість гарячих *зір спектральних класів О і В*, що свідчить про їхній космогонічний зв'язок — формування *зір* у С. р. Г.

СПІТЦЕР Лайман, Spitzer L. (нар. 1914) — амер. астроном і фізик, член Нац. АН США (1952). З 1947 — професор астрономії Принстонського ун-ту і директор ун-тської обсерваторії.

Гол. наук. праці присвячені зоряній динаміці, фізиці міжзоряного середовища і зоряних атмосфер, фізиці плазми. **СПЛЮСНУТІСТЬ** — див. *Стиснення*. **СПОКІЙНЕ СОНЦЕ** — стан *Сонця* в мінімумі 11-річного *циклу сонячної ак-*

тивності. Термін С. С. не означає, що *збурень* на Сонці цілком нема. На поверхні Сонця відбуваються зміни елементів тонкої структури: *грануляції фотосферної, спікул, супергрануляції, хромосферної сітки*. Для С.С. є типовою відсутність великих *активних ділянок, спалахів сонячних, посилення випромінювання*.

СПОЛУЧЕННЯ — одна з *конфігурацій* небесних тіл. Під час С. *планети* з *Сонцем* різниця їхніх екліптичних довгот дорівнює нулю. Під час С. планети з ін. планетою, *Місяцем* або *зорею* нулю дорівнює різниця *прямих піднесень* цих об'єктів.

СПОРАДИЧНІ МЕТЕОРИ (грец. *σποραδικος* — поодинокий, окремих) — *метеори*, які не належать до *метеорних потоків* і їх спостерігають протягом усього року. Вважаються, що С. м. — це розсіяні уламки зниклих *комет*.

СПРАВЖНЯ СОНЯЧНА ДОБА, істинна сонячна доба — проміжок часу між двома послідовними однойменними (верхніми або нижніми) кульмінаціями центра сонячного диска. За початок С. с. д. на меридіані спостерігача приймають момент нижньої кульмінації центра диска *Сонця*, тобто справжню *північ*.

СПРЕЙ (англ. *spray* — бризки) — високоенергетичне виверження в широкому *тілесному куті* хромосферної речовини, яке виходить зі *спалаху сонячного*. Іноді С. називають віялоподібними викидами. На відміну від *серджів*, значна частина речовини С. не повертається на *Сонце*. Протягом 1—2 хв від початку явища швидкість стрімко зростає до 2000 км/с. Це значно більше, ніж друга *космічна швидкість* Сонця (618 км/с). Напр., 10 лютого 1956 зареєстровано С., який мав прискорення, що в 50 разів перевищувало *прискорення вільного падіння* на Сонці. Енергії С. достатньо, щоб плазма, яка спочатку утримувалась у замкненій магнітній конфігурації, розірвала силові лінії. Внаслідок цього згустки плазми прориваються крізь *сонячну корону* в *міжпланетний простір*.

С. спостерігають лише під час потужних імпульсних сонячних спалахів. Є тісний зв'язок С. з *волоконом*, що підіймається на початку *спалаху*. С. супроводжують *радіосплески сонячні* метрового діапазону II та IV типу. В деяких випадках під час С. виникає *у-*

випромінювання. Спостереження С. у проекції на диск Сонця за допомогою H_{α} -фільтрів вдається отримати зрідка, що зумовлене доплерівським зміщенням високошвидкісної плазми.

Густина електронів у С. становить $2 \times 10^{11} \text{ см}^{-3}$ у максимумі швидкості, згодом вона зменшується до $2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$. Температура речовини С. 11 000 К. Отже, С. є дещо «холоднішим», ніж петельні протуберанці. Вважають, що для пояснення вибухового характеру С. напруженість магнітного поля в сонячній короні повинна бути 10—20 кА/м (125—250 Е).

СРІБЛЯСТІ ХМАРИ — дуже тонкі хмари, що майже не послаблюють світла зір, їх спостерігають у верхніх шарах мезосфери та в нижній іоносфері Землі на висотах між 75 та 90 км.

С. х. помітні внаслідок слабкого, сріблясто-синього світіння на темному фоні нічного неба. Спостерігають у північній частині горизонту, головню між 50 та 75° північної і 40 та 60° південної широти, літніми ночами, коли Сонце на кілька градусів опускається під горизонт. С. х. пересуваються зі сходу на захід зі швидкостями 50—250 м/с. Вважають, що вони складаються з вулканічного чи космічного пилу або є кристалічними льодяними хмарами.

СТАЛА ПРЕЦЕСІЯ — відношення місячно-сонячної прецесії до косинуса нахилу екліптики до екватора. С. п. — одна з величин системи узгоджених параметрів, що є в основі теорії руху Землі, розробленої С. Ньюкомом. Значення С. п. (тропічне сторіччя в 36524.22 доби) дорівнює $5489.78'' - 0.003648T$, де T — час, що відлічують від фундаментальної епохи.

СТАНДАРТНА АТМОСФЕРА ЗЕМЛІ (від англ. *standard* — норма, зразок, мірило) — відомості про атмосферу у вигляді таблиць і формул, що дають змогу визначати густину на певній висоті для заданого моменту часу.

Відомості одержані за допомогою штучних супутників Землі. Гол. входними даними С. А. З., крім висоти h та місцевого середнього сонячного часу, є широта точки φ , у якій визначають густину, схилення Сонця δ , індекси $F_{10.7}$ і $F_{10.7}$, що характеризують потік сонячного випромінювання на хвилі 10.7 см, та геомагнітний індекс k_p .

СТАНДАРТНА ЕПОХА — фіксована дата, прийнята згідно з резолюцією Міжнародного астрономічного союзу в 1976.

За С. е. (яку позначають J2000.0) править дата 2000, січень 1.5, що збігається з юліанською датою JD 2451545.0. Нове стандартне рівнодення відповідає цьому моментові.

Нова С. е. віддалена рівно на одне юліанське століття (36525 діб) від фундаментальної епохи 1900, січень 0,12 год ефемеридного часу, яку використовували раніше в планетних таблицях Ньюкома.

Будь-яку епоху можна визначити у новій системі так:

$$J [2000.0 + (JD - 2\,451\,545.0) / 365.25],$$

де JD — задана юліанська дата.

Одиницею часу, яку використовують у фундаментальних формулах прецесії, вважають юліанське століття.

СТАНДАРТНА ЗЕМЛЯ — сукупність до 300 коефіцієнтів функції, якою описують гравітаційне поле Землі.

С. З. складена на підставі фотографічних спостережень за рухом штучних супутників Землі й опублікована 1966. Завдяки лазерним спостереженням, гравіметр. вимірюванням та геод. даним складена С. З. II (1970). У результаті визначено координати багатьох спостережних станцій і всі коефіцієнти розкладу гравітаційного потенціалу Землі до 16-го порядку.

СТАНДАРТНІ ЗОРІ — зорі, для яких з високою точністю визначено зоряні величини і показники кольору в деякій фотометричній системі.

Набір С. з. називають зоряним стандартом фотометр. системи. Дані про С. з. потрібні для калібрування фотометр. спостережень і визначення співвідношення між зоряними величинами зір в інструментальній і стандартній фотометр. системах (див. Північна полярна послідовність).

СТАРИЙ СТИЛЬ — те ж саме, що й юліанський календар.

СТАЦІОНАРНИЙ ШТУЧНИЙ СУПУТНИК ЗЕМЛІ, геостационар — один із видів синхронних штучних супутників Землі, що постійно перебуває над заданою точкою екватора земного.

С. ш. с. З. має колову екваторіальну орбіту, віддалену від поверхні Землі приблизно на 35 800 км, і період обер-

тання, що дорівнює зоряній добі; рух відбувається в східному напрямі. *Кутова швидкість* S . ш. с. Z . щодо центра Землі дорівнює кутовій швидкості обертання Землі, що забезпечує його стале положення щодо земної поверхні.

СТАЦІОНАРНОГО ВСЕСВІТУ МОДЕЛЬ — альтернативна до теорії Великого Вибуху космологічна модель. Створена в 1948 Х. Бонді, Т. Голдом, Ф. Хойлом з метою уникнути суперечності між віком Землі (4.6 млрд. років), зір (10 млрд. років) і Всесвіту, визначеним за допомогою Хаббла сталої (2 млрд. років).

В основі S . В. м. є ідеальний космологічний принцип, за яким Всесвіт скрізь і завжди повинен бути незмінним і нескінченним — і в часі, і в просторі. В S . В. м. галактики розбігалися (це був спостережуваний факт) зі швидкостями, пропорційними до відстаней між ними. Однак для того, щоб завжди зберігалася сталою середня густина галактик у певній частині простору, потрібно було, щоб речовина, з якої формуються галактики і зорі для заміни тих, що вже розлетілися, утворювалася постійно. Пряма спостережна перевірка гіпотези безперервного утворення неможлива, оскільки для підтримки стаціонарного стану Всесвіту достатньо формування лише одного атома водню в 1 м^3 простору за 1 млрд. років. Унаслідок виконаних у середині 1960-х рр. обчислень найвіддаленіших галактик і радіоджерел виявилось, що кількість їхня зростає швидше, ніж це передбачає S . В. м. Відкриття в 1964 реліктового випромінювання сприяло остаточному спростуванню S . В. м. і підтвердило гол. положення моделі Великого Вибуху.

СТЕББІНС Джоуел, Stebbins J. (1878—1966) — амер. астроном, член Нац. АН США. У 1903—1922 працював в Іллінойському ун-ті (з 1913 — професор і директор обсерваторії), у 1922—1948 — професор і директор обсерваторії Вісконсінського ун-ту.

Основоположник фотоелектричної астрофотометрії. В 1906—1907 провів перші спостереження Місяця й найяскравіших зір із селеновим фотоелементом. Виконав піонерські електрофотометр. дослідження багатьох змінних зір, зір-гігантів, сонячної корони, галактик, селективного поглинання світла в Галак-

тиці. Розробив разом з А. Уїтфордом шестиколірну фотометр. систему.

