

Г

ГАВРИЛОВ Ігор Володимирович (1928—1982) — укр. астроном. З 1954 працював у Гол. астр. обсерваторії АН УРСР.

Наук. праці стосуються селенодезії та фотографічної астрометрії. Керував створенням перших в СРСР селенодезичних каталогів положень точок на видимому боці Місяця. Обчислив нові значення параметрів геом. фігури Місяця. Один з ініціаторів програми фотографічного огляду північного неба. Іменем Г. названо кратер на Місяці.

ГАЗЕ Віра Федорівна (1899—1954) — рос. астроном. Працювала у Пулковській обсерваторії та її Сімейському відділенні.

Наук. праці присвячені спектроскопії зір та вивченню дифузних емісійних туманностей. Відкрила велику кількість раніше невідомих туманностей, виділила декілька нових типів дифузних емісійних утворень.

ГАЛАКТИКА (грец. *γαλακτικός* — молочний, *γάλα* — молоко) — велетенська зоряна система, яка складається приблизно із 200 млрд. зір, до яких належить і Сонце. (Коли йдеться про нашу Г., то слово пишуть з великої літери, щоб уникнути плутанини з ін. *галактиками*).

Гол. частину зір нашої Г. ми бачимо у вигляді *Молочного Шляху*. Наша Г. — *галактика спіральна* типу *Sb* або *Sc* за *Хаббла класифікацією*. Сонце у ній розташоване поблизу *галактичної площини* на відстані близько 8500 пк від центра Г.

Наша Г. входить до складу *Місцевої групи галактик*.

ГАЛАКТИКА ЗІ СПАЛАХОМ ЗОРЕУТВОРЕННЯ — *галактика спіральна*, у центр. частині якої відбувається інтенсивний процес *зореутворення*.

Характерний розмір зони зореутворення не перевищує 1000 пк. *Маси і світності* Г. зі с. з. є в межах 10^{10} — $10^{12} M_{\odot}$ і 10^9 — $10^{12} L_{\odot}$, що типове для нормальних спіральних галактик пізнього типу. Однак за низкою спостережних характеристик Г. зі с. з. суттєво відрізняється від ін. Вона має компактне ядро підвищеної світності, в її *спектрі* є оптичні емісійні лінії, типові для зон *H II*; вона має *надлишок кольору*. ІЧ світність Г. зі с. з. перевищує її світність у смузі *B системи UVB*. У ядрі однієї з близьких Г. зі с. з. — *M 82* — виявлено групу з 30 компактних радіоджерел, розміри якої не перевищують 2—5 пк. Уважають, що ці радіоджерела є дуже молодими *залишками наднових*, вік яких досягає кількох сотень років. Групу з 35 подібних компактних радіоджерел виявлено в ядрі ін. близької Г. зі с. з. — *NGC 253*.

Можливо, що ядра з активністю типу спалаху зореутворення є проміжною ланкою між «нормальними» й «активними» *ядрами галактик*.

ГАЛАКТИКА ПОЛЯ — *галактика*, яка не входить до складу *скупчень галактик*. Г. п. становлять лише декілька відсотків від їхньої загальної кількості.

ГАЛАКТИКИ — ізольовані зоряні системи, що містять, крім зір, газ і пил. У деяких *галактиках неправильних* маса газу (пил, як звичайно, становить 1% від маси газу) може навіть перевищувати масу зір. Проте в переважній більшості Г. є протилежне співвідношення. Напр., у нашій *Галактиці* на зорі припадає 96—98% її загальної маси.

За морфологічними ознаками Г. поділяють на чотири типи: еліптичні *E*, лінзоподібні *SO*, спіральні *S* і неправильні *Ir*. Розподіл Г. різних типів серед *галактик поля* такий, %: *E* — 13, *SO*

— 22, S — 61 і Іг — 4. У межах кожного типу є детальніша класифікація. Невеличка група Г. має унікальну морфологію, що не дає змоги віднести їх до жодного з вказаних типів (див. *Хаббла класифікація*). Такі Г. називають *галактиками пекулярними*.