СТЕПАНОВ Володимир Євгенович (1913—1986) — рос. астроном, чл.-кор. АН СРСР. У 1949—1953 — директор Астр. обсерваторії Львівського ун-ту. В 1953—1962 працював у Кримській астрофіз. обсерваторії, з 1962 — в Ін-ті земного магнетизму, іоносфери і поширення радіохвиль Сибірського відділення АН СРСР (у 1964—1978 — директор). З 1972 — голова Президіуму Східно-Сибірської філії Сибірського відділення АН СРСР.

Наук. праці стосуються фізики Сонця, зокрема сонячного магнітного поля. Зробив значний внесок у теорію утворення спектр. ліній поглинання за наявності магнітного поля та перенесення випромінювання. Іменем S . названо малу планету № 3493.

СТЕРЕОКОМПАРАТОР (від грец. *stereos* — твердий, просторовий і *comparator*) — стереофотограметр. прилад для вимірювання координат точок на астр. знімках.

СТЕФАНА—БОЛЬЦМАНА ЗАКОН ВИПРОМІНЮВАННЯ — співвідношення між абсолютною температурою чорного тіла T та його світністю F : $F = \sigma T^4$, де σ — стала Стефана—Больцмана, тобто світність чорного тіла пропорційна до четвертого степеня його т-ри. S .—Б. з. в. сформульований австр. фізиком Й. Стефаном у 1879 за експерим. дослідженнями довільних тіл. У 1884 S .—Б. з. в. вивів теор. в термодинаміці австр. фізик Л. Больцман. S .—Б. з. в. впливає з Планка закону випромінювання у разі інтегрування функції світності чорного тіла за довжиною хвилі у всьому спектрі:

$$F = \int_0^{\infty} F(\lambda, T) d\lambda,$$

де $F(\lambda, T) = \pi B(\lambda, T)$, а $B(\lambda, T)$ — яскравість чорного тіла, яку описує формула Планка. Сталу Стефана—Больцмана визначають із закону Планка як $\sigma = 2\pi^5 k^4 / (15c^2 h^3) \approx 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$, де h — стала Планка; k — стала Больцмана. В астрофізиці S .—Б. з. в. застосовують для оцінок повної енергії випромінювання зір у припущенні, що зорі випромінюють як чорні тіла, та для оцінок їхніх ефективних температур: $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, де R — радіус зорі. Для

визначення звідси T потрібно якимось чином обчислити радіуси зір, а також їхні зоряні величини болометричні або болометричні поправки.

СТЕШЕНКО Микола Володимирович (нар. 1927) — укр. астроном, чл.-кор. АН СРСР (1987), академік НАН України (1997). З 1957 працює в Кримській астрофіз. обсерваторії (з 1987 — директор).

Гол. наук. дослідження стосуються фізики Сонця, а також прецизійної оптики і спорудження телескопів. Сконструював УФ орбітальний сонячний телескоп, який успішно працював на орбітальній станції «Салют-4». Керував створенням першого вітчизняного багатоелементного телескопа з діаметром 1.2 м, розробкою технологій отримання першокласних оптичних поверхонь (зокрема, дзеркал із ситалу). Іменем С. названо малу планету № 2238.

СТИСНЕННЯ (небесного тіла), сплюснутість — відношення різниці між екваторіальним і полярним радіусами до екваторіального радіуса. С. звичайно є показником швидкості обертання небесного тіла.

СТІЙКІСТЬ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

— проблема, яка виникає з огляду на те, що в розв'язках рівнянь руху кожної з планет, коли враховано їхнє взаємне притягання (в рівняння руху введено *пертурбаційні функції*), виникають т.зв. вікові члени, внаслідок чого відхилення у значеннях параметрів орбіт кожного тіла в принципі можуть необмежено зростати, а це врешті-решт призвело б до розпаду системи. Однак проведені головню франц. астрономом П. С. Лапласом дослідження свідчать про високу С. С. с. Зокрема, виявилось, що коли ексцентриситет (як і *нахил орбіти*) однієї з планет збільшується, то ін. — зменшується, і навпаки (див. *Задача n тіл*). **СТОВПЧИКОВА ГУСТИНА** — кількість частинок у циліндрі перерізом 1 см^2 і довжиною, що дорівнює відстані до досліджуваного джерела вздовж лінії зору.

СТОЖАРИ — те ж саме, що й *Плянди*.

СТОКГОЛЬМСЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ (Stockholms Observatoriet) — астрономічна обсерваторія, розташована в м. Стокгольмі (Швеція) ($\lambda=+18^\circ 18.5'$; $\varphi=+59^\circ 16.3'$; $h=60$ м). Має спостережну станцію на о. Капрі.

Гол. дослідження: фотометрія та спектроскопія зір, теор. астрофізика, фізика Сонця.

Гол. інструменти: 60- і 50-см рефрактори, 40-см астрограф, 65/100-см Шмідта телескоп, 102-см рефлектор, спектрогеліограф.

СТОКСА ПАРАМЕТРИ — чотири параметри (I, Q, U, V), що повністю описують поле випромінювання та мають розмірність інтенсивності:

$$I = I_l + I_r;$$

$$Q = I_l - I_r;$$

$$U = (I_l - I_r) \operatorname{tg} 2\chi;$$

$$V = (I_l - I_r) \operatorname{tg} 2\beta 2\chi.$$

Тут I_l та I_r — інтенсивність електромагнітних хвиль, електричний вектор яких лежить відповідно в площинах, паралельній I_l та перпендикулярній I_r до площини розсіювання; χ — кут між гол. віссю еліпса, описаного кінцем електричного вектора і напрямом l (він визначає положення площини поляризації щодо площини розсіювання); β — кут, тангенс якого дорівнює відношенню осей еліпса поляризації. Залежно від того, який з компонентів інтенсивності світла більший (I_r чи I_l), поляризацію прийнято називати позитивною ($I_r > I_l$) чи негативною ($I_r < I_l$). У багатьох задачах доцільно використовувати безрозмірні С. п.:

$$q = \frac{Q}{I} = P \cos 2\chi;$$

$$u = \frac{U}{I} = P \sin 2\chi;$$

$$P = \sqrt{q^2 + u^2};$$

$$\chi = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{u}{q}.$$

Обчислення цих параметрів рівносильне визначенню *ступеня поляризації* P та поляризаційного кута χ (див. *Поляризація світла*). Вектор $I = (I, Q, U, V)$ називають вектором Стокса, його вводять замість *інтенсивності випромінювання* у рівняння *перенесення випромінювання* з урахуванням поляризації світла.

СТОЛОВА ГОРА — навколополярне сузір'я Південної півкулі неба. В С. г. немає зір, яскравіших від 4.0^m .

З території України не видно.

СТОУНХЕНДЖ — стародавня астрономічна обсерваторія на рівнині Солсбері, що на Південному Заході Англії. Вік її становить приблизно 4 000 років.

Збудована у вигляді кіл, які складаються з окремих вкопаних вертикально в ґрунт кам'яних монолітів. У центрі С. розташований камінь з розмірами $4.8 \times 1.0 \times 0.5$ м, навколо якого у вигляді велетенської підкови з поперечником приблизно 15 м стоять п'ять трилітів, тобто П-подібних фігур, складених із трьох каменів. Розміри каменів, що утворюють триліт, становлять 6.0, 6.5 і 7.2 м, маса каменя досягає 40—50 т, відстань між вертикальними каменями становить близько 30 см. Триліти оточені колом з 30 вертикальних каменів, що мають розміри приблизно $5.5 \times 2.1 \times 1.0$ м і з масу ~25 т кожний. Вони вкопані в ґрунт на глибину 1.2 м, і на них розташоване коло з горизонт. плит, маса кожної з яких становить близько 7 т. Діаметр цього т. зв. сарсенового кола — 29.6 м.

Уважають, що за допомогою цих будівель можна було вимірювати проміжки часу між двома літніми сонцестояннями і так вести облік часу на кількість сонячних років, тобто користуватись сонячним календарем. Виявилось також, що практично всі гол. напрями С. вказують на точки сходу і заходу Сонця та Місяця в різні пори року (див. *Археоастрономія*).

СТОЯННЯ ПЛАНЕТИ — зупинка планети в її видимому русі на небі щодо зір.

Після С. п. напрям руху планети змінюється на протилежний.

СТРАСБУРЗЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ (Observatoire de Strasbourg) — астрономічна обсерваторія ун-ту ім. Луї Пастера, розташована в м. Страсбургі (Франція) ($\lambda = +7^\circ 46.2'$; $\varphi = +48^\circ 35.0'$; $h = 156$ м). У 1972 при С. о. створено Центр зоряних даних, який накопичує інформацію про зорі (положення, власні рухи, зоряні величини, спектральний клас, паралакс та ін.).

Гол. дослідження: зоряна динаміка, фізика зір, астрометрія.

Гол. інструменти: 48- і 16-см рефрактори, меридіанне коло, 50-см рефлектор.

СТРАЙЖИС Вітаутас, Straizys V. (нар. 1935) — лит. астрофізик. З 1959 працює в Ін-ті теор. фізики й астрономії АН Литви.

Гол. наук. праці стосуються фізики зір. Розробив фотометр. систему кла-

сифікації зір, яку названо «Вільнюська фотометрична система».

СТРАТИФІКАЦІЙ ЕФЕКТ (від лат. *stratum* — настил, шар і *facio* — роблю) — типове для планетарних туманностей і зон Н II явище, яке полягає в тому, що зони світіння різних атомів та іонів не збігаються.

Зокрема, видимі розміри планетарних туманностей, як звичайно, збільшуються зі зменшенням потенціалу іонізації іона, у випромінюванні якого цю туманність спостерігають. Це зумовлене тим, що короткохвильове випромінювання зорі, яка збуджує, здатне, напр., створити чотириразову іонізацію неону, однак його повністю поглинає тричі іонізований неон у малій зоні поблизу зорі. Отже, поза цією зоною можуть бути іонізовані тільки атоми та іони з нижчим потенціалом іонізації. Якщо розподіл речовини в туманності не має сферичної симетрії, то зони світіння різних атомів та іонів можуть відрізнятися не тільки за розмірами, а й за формою.

СТРАТОПАУЗА — те ж саме, що й мезонік.

СТРАТОСФЕРА (лат. *stratum* — настил, шар і *сфайра* — куля) — шар земної атмосфери від тропопаузи до висоти 50—55 км (між тропосферою і мезосферою), для якого типовим є підвищення температури від $-45 \dots -75^\circ$ на нижній межі С. до $-20 \dots +20^\circ$ на верхній (залежно від широти і пори року) та наявність шару озону. Екваторіальна С., як звичайно, холодніша від полярної. У регулюванні т-рного режиму гол. роль відіграє теплообмін випромінюванням. Підвищення з висотою т-ри відбувається завдяки поглинанню озоном сонячного випромінювання. В атмосферах ін. планет такого шару немає. Їхню мезосферу інколи називають стратомезосферою.

СТРЕМГРЕН Бенгт Георг Даніель, Strömberg B. G. D. (1908—1987) — дат. астроном, член Датської королівської АН. З 1929 працював у Копенгагенській обсерваторії (з 1940 — директор), у 1951—1967 перебував у США, з 1967 — професор і директор обсерваторії Копенгагенського ун-ту.

Наук. праці стосуються фізики зір і міжзоряного середовища. В 1940 розрахував перші теор. моделі сонячної ат-

мосфери і цим започаткував використання методу моделей атмосфер. Один із перших застосував результати ядерних досліджень до проблем зоряної еволюції. В 1939 і 1948 розвинув теорію іонізації водню в дифузних галактичних туманностях випромінюванням гарячих зір.

Розробив систему двовимірної кількісної спектр. класифікації зір.

СТРЕМГРЕНА РАДІУС — радіус *Стремгрена сфери*.

СТРЕМГРЕНА СФЕРА — зона іонізованого водню навколо гарячої зорі.

С. с. утворюється внаслідок іонізації міжзоряного газу УФ випромінюванням зорі, причому в ній відбувається поглинання всіх фотонів зорі з енергією, вищою від потенціалу іонізації водню (див. *Зони H II*). В С. с. іонізація водню майже повна до певного радіуса, а потім дуже швидко зменшується, і далі водень практично нейтральний. Радіус С. с. водню називають радіусом Стремгрена. Водень не єдиний елемент, що його іонізує виромінювання гарячих зір, тому термін С. с. застосовують і щодо зон іонізації ін. елементів. Напр., навколо досить гарячих зір є зона двічі іонізованого гелію, тобто С. с. двічі іонізованого гелію.

СТРИМЕРИ — те ж саме, що й *корональні промені*.

СТРІЛА — сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіша зоря: α — Шам, 4.37^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у липні—вересні.

СТРІЛЕЦЬ — зодіакальне сузір'я. Найяскравіші зорі: ϵ — Каус Австраліс, 1.85^m ; σ — Нункі, 2.09^m ; ζ — Асцелла, 2.59^m ; δ — Каус Медіус, 2.70^m ; λ — Каус Бореаліс, 2.81^m ; γ — Наш (Нушаба), 2.99^m .

У С. є розсіяне скупчення М 23 (6.0^m), яскраве кулясте скупчення М 22 (5.0^m), дифузна туманність Лагуна. У С. міститься також точка зимового сонцестояння і центр нашої Галактики.

Найліпші умови видимості ввечері — у липні—серпні. Сонце проходить через С. з 19 грудня по 19 січня.

СТРУВЕ Василь Якович (1793—1864) — рос. астроном і геодезист, член Петербурзької АН. У 1818—1839 — директор Дерптської обсерваторії, у 1839—1862 — перший директор Пулковської обсерваторії.

Наук. праці присвячені астрометрії. Виявив і виміряв багато подвійних і кратних зір, визначив їхні точні положення, опублікував декілька їхніх каталогів.

Одним із перших виміряв паралакс зорі (α Ліри, 1839). Обґрунтував припущення щодо наявності поглинання світла в міжзоряному просторі. Заснував Пулковську школу астрометрії.

СТРУВЕ Герман Оттович (1854—1920) — рос. астроном. Син О. В. Струве. Працював у Пулковській обсерваторії. З 1895 — директор обсерваторії і професор Кенігсберзького ун-ту, з 1904 — директор Берлінської обсерваторії.

Наук. праці стосуються спостережної астрономії та небесної механіки. Виконав численні вимірювання подвійних зір. Побудував теорію руху супутників Сатурна. Відкрив лібрацію в русі Гіперіона, Мімаса й Енцелада.

СТРУВЕ Людвіг Оттович (1858—1920) — рос. астроном. Син О. В. Струве. З 1894 — професор Харківського ун-ту, директор обсерваторії ун-ту.

Наук. праці стосуються позиційної астрономії. В 1887 вперше спробував визначити із аналізу власних рухів зір кутову швидкість обертання Галактики.

СТРУВЕ Отто, Struve O. (1897—1963) — амер. астроном, член Нац. АН США. Син Л. О. Струве. З 1921 працював у США, директор обсерваторій Йеркської (1932—1947), Мак-Доналд (1939—1947), Лейшнерівської (1950—1959), Нац. радіоастр. обсерваторії в Грін-Бенк (1959—1962).

Наук. праці стосуються зоряної спектроскопії, фізики зоряних атмосфер. Детально дослідив спектри багатьох пекулярних змінних зір, уперше виміряв швидкості обертання зір навколо осей. Виконав піонерські дослідження дифузної речовини в Галактиці.

СТРУВЕ Отто Васильович (1819—1905) — рос. астроном, академік Петербурзької АН. Син В. Я. Струве. В 1839—1889 працював у Пулковській обсерваторії (з 1862 — директор).

Наук. праці стосуються спостережної астрономії. Відкрив понад 500 подвійних зір, виміряв паралакси деяких зір.

СТРУМИННІ ПОТОКИ — групи астероїдів, у яких усі п'ять (вільних від планетних збурень) елементів орбіти (велика піввісь, ексцентриситет, нахил

орбіти, довгота перигелію і довгота вузла орбіти) близькі між собою.

Назву С. п. увів Г. Альвен 1969. Сьогодні налічують понад 8 тис. малих планет з відомими елементами орбіт. Це дає змогу виділити 36 С. п. з кількістю членів понад три (з них 13 містить сім та більше малих планет). Як вважають, С. п. є доказом того, що процес утворення малих планет у поясі астероїдів ще не закінчився. С. п., найімовірніше, є молодими утворами.

СТУПІНЬ ПОЛЯРИЗАЦІЇ — відношення макс. різниці інтенсивностей двох складових світлового потоку, поляризованого в двох взаємно перпендикулярних площинах, до суми цих інтенсивностей. С. п. позначають P та визначають як $P = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$ (див. Стокса параметри).

Поняття С. п. використовують для вивчення атмосфер зір та планет, а також поверхонь безатмосферних тіл.

СУББОТІН Михайло Федорович (1893—1966) — рос. астроном, чл.-кор. АН СРСР. З 1942 працював в Ін-ті теор. астрономії АН СРСР (у 1942—1964 — директор).

Наук. праці стосуються теор. астрономії, небесної механіки, прикладної та обчислювальної математики. Удосконалив методи обчислення орбіт.

СУБКАРЛИКИ — зорі, розташовані на Герцшпрунга—Рессела діаграмі нижче від головної послідовності нормальних карликів поля (див. рис. до ст. Світності класи).

У Йєрксській класифікації С. називають також зорями VI класу світності. Їх позначають або за допомогою префікса sd (від англ. subdwarf — субкарлик) перед спектральним класом (напр., sdK2), або зазначають клас світності (напр., K2 VI).

Відомо два типи С.: 1) субкарлики гарячі, до яких належать С. ранніх спектр. класів sdO—sdB; 2) С. пізніх спектр. класів sdF—sdK, які називають просто С.

Природа С. і гарячих С. суттєво відрізняється. Гарячі С. — це зорі, які завершують свою еволюцію, тоді як С. — «зорі типу гол. послідовності».

Гол. ознака, за якою можна їх відрізнити — дефіцит металів. С., у яких дефіцит металів порівняно з Сонцем перевищує 10 разів, називають ек-

стремальними, а С. з меншим дефіцитом — проміжними. Екстремальні С. належать до зір гало, проміжні частково також належать до зір гало, а частина їх є зорями старого населення диска.

СУБКАРЛИКИ ГАРЯЧІ — субкарлики ранніх спектральних класів O і B. Температури С. г. є в діапазоні приблизно від 20 000 до 100 000 K, а світності охоплюють діапазон від 10 до $10^4 L_{\odot}$. Феноменологічно С. г. відносять до продовження горизонтального відгалуження в бік високих температур. Фотометрія і спектр. аналіз дають змогу виділити три підгрупи С. г.:

sdO-зорі, які мають сильні лінії гелію;

sdOB-зорі, у яких лінії гелію слабкі або їх взагалі не видно при низькій роздільності, хоча їхній колір типовий для O-зір;

sdB-зорі — B-зорі зі слабкими лініями гелію.

С. г. підкласу sdB мають малий вміст гелію, у деяких з них частка гелію за кількістю атомів становить тільки 0.001. Т-ри їхні є в діапазоні 20 000—30 000 K.

С. г. підкласу sdO мають дуже малий вміст водню, у деяких із них не виявлено навіть його слідів. Їхні т-ри вищі від 40 000 K.

С. г. підкласу sdOB займають проміжне положення як за т-рами, так і за вмістом гелію.

За еволюційним статусом С. г. поділяють на дві групи: sdB- і sdOB-зорі та sdO-зорі. Еволюційний статус sdO-зір, напевне, аналогічний до еволюційного статусу ядер планетарних туманностей: тобто це зорі на стадії після асимптотичного відгалуження гігантів (ABГ). Проте sdO-зорі відрізняються від ядер планетарних туманностей дещо меншою масою.

Попередники sdB- і sdOB-зір, очевидно, мають на горизонт. відгалуженні маломасивну ($M \leq 0.02 M_{\odot}$) оболонку і тому після цього відгалуження не досягають ABГ, а повертають і еволюціонують у бік sdOB-зір.

С. г. підкласу sdO закінчують еволюцію як білі карлики з масою $M \leq 0.55 M_{\odot}$, а С. г. підкласів sdB і sdOB — як білі карлики з масою $M \leq 0.50 M_{\odot}$

СУБКОСМІЧНІ ПРОМЕНІ — космічні промені з енергіями частинок, меншими від 10^8 еВ. С. п. відіграють важливу роль у нагріванні міжзоряного середовища.

СУЗІР'Я — ділянки, на які поділена небесна сфера для зручності орієнтування на зоряному небі.

У старовину С. називали характерні фігури, утворені яскравими зорями. Найголовніші з них було названо іменами тварин (зодіакальні сузір'я), іменами, запозиченими з міфології (Андромеда, Геркулес, Персей тощо) або з побуту (Терези, Ліра та ін.). У 1922 все небо поділене на 88 С., зафіксованих Міжнародним астрономічним союзом (див. Зоряне небо).

СУМІРНІСТЬ — відношення орбітальних періодів двох небесних тіл (планет, астероїдів, супутників планет), що дорівнює відношенню простих малих чисел.

Через деяку повну кількість обертів тіл, що перебувають у С., їхнє взаємне розташування майже точно повторюється. В кільці астероїдів є С. з Юпітером, Сатурном, Марсом, Землею. С. збігаються як з Кірквуда люками, так і з відносними максимумами в розподілі астероїдів. Особливо багато С. у кільці з Юпітером.

СУПЕРГРАНУЛЯЦІЯ (від лат. *super* — зверху, над і *granulum* — зернятко) — явище неоднорідної яскравості сонячної фотосфери, зумовлене конвективними рухами у верхніх шарах Сонця. Гратки С. мають неправильну форму з середніми діаметрами близько 32 тис. км. У центрі С. речовина підіймається зі швидкістю $0.1 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$, розтікається зі швидкістю $0.3\text{—}0.4 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ і опускається на її краях зі швидкістю $0.1\text{—}0.2 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. С. найліпше спостерігати біля краю сонячного диска. Супергрануляційна картина зберігається протягом однієї—двох діб. Одночасно на Сонці можна спостерігати близько 5 тис. супергранул. У сонячній хромосфері на краях С. концентрується магнітний потік. Спостереження з високою просторовою роздільною здатністю в лініях H і K Ca II свідчать, що супергрануляційні гратки заповнені елементами, які коливаються. Розміри їхні близько 1 500 км, час існування 1—4 хв.

СУПЕРІОНІЗАЦІЯ — наявність в атмосферах зір іонів, ступінь іонізації яких надто високий для умов, властивих атмосферам цих зір.

В УФ спектрах зір спектрального класу В виявлено резонансні лінії C IV, Si IV і N V. Уважають, що ці іони можуть виникати внаслідок дисипації механічної енергії в атмосфері зорі. Проте є також припущення, за яким у деяких випадках лінії цих іонів можуть бути ілюзорними. Напр., перекриття багатьох ліній Fe III утворює фіктивні лінії, які можуть нагадувати лінії C IV.

СУПУТНИК ЗЕМЛІ — див. Місяць.

СУПУТНИК ПЛУТОНА — див. Харон.

СУПУТНИКИ ЗЕМЛІ ПИЛОВІ — дві пилові хмари, які обертаються навколо Землі по орбіті Місяця, перебуваючи на кутових відстанях 60° одна попереду, друга — позаду Місяця. Відкриті в 1961 К. Корділевським.

Подібно до астероїдів-троянців (див. Троянців та греків група) вони розташовані в точках лібрації — вершинах рівносторонніх трикутників, сторони яких дорівнюють радіусу орбіти Місяця. С. З. п. важко спостерігати внаслідок малої яскравості. Розміри хмар можна порівняти з розмірами Землі, однак їхні маси в $6 \cdot 10^{23}$ разів менші від маси Землі, тобто дорівнюють 10 тис. т кожна. Густина хмар — одна пилінка з масою $2 \cdot 10^{-5}$ г на 1 км^3 . С. З. п. показують фази, подібні до фаз Місяця: хмара, що рухається попереду Місяця, має найбільшу яскравість через дві доби після першої чверті Місяця, а друга — за дві доби до останньої чверті.

СУПУТНИКИ МАРСА — Фобос і Деймос. Відкриті в 1877 А. Холлом візуально під час великого протистояння Марса. Названі іменами слуг бога війни Ареса (Марса) з «Іліади» Гомера (в перекладі, відповідно, страх і жак). Орбіти С. М. регулярні, абсолютні відстані — найменші з усіх відомих відстаней супутників від планет. Рух обох С. М. прямий, причому період обертання Фобоса втричі менший, ніж період обертання Марса навколо осі, і тому він тричі на добу сходить на заході і заходить на сході небосхилу Марса. Деймос сходить на сході, заходить на заході й рухається на небосхилі Марса дуже повільно.

Динамічні характеристики супутників Марса

Параметр	Фобос	Деймос
Велика піввісь орбіти, км	9378	23459
Період обертання	7 год 39 хв	30 год 21 хв
Ексцентриситет	0.005	0.0052
Нахил орбіти до площини Лапласа, ...	1.02	1.82
Нахил площини Лапласа до екватора планети, ...	0.01	0.92

Орбіти С. М. роблять прецесійний рух щодо незмінної площини *Лапласа* (власна площина супутника) з періодом 2.25 року у Фобоса і 54.75 року у Деймоса. Обидва С. М. мають неправильну форму і загалом нагадують *астероїди* (див. табл.). Обертання обох С. М. синхронізовані, їхні великі осі спрямовані до центра Марса, а самі С. М. повернуті до нього однією півкулею. Кут *лібрації* Фобоса щодо положення синхронізації становить 5°. Унаслідок припливних сил орбіта Фобоса зменшується на декілька сантиметрів за рік, а Деймос віддаляється від Марса зі швидкістю понад 1 мм за рік. Проблема виникнення С. М. не вирішена. Можливо, вони збереглися з моменту формування планет, та вірогіднішею вважають версію захоплення астероїдів гравітаційним полем Марса.

СУПУТНИКИ НЕПТУНА — вісім супутників, два з яких — *Тритон* (відкритий у 1846) і *Нереїда* (1949) відомі з наземних спостережень, а шість (Протей, Деспіна, Таласа, Галатея, Лариса і Наяда) відкрито під час пролітання «Вояджера-2» поблизу Нептуна в серпні 1989.

Параметри супутників Нептуна

Супутник	$a, 10^3$ км	a, R_N	P , діб	e	i , град	R , км	Відкрито		
							особа	рік	країна
Тритон	354.3	14.0	5.877	0.0005	157	2760	Ласселл	1846	США
Нереїда	5515	219	360.16	0.75	29.5		Койпер	1949	США
Протей*	117.6	4.73	1.12		< 1	420	—	1989	США
Лариса*	73.6	2.96	0.55		< 1	200	—	1989	США
Деспіна*	52.5	2.10	0.33		< 1	140	—	1989	США
Галатея*	62.0	2.49	0.39		< 1	160	—	1989	США
Таласа*	50	2.01	0.31		< 1	90	—	1989	США
Наяда*	48.2	1.94	0.29		≈ 4.5	50	—	1989	США

Тритон і Нереїда належать до нерегулярних супутників: перший рухається по планетоцентричній орбіті у зворотному напрямі щодо обертання Нептуна, другий — по орбіті з найбільшим серед орбіт усіх відомих супутників у *Сонячній системі* ексцентриситетом (0.75).

Тритон вважають близьким супутником, хоча рухається на відстані 14 радіусів планети. Орбіта Тритона практично колова, гол. її *збурення* виникають унаслідок сплюснутості фігури Нептуна, обертання Тритона синхронізоване припливним тертям. Уважають, що припливна еволюція орбіти буде тривати декілька мільярдів років. Період *прецесії лінії вузлів* орбіти — близько 640 років. Мабуть, *вісь обертання* Тритона відхилена від нормалі до його орбіти в бік, протилежний до напрямку на полярну вісь Нептуна.

Нині *підсонячна точка* розташована на широті +40°, а до 2005 вона буде на широті +52°.

Малі С. Н. належать до регулярних. Орбіти їхні колові, обертання пряме. Поверхні дуже зриті *кратерами*. Спостерігати з Землі їх практично неможливо, оскільки вони губляться в розсіяному світлі планети.

Характеристики С. Н. наведено в табл. Для назв С. Н. використані імена з грец. міфології, пов'язані з легендами про бога морів та океанів Посейдона (Нептуна).

СУПУТНИКИ ПЛАНЕТ (природні) — косм. тіла, що обертаються навколо великих планет *Сонячної системи* (див. *Місяць*, *Супутники Марса*, *Супутники Нептуна*, *Супутники Сатурна*, *Су-*

путники Урана, Супутники Юпітера, Харон).

Загальна кількість відомих С. п. сягає 61. Найближчі до Сонця планети Меркурій і Венера супутників не мають, у Землі є 1, у Марса — 2, Юпітера — 16, Сатурна — 18, Урана — 15, Нептуна — 8, Плутона — 1. Спостерігати за С. п. з Землі почали 1610, коли Г. Галілей розпочав телескопічні спостереження неба. Нині ці спостереження ведуть як на потужних телескопах з поверхні Землі, так і за допомогою космічних апаратів. С. п. класифікують відповідно до особливостей орбіт на регулярні та нерегулярні. Перші обертаються навколо планет в прямому напрямі і мають майже колові орбіти, що розташовані в екваторіальній площині планети; другі обертаються або в прямому, або в зворотному напрямі по еліптичних орбітах, які утворюють значний кут з екваторіальною площиною.

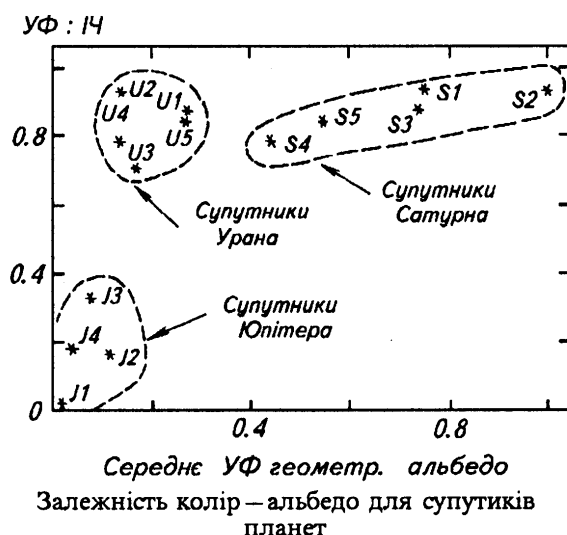
За хім. та мінерал. складом С. п. поділяють на кам'янисті, льодяні та кам'янисто-льодяні. Крім того, розрізняють С. п. земного типу і планет-гігантів, масивні і легкі, правильної форми й уламкові, синхронні та несинхронні, підвладні дії припливів і не підвладні, безатмосферні (в більшості) і з атмосферою (поодинокі). На поверхнях усіх С. п. є рельєфні утвори, зокрема ударні кратери. На більших тілах, що пройшли диференціацію, простежують різні прояви тектонічної активності. У невеликих С. п. вигляд поверхні свідчить лише про вплив на неї ін. тіл.

Дослідження С. п. має велике значення для з'ясування природи та походження Сонячної системи. Вивчення кратерів дає змогу скласти уявлення про зміну в просторі і часі дрібних тіл Сонячної системи, у тім числі комет. Атмосфери Титана і Тритона можуть стати природними лабораторіями, зокрема, для з'ясування походження складних органічних сполук. Закономірності систем С. п. у різних планет допомагають простежити еволюцію самих планет на ранньому етапі.

Ефемериди С. п., які публікують, відрізняються від ефемерид ін. небесних тіл. Такі ефемериди — це послідовність положень або значень елементів орбіти, за якими ці положення можна легко обчислити. У цьому випадку прийня-

то таку систему позначень: довготу С. п. на орбіті вимірюють так, що у верхньому сполученні $\theta=0^\circ$, а в східній елонгації планети $\theta=90^\circ$. Апекс ведучої півкулі С. п. відповідає довготі 90° , веденої півкулі — 270° . Ефемериди С. п. щорічно публікують у «The Astronomical Almanac» (див. *Астрономічні щорічники*). Крім того, Міжнародне інформаційне бюро з астр. ефемерид і Центр. бюро з астр. телеграм, що діють під егідою Міжнародного астрономічного союзу, у спеціальних випусках публікують ефемериди С. п. для обмежених проміжків часу. Ефемериди призначені тільки для пошуку С. п. та ідентифікації, а не для порівняння теорії зі спостереженнями. В них наводять таблиці для моментів геоцентричної східної (або західної) елонгації або зовн. (чи внутр.) сполучення, а також для великої півосі, що повільно змінює своє положення, та позиційного кута справжньої орбіти С. п. на небесній сфері. Положення С. п. на орбіті, яку апроксимують еліпсом, можна одержати з ін. таблиці, де аргументом є час, що минув від найближчої елонгації. За допомогою цих таблиць визначають відстань та позиційний кут С. п. щодо планети.

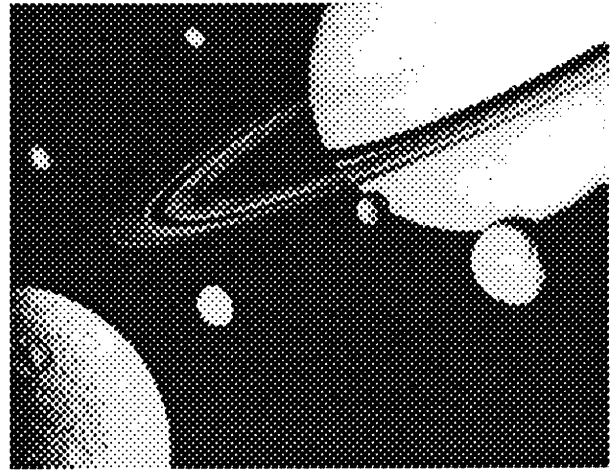
Багато С. п. розміщені у тій частині Сонячної системи, де розповсюджений переважно лід різної природи — водяний, метановий, аміачний та ін. Порівняння супутників планет-гігантів засвідчило, що властивості поверхонь супутників відбивати промені для кожної планети утворюють окремий клас. Відношення здатностей С. п. відбивати промені в УФ та ІЧ ділянках спектра розподілені певним чином (див. рис.). На



супутниках Юпітера речовина ці промені дуже поглинає. Поверхнева речовина супутників Урана однаково поглинає в обох спектр. діапазонах. Фіз. характеристики супутників Сатурна відповідають водяному льоду. Геом. альbedo супутників Урана не узгоджується з альbedo чистого водяного льоду. Мабуть, там є якась речовина з низьким альbedo, яка здатна поглинати і в УФ, і в ІЧ ділянках спектра, і яка не подібна на речовину, що зменшує альbedo супутників Юпітера, яке низьке в УФ і високе в ІЧ ділянках. Усі С. п. підвладні впливу *магнітосфер планет*, що також визначає властивості відбивання кожного з них.

СУПУТНИКИ САТУРНА — система з 18 супутників (див. рис.).

Більшу частину назв «класичних» С. С. запропонував Дж. Гершель на початку ХІХ ст. (табл.): *Титан* (від імені міфологічних титанів — дітей Урана і Геї), *Тетіа*, *Діона*, *Рея* і *Феба* (сестри Сатурна), *Гіперіон* і *Япет* (брати Сатурна), *Мімас* і *Енцелад* (велетні). Відкриті в наш час С. с. названі за тією ж традицією: *Янус* (дволикий бог усіх починань), *Атлас*, *Прометей* і *Епіметей* (динамічні та фіз. характеристики супутників Сатурна



Монтаж Сатурна і шести його супутників (знизу зліва — Діона, над Сатурном — Мімас).

(діти Япета і Клімени), *Пандора* (дружина Епіметея, яка відчинила зловісну скриньку, що принесла біди людству), *Телесто*, *Каліпсо* та *Електра* (німфи з численної родини Океана і Тетіи).

Пряме обертання мають 16 С. С. Крайній ззовні — *Феба* — обертається в зворотному напрямі, хоча його осьове обертання пряме. С. С. (від Мімаса до Япета, за винятком Гіперіона) мають синхронізоване осьове обертання. Обертання Гіперіона хаотичне. В системі С. С. є значні орбітальні резонанси.

Супутник	$a, 10^3$ км	a, R_C	P , діб	e	i , град	R , км	pV	V_0	Відкрито		
									особа	рік	країна
Пан	134	2.2	0.577	0	0	10	—	19	Шувальтер	1990	США
Атлас*	137.67	2.256	0.602	0.002	0.3	20×10	0.4	18		1980	США
Прометей*	139.35	2.310	0.613	0.004	0.0	70×50×37	0.6	16		1980	США
Пандора*	141.70	2.349	0.629	0.004	0.1	55×45×35	0.5	16		1980	США
Епіметей*	151.422	2.510	0.694	0.009	0.34	70×58×50	0.5	15		1980	США
Янус	151.472	2.51	0.695	0.007	0.14	110×95×80	0.6	16	Дольфюс	1966	Франція
Мімас	185.52	3.075	0.942	0.020	1.53	197±3	0.6	12.1	В. Гершель	1789	Англія
Енцелад	238.02	3.945	1.370	0.004	0.02	251±5	1.0	11.8	В. Гершель	1789	Англія
Тетія	294.66	4.884	1.888	0	1.09	530±10	0.8	10.3	Дж. Кассіні	1684	Франція
Телесто*	294.66	4.884	1.888	0	1.09	15×10×8	1.0	19		1980	США
Каліпсо*	294.66	4.884	1.888	0	1.09	12×11×11	0.7	20	Дж. Кассіні	1980	США
Діона	377.40	6.525	7.737	0.002	0.02	560±5	0.6	10.4		1684	Франція
Електра*	377.40	6.526	7.737	0.005	0.2	17×16×15	0.6	19	Дж. Кассіні	1980	США
Рея	527.04	8.736	4.518	0.001	0.35	765±5	0.6	9.7		1672	Франція
Титан	1221.85	20.25	15.945	0.29	0.33	2575±2	0.2	8.4	Гюйгенс	1655	Голландія
Гіперіон	1481.1	24.55	21.277	0.104	0.43	205×130×110	0.30	14.4	Бонд	1848	США
Япет	3561.3	59.03	79.331	0.028	7.52	730±10	0.40/ 0.08	11.9	Дж. Кассіні	1671	Франція
Феба	12952	214.7	550.48	0.163	175.3	110±10	0.06	16.38	Пікерінг	1898	США

Примітки: R_C — радіус Сатурна; R — радіус супутника; pV — геом. альbedo у фільтрі V ; V_0 — потік у фільтрі V в зоряних величинах; * — супутники відкриті під час пролітання «Вояджерів»

Динамічні та фіз. характеристики супутників Урана

Супутник	$a, 10^3$ км	a, R_U	$P, \text{дб}$	e	$i, \text{град}$	$R, \text{км}$	pV	V_0	Відкрито		
									особа	рік	країна
Корделія*	49.77	1.90	0.33			20	0.10			1986	США
Офелія*	53.80	2.05	0.37			25	0.10			1986	США
Біанка*	59.17	2.26	0.42			30	0.10			1986	США
Крессіда*	61.78	2.36	0.46			30	0.10			1986	США
Дездемона*	62.68	2.39	0.47			30	0.10			1986	США
Джульєтта*	64.35	2.46	0.49			40	0.10			1986	США
Порція*	66.08	2.52	0.51			40	0.10			1986	США
Розалінда*	69.94	2.67	0.56			30	0.10			1986	США
Белінда*	75.26	2.86	0.62			30	0.10			1986	США
Пак*	86.00	3.28	0.76			85	0.70 ± 0.02			1985	США
Міранда	129.8	4.95	0.413	0.0013	4.22	242	0.34 ± 0.02	16.5	Койпер	1948	США
Аріель	190.8	7.28	2.520	0.0007	0.31	569	0.40 ± 0.02	14.4	Ласселл	1851	Англія
Умбріель	265.8	10.15	4.144	0.0038	0.36	586	0.19 ± 0.01	15.3	Ласселл	1851	Англія
Титанія	436.0	16.64	8.706	0.0021	0.14	790	0.28 ± 0.02	14.01	В.Гершель	1787	Англія
Оберон	583.1	22.26	13.463	0.0009	0.10	792	0.24 ± 0.01	14.2	В.Гершель	1787	Англія

Примітки. R_U — радіус Урана; R — радіус супутника; pV — геом. альbedo у фільтрі V ; V_0 — потік у фільтрі V в зоряних величинах; * — супутники, відкриті під час пролітання «Вояджерів»

Періоди обертання таких пар С. С., як Титан—Гіперіон, Енцелад—Діона, Мімас—Тефія співвідносяться як 3:4, 1:2, 1:2, відповідно. Останніми роками відкрито коорбітальні С. С. зі сумірністю 1:1 — Янус та Епіметей, Телесто і Каліпсо на орбіті Тефії, Електра на орбіті Діони.

Деякі С. С. роблять упорядкованим рух частинок, розташованих поблизу кілець, — це «супутники-пастухи». Напр., Прометей — внутр. «пастух» кільця F , Пандора — його зовн. «пастух»; Атлас — зовн. «пастух» кільця A . Динамічні та деякі фіз. характеристики С. С. наведено в табл.

С. С. можна розділити на п'ять груп.

1. Титан — єдиний супутник із протяжною атмосферою, розміром понад 2 500 км; він більший від Меркурія.
2. П'ять С.С. проміжних розмірів — $R=200\text{—}750$ км.
3. Япет — найвіддаленіший, рухається по сильно витягнутій орбіті.
4. Два зовн. С. С. — Гіперіон і Феба — мають $R<200$ км, найвірогідніше, це захоплені астероїди.
5. Група маленьких С. С., що рухаються близько від планети.

С. С. називають льодяними. Наявність великої кількості льоду H_2O в складі С. С. свідчить про їхнє утворення в зоні низьких температур, які й сьогодні є типовими для зовн. частини Со-

нячної системи. Відповідно до теорій (див. Планетна космогонія) у період формування планет на периферії протопланетної хмари т-ри були дуже низькими, і там конденсувалася головню водяна пара.

СУПУТНИКИ УРАНА — регулярна система з 15 відомих супутників, 10 з яких було виявлено після зближення «Вояджера-2» з Ураном у 1985—1986.

Оскільки п'ять класичних С. У. — Міранда, Аріель, Умбріель, Титанія та Оберон названі іменами персонажів з творів У. Шекспіра та А. Поупа, то нововідкриті С. У. також назвали іменами героїв трагедій і комедій У. Шекспіра (табл.).

Орбіти дев'яти нових С. У. розміщені між кільцями Урана та орбітою Міранди, десятий — всередині кільцевої системи, два малі С. У. гравітаційно обмежують кільце ϵ (див. Кільця планет). Орбіти С. У. колові, і, за винятком орбіти Міранди, розміщені в екваторіальній площині Урана. Нахил орбіт до площини орбіти Урана — у середньому 97.8° (див. рис.).

У системі С. У. нема орбітальних резонансів. П'ять великих С. У. мають синхронне обертання, для ін. його припускають. З Землі С. У. спостерігають у вузькому діапазоні фазових кутів — від 0 до 3° . Цей діапазон було розширено під час спостережень з «Вояджера-2».

При малих фазових кутах одержано лише зображення Титанії. Для ін. супутників малі кути починалися з $10\text{--}13^\circ$. При високих фазах — від 139 до 153° — одержано зображення Аріеля, Умбріеля, Титанії та Оберона. На фазових кутах всіх С. У. зафіксовано *опозиційний ефект*, що свідчить про складну мікроструктуру поверхонь. Для С. У. придатна *Ханке модель*. Параметр пористості цієї моделі для Титанії становить 0.02 (це вище, ніж у *Місяця*). Великомасштабні нерівності порівнянні з місячними. Всі С. У. рухаються в *радіаційних поясах* Урана, унаслідок чого їхні поверхні бомбардують заряджені частинки.

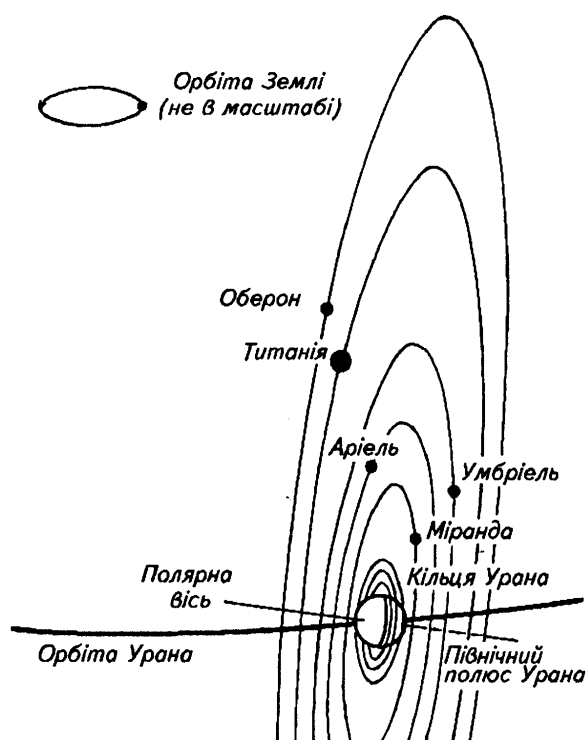
Склад поверхні великих С. У. — водяний лід. Низьке *альbedo* свідчить про домішки темної речовини. Хід *альbedo* по *спектру* не з'ясований. Малі С. У. темні, мають *альbedo* менше 0.1 . Спектр С. У. подібний до спектра кілець Урана. Серед великих С. У. залежності *альbedo* і густини від орбітального радіуса не виявлено. Рельєф усіх С. У. свідчить про геол. активність. Оберон і Умбріель мають багато ударних *кратерів*, поверхня їхня дуже стара. Кратери на Титані та Аріелі середніх розмірів і відрізняються від кратерів на Обероні та Умбріелі, найімовірніше, тим, що вони виникли внаслідок бомбардування тілами, які перебували на орбіті Урана, тоді як на

Обероні та Умбріелі — тілами з-поза орбіти Урана. На С. У. (напр., на Міранді) виявлено рельєфи, що не є типовими для супутників ін. планет.

СУПУТНИКИ ЮПІТЕРА — система з 16 відомих супутників.

За особливостями руху С. Ю. поділяють на чотири групи по чотири супутники в кожній. Внутр. С. Ю. (Метіда, Адрастєя, Амальтея і Теба) мають невеликі розміри й обертаються по майже колових орбітах, які практично компланарні з площиною екватора *Юпітера*. Внаслідок невеликих *мас* взаємних *збурень* цих С. Ю. руху не спостерігають, тому їхню масу і густину визначити не вдалося. Рух групи *Галілеєвих супутників* (*Іо, Європа, Ганімед, Каллісто*) відбувається в прямому напрямі по колових орбітах у площині екватора *планети*. Це — масивні тіла, що збурюють орбіти один одного. Збурення мають резонансний характер, що впливає не тільки на орбітальні параметри, а й на внутр. будову та еволюцію *Іо* та *Європи*. «Група Гімалії» складається з чотирьох невеликих, тісно згрупованих С. Ю. з прямим рухом по орбіті, причому елементи орбіти дуже подібні між собою. Є припущення про захоплення *Юпітером астероїда*, який згодом розпався на фрагменти. «Група Пасіфе» — це чотири невеликі С. Ю. зі зворотним рухом, значними *ексцентриситетами* і великими *нахилами орбіт* до орбітальної площини *Юпітера*. Кожен із них має унікальні особливості: у Пасіфе — найбільший *ексцентриситет*, у Сінопе — найдовший *період обертання* серед відомих С. Ю. Уважають, що ця нерегулярна група С. Ю. також утворилася шляхом захоплення *астероїда*.

Динамічні та фіз. характеристики С. Ю. наведено в табл. Суттєві відомості щодо С. Ю. одержано «*Вояджером*». Нумерація С. Ю. зумовлена часом відкриття. Напр., *Іо* — перший супутник, *Метіда* — шістнадцятий. Найближчі до *Юпітера* — 14 і 16 — тісно пов'язані з кільцями і, можливо, є джерелами їхніх частинок (див. *Кільця планет*). Усі чотири С. Ю. першої динамічної групи є, найімовірніше, кам'янистими тілами. Опис фіз. властивостей Амальтеї і Галілеєвих супутників див. у статтях *Амальтея, Іо, Європа, Ганімед*,



Система супутників Урана

Динамічні та фіз. характеристики супутників Юпітера

Супутник, номер	q , 10^3 км	a , $R_{Ю}$	P , діб	e	i , град	Розмір (діаметр), км	pV	V_0	Відкрито		
									особа	рік	країна
Метіда, 16	128	1.80	0.295	0	0	20×20	0.07	17	Сіннот	1979/80	США
Адрастея, 15	129	1.80	0.297	0	0	12.5×10×7	0.07	18.9	Джуйт	1979	США
Амальтея, 5	181	2.55	0.498	0.003	0.4	135×82×7 5	0.06	14.1	Барнард	1892	США
Теба, 14	221	3.11	0.674	0	0.8	55×45	0.07	15.5	Сіннот	1979/80	США
Іо, 1	422	5.95	1.769	0.004	0.04	1815	0.6	5.0	Галілей	1610	Італія
Європа, 2	671	9.47	3.551	0	0.47	1569	0.6	5.3	Галілей	1610	Італія
Ганімед, 3	1070	15.10	7.155	0.001	0.20	2630	0.2	4.6	Галілей	1610	Італія
Каллісто, 4	1880	26.3	16.680	0.010	0.22	2420	0.2	5.6	Галілей	1610	Італія
Леда, 13	11110	156.0	238.72	0.146	27.7	8		20.2	Ковал	1974	США
Гімалія, 6	11470	161.0	250.57	0.158	28.6	90	0.03	14.8	Перрін	1904/5	США
Лісітея, 10	11710	164.0	259.65	0.130	29.0	20		18.4	Нікольсон	1938	США
Елара, 7	11740	165.0	259.65	0.207	28.8	40	0.03	16.7	Перрін	1904/5	США
Ананке, 12	21200	297.0	631.0	0.170	148.0	15		18.9	Нікольсон	1951	США
Карме, 11	22350	314.0	692.0	0.21	163.0	22		18.0	Нікольсон	1938	США
Пасіфе, 8	23300	327.0	735.0	0.38	148.0	35		17.7	Меллот	1908	Англія
Сінопе, 9	23700	333.0	758.0	0.28	153.0	20		18.3	Нікольсон	1914	США

Каллісто. Немає ніяких відомостей (одержаних з космічних апаратів) про С. Ю. «Групи Гімалії» та «Групи Пасіфе». За допомогою великих телескопів можна було вести спостереження тільки двох, найяскравіших С. Ю. — Гімалії та Елари, альbedo і радіус яких наведено в табл. Вони мають неправильну форму. За хім. складом ці С. Ю., мабуть, подібні до астероїдів С-типу або вуглистих хондритів. Походження малих С. Ю. пов'язують із захопленням, зіткненням і фрагментацією астероїдів. Зв'язок між нерегулярними зовн. С. Ю. і регулярними внутр. — слабкий. Уважають, що регулярні С. Ю. сконденсувалися з туманності значної маси, що була навколо Юпітера. Внаслідок подальшої еволюції всі чотири Галілеєві супутники, безперечно, стали диференційованими тілами.

СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ — розділ геодезії, у якому практичні та наук. задачі геодинаміки й астрометрії розв'язують за допомогою штучних супутників Землі. У С. г. розробляють відповідні методи і засоби, які дають змогу визначити координати точок і напрями хорд на земній поверхні, уточнити параметри гравітаційного поля Землі, одержати параметри обертання Землі, визначити зміну положень материків тощо.

СУПУТНИКОВА ФОТОКАМЕРА — астр. інструмент для фотографічних спо-

стережень штучних супутників Землі (ШСЗ).

С. ф. — це ширококутна фотографічна камера з об'єктивом великого діаметра, оснащена швидкодіючим затвором і пристроєм для точної реєстрації моментів його відкривання і закривання. Застосовують три- і чотиривісні монтування, що дають змогу стежити за ШСЗ, які швидко рухаються на небі. Використовують С. ф. таких типів: ВАУ (високоточна астр. установка), АФУ-75 (астр. фотографічна установка), ФАС (камера для фотографування активних супутників), SBG (камера, сконструйована на підприємстві Карл Цейс для спостереження слабких супутників) та ін.

СУПУТНИКОВІ НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ — системи, що складаються з групи навігаційних штучних супутників Землі (ШСЗ) та земних станцій навігаційної служби.

Земні станції з великою точністю визначають параметри руху ШСЗ на деякий час наперед, напр., на добу. Цю інформацію, прив'язану до єдиного часу, передають на ШСЗ, де вона записується в запам'ятовувальний пристрій. Під час польоту ШСЗ регулярно передає свої координати. Приймаючи їх і з'ясовуючи своє положення щодо ШСЗ, будь-який об'єкт може визначити свої точні координати.

С. н. с. використовують також для порівняння шкал часу і передавання його сигналів.

Гол. С. н. с.:

у США:

Navy Navigation Satellite System, або TRANSIT, за назвою ШСЗ цієї системи (висота орбіти 500 км, період обертання 90 хв). У 1994 замінено на GPS.

GPS (Global Positioning System), або NAVSTAR (за назвою супутників системи). У складі системи є 21 ШСЗ на колових орбітах у шести орбітальних площинах, середня висота 20 240 км, середній нахил до екватора 55° , період обертання 12 год, радіус зони видимості 76° . У цій зоні можуть бути одночасно 4–7 ШСЗ.

у Росії:

ГЛОНАСС (Глобальна навігаційна система супутників), аналогічна до GPS. У 1982 було запущено три ШСЗ на колову орбіту з висотою 19 069–19 070 км, нахилом до екватора 64.8° , періодом обертання 673 хв. Усього система має 24 ШСЗ.

За допомогою систем ГЛОНАСС і GPS можна визначити місцезнаходження на Землі з точністю до 5 мм, а час — до 2 мкс.

СФЕРА ДАЙСОНА (від грец. *σφαῖρα* — куля) — гіпотетична штучна матеріальна сфера, створена навколо зорі високорозвиненою цивілізацією з метою найповнішого використання променистої енергії зорі.

С. Д. повинен би створювати розподіл речовини масивної планети у вигляді тонкостінної оболонки, що оточує зорю з усіх боків на деякій відстані. Дайсон доводить, що потреба у такій сфері, тобто у використанні потужності, порівняної з потужністю Сонця, у земного людства може виникнути вже через 3 тис. років, якщо використання енергії зростатиме щороку всього на 1%.

СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ (від грец. *σφαῖρα* — куля і *αστρονομία*) — розділ астрономії, у якому розв'язують задачі з визначення координат та моментів часу астр. явищ на небесній сфері (схід небесного світила, захід небесного світила, кульмінація тощо) для заданого місця спостережень на поверхні Землі (точки спостережень), координати небесних світил на задані моменти часу для певного місця спостережень на по-

верхні Землі в різних системах небесних координат, вивчають зв'язок між координатами світил та явищ у різних системах координат. Для цього застосовують формули сферичної тригонометрії до елементів сферичного трикутника, а також враховують такі явища, як рефракцію та аберацію світла, добовий паралакс світил, прецесію і нутацію. Для визначення моментів часу явищ у С. а. застосовують шкали часу, які зберігають за допомогою астрономічних годинників, а також враховують поправки годинників. Крім того, застосовують рівняння часу.

СФЕРИЧНИЙ ТРИКУТНИК (від грец. *σφαῖρα* — куля) — частина поверхні небесної сфери, обмежена трьома дугами великих кіл, що перетинаються в трьох точках; їх називають сторонами С. т. Точки перетину сторін називають вершинами С. т. (див. рис.). Кути і сторони С. т. вимірюють у кутових одиницях. Сума кутів A, B, C С. т. $180^\circ < A+B+C < 540^\circ$; сума сторін $a+b+c < 360^\circ$. Кути і сторони С. т. пов'язані між собою формулами сферичної тригонометрії, які застосовують у сферичній астрономії. Гол. з них:

формула косинусів:

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A;$$

формула синусів:

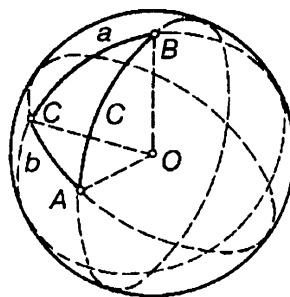
$$\sin b \sin A = \sin a \sin B;$$

формула п'яти елементів:

$$\sin a \cos B = \sin c \cos b - \cos c \sin b \cos A.$$

Якщо хоч один кут у С. т. прямий, то С. т. називають прямокутним (усі три кути в С. т. можуть бути прямими). Якщо в С. т. хоч одна сторона дорівнює 90° , то С. т. називають прямо-стороннім. С. т. може бути одночасно і прямокутним, і прямостороннім. Якщо вершини С. т. є полюсами великих кіл, то С. т. називають полярним. Якщо одна з вершин С. т. міститься в полюсі світу, а інша в зеніті, то С. т. називають паралактичним трикутником.

СФЕРИЧНІ ФУНКЦІЇ (від грец. *σφαῖρα* — куля) — спеціальні функції, які застосовують для вивчення фіз. явищ у



ділянках, обмежених сферичними поверхнями.

Уведені у XVII ст. А. Лежандром та П. Лапласом. Їх широко використовують у небесній механіці, астрометрії, гравіметрії та ін.

СХИЛЕННЯ — координата в екваторіальній системі небесних координат, позначають δ .

Відлічують С. від екватора небесного до небесного тіла по дузі великого кола, яке проходить через полюс світу і це тіло (колу схилень). Розрізняють додатне (північне) та від'ємне (південне) С., вимірюють від 0 до $\pm 90^\circ$.

СХІД, точка сходу — одна із чотирьох гол. точок горизонту (сторін світу), точка перетину матем. горизонту з екватором небесним, через яку точки небесного екватора підіймаються над горизонтом у процесі добового обертання небесної сфери. С. позначають С, О (нім. Ost) або E (англ. East). У дні рівнодень Сонце сходить поблизу С.

СХІД НЕБЕСНОГО СВІТИЛА — астр. явище, зумовлене обертанням Землі: момент перетину світилом горизонту під час переходу його у видиму половину небесної сфери, що перебуває над горизонтом. Годинний кут світила в момент С. н. с. обчислюють з виразу:

$$\cos t = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta,$$

де φ — широта місця спостереження; δ — схилення світила. Зоряний час s С. н. с. визначають з формули:

$$s = \alpha + t,$$

де α — пряме піднесення світила. Для точного визначення моменту С. н. с. враховують рефракцію.

СЦИНТИЛЯЦІЯ (лат. *scintillatio* — мерехтіння) — швидкі неправильні варіації потоку радіовипромінювання від дискретних косм. об'єктів, що виникають під час проходження цього випромінювання через неоднорідності плазми зовн. сонячної корони і прилеглої до неї зони міжпланетного простору.

Причина появи С. — нерегулярна дифракція радіохвиль на неоднорідностях. Спостерігають їх, якщо кутові розміри джерел випромінювання менші від $0.5''$. Під час спостережень С. у 1967 відкрито пульсари.

СЮНЯЄВ Рашид Алієвич (нар. 1943) — рос. астроном, чл.-кор. РАН (1984). З 1974 працює в Ін-ті косм. досліджень РАН.

Гол. наук. праці стосуються астрофізики високих енергій, космології, теорії фонового випромінювання Всесвіту, фізики міжгалактичного середовища. Керував роботами з дослідження косм. гамма-спалахів на супутнику «Прогноз-9» та експериментами, проведеними на борту станції «Салют-7» для вивчення рентген. випромінювання компактних галактичних джерел.

S-ЗОРІ — зорі спектрального класу S за Гарвардською класифікацією.

За гол. характеристиками (маса, температура, світність) S.-з. подібні до звичайних зір спектр. класу M, однак відрізняються від них наявністю в спектрі молекулярних смуг поглинання оксидів цирконію, ітрію і лантану — елементів, дуже рідкісних на Землі.

S-ПРОЦЕС — послідовне повільне захоплення нейтронів атомним ядром, під час якого утворені, нестійкі щодо бета-розпаду, ядра розпадаються, перш ніж приєднається наступний нейтрон.

Назва процесу походить від. англ. slow — повільний. Для перебігу s-п. потрібна набагато нижча концентрація нейтронів, ніж під час r-процесу; відбувається в зорях асимптотичного відгалуження гігантів. Джерело нейтронів — рекурентні спалахи гелієвого шарового джерела. Зародковими є ядра елементів залізного піка; s-п. може відбуватися також під час спалаху гелієвого ядра. Ядра, важчі від вісмуту, розпадаються на ізотопи свинцю; s-п. відіграє важливу роль у синтезі хім. елементів від міді до вісмуту. Незначна частка аргону та кальцію також синтезується шляхом s-п.

S-ТАУРИДИ — метеорний потік, джерелом якого вважають Енке комету.

Період видимості 20 жовтня—30 листопада. Потік не має яскраво вираженої дати максимуму активності, проте кількість метеорів дещо збільшується з 3 по 10 листопада. Радіант метеорного потоку $\alpha = 3^{\text{h}}40^{\text{m}}$, $\delta = +15^\circ$. Елементи орбіти: $a = 2.22$ а. о.; $q = 0.393$; $e = 0.8$; $i = 5.2^\circ$; $\omega = 110^\circ$; $\Omega = 44^\circ$. Швидкість метеорів 27 км/с. Земля стикається з роєм Таурид не тільки восени, а й улітку (наприкінці червня — на початку липня). Дія потоку відбувається вдень. Літній потік називають Бета-Тауриди.

S-ТИП АСТЕРОЇДІВ — найчисленніший фіз. клас астероїдів, що мають

низьке альbedo й сірий колір. Припускають, що за хім. складом S.-т. а. — це первинний матеріал. Аналогом S.-т. а. вважають *метеорити* — *вуглисті хондрити*. Середнє значення геом. альbedo 0.03. Середні показники кольору $B-V=0.7^m$; $U-B=0.35^m$. Спектр порівняно плоский зі слабкими смугами поглинання поблизу $\lambda=0.95$ мкм. Можливі мінерали — силікати і кисень. Більша частина S.-т. а. розташована поблизу зовн. краю поясу астероїдів. Відносна поширеність S.-т. а. 75%.

SCO X-1 — найяскравіше (після Сонця) рентгенівське джерело в Скорпіоні — яскравість 2000 ухуру.

Відкрите в 1962. Відстань близько 250—255 пк.

Ототожнюють з голубою зорею (13^m), що має нечітко виражену періодичність зміни блиску в оптичному діапазоні. Однак кореляції між цими змінами блиску, а також у радіодіапазоні зі змінами інтенсивності рентген. потоку (період близько 0.78 доби й амплітуда $\sim 1^m$) не виявлено.

Уважають, що це теплове рентген. джерело пов'язане з колапсуючою зорею, яка оточена протяжною оболонкою.

SETI і CETI — програма пошуку та контакту з позаземними цивілізаціями.

SETI — аббревіатура англ. Search of ExtraTerrestrial Intelligence — пошук позаземного розуму.

CETI — Communication with ExtraTerrestrial Intelligence — зв'язок з позаземними цивілізаціями. Напрям виник у 50—60-х рр. XX ст., коли з'явилися техн. засоби для пошуку радіосигналів позаземних цивілізацій.

Дотепер позитивних результатів у вирішенні проблеми SETI і CETI не досягнуто. В літературі навіть з'явилось поняття «АС-парадокс» (*астро-соціологічний парадокс*), під яким розуміють суперечність між припущенням щодо кількості позаземних цивілізацій та відсутністю проявів їхньої діяльності. **SITF** (Space Infrared Telescope Facility) — одна із серії чотирьох розроблених у НАСА «Великих Обсерваторій».

Специфіка закладених в основу серії конструкторських розробок — використання для спостережень *телескопів* і *приймачів випромінювання*, що охолоджені до т-ри 3—5 К. До цієї серії нале-

жать також «*IPAC*», «*COBE*», «*ISO*». На борту SITF встановлено три прилади: **IRAC** — Infrared Array Camera, **IRS** — Infrared Spectrometer, **MIPS** — Multiband Imaging Photometer for SITF. Діаметр гол. дзеркала майже 1 м. Робочий діапазон приймачів випромінювання 1.8—700.0 мк. Гол. наук. завдання: дослідження *реліктового випромінювання*; вимірювання вмісту первинних водню і гелію; спектр. дослідження *наднових* на відстанях до 60 млн. св. р.; пошук і дослідження *коричневих карликів*; дослідження *позагалактичних ділянок зореутворення*; **ІЧ** спектроскопія *планет, астероїдів, комет* тощо. **SMM** (Solar Maximum Mission — місія максимуму сонячної активності) — назва *штучного супутника Землі* для дослідження *випромінювання Сонця* в період його макс. активності з 1980 по 1985. ШСЗ мав колову орбіту з періодом обертання 95 хв, висотою 500 км і нахилом 28° . Під час спостережень було виявлено зміни *сонячної сталої*.

SS 433 — унікальний позагалактичний зорепоподібний об'єкт, що має в *спектрі* три системи сильних емісійних ліній водню і нейтрального гелію.

У «Загальному каталозі змінних зір» має позначення V1343 Орла, *зоряна величина візуальна* змінюється від 13 до 15^m . SS 433 — джерело радіо- і рентген. випромінювання. Відстань ≈ 5 кпк, він розташований у центрі пекулярного *залишку наднової*, тобто *плеріона W 50*, вік якого 10^4 — 10^5 років. Повне міжзор'яне поглинання становить 7.4—8.3^m. Довжини хвиль однієї з систем спектр. ліній — т. зв. стаціонарних ліній — близькі до лабораторних значень. Дві ін. системи ліній — рухомі лінії — зміщуються з періодом 164 доби, причому зміщення досягають величезних значень — ≈ 100 нм, що відповідає змінам *променевих швидкостей* від $+5 \cdot 10^4$ до $3 \cdot 10^4$ км/с. Така поведінка рухомих спектр. ліній свідчить про те, що місцем їх утворення повинні бути два паралельні протилежно спрямовані викиди порівняно холодного ($T \sim 10^4$ К) газу, що рухається зі швидкістю $\approx 8 \cdot 10^4$ км/с, тобто 0.27 швидкості світла. Профілі рухомих спектр. ліній змінні і мають багатокomпонентну складну структуру, яка свідчить про те, що викидання речовини в релятивістських газових струменах

відбувається окремими згустками. Стаціонарні лінії насправді також не є сталими в часі — змінюються їхні профілі та інтенсивності. Інтенсивність стаціонарної лінії H_{α} корелює з фазою прецесійного 164-добового періоду. Іноді спостерігають спалахи в оптичній ділянці спектра з амплітудою до 0.5^m і характерним часом від кількох годин до кількох діб, які супроводжуються різким збільшенням еквівалентної ширини спектральної лінії та інтенсивності (до трьох разів) стаціонарної лінії H_{α} . Із запізненням майже в одну добу оптичні спалахи супроводжуються радіоспалахами.

Тепер уже можна вважати з'ясуванням те, що це *затемнювана подвійна система з періодом обертання 13.08 доби*, (яка складається з масивної *ОВ-зорі* і компактного релятивістського об'єкта, оточеного оптично яскравим акреційним диском із періодом прецесії в 164 доби). Уважають, що SS 433 — масивна рентген. подвійна система на тій стадії еволюції, коли нормальна зоря в процесі попередньої еволюції заповнила свою Роша порожнину і втрачає речовину через внутр. точку Лагранжа з темпом $\dot{M} \approx 10^{-4} M_{\odot}$ за рік. У SS 433 спосте-

рігають дуже рідкісний у природі надкритичний режим акреції — випадок, коли *світність* акреційного диска значно перевищує *Еддінгтона межу* (цьому сприяє дуже високий для косм. умов темп втрати маси). Потужне рентген. випромінювання диска повністю переробляється в оптично товстому диску у випромінювання видимого діапазону. Під час радіоінтерферометричних спостережень у SS 433 виявлено радіоджерело витягнутої форми. На відстані ≈ 50 пк від SS 433 відкрито слабку тонковолокнисту оптичну *туманність*. Спостерігають також зміни радіоструктури найближчих околиць SS 433, що зумовлені дією релятивістських газових викидів. Рентген. зображення в діапазоні енергій 0.5—4 кеВ має вигляд двох протилежно напрямлених струменів довжиною до 50 пк, які, очевидно, сформувалися внаслідок взаємодії речовини релятивістських викидів з *міжзоряним середовищем*.

SS 433, як масивна рентген. система на дуже короткочасній стадії еволюції ($\sim 10^4$ років), — дуже рідкісне явище, і в Галактиці таких об'єктів повинно бути одиниці.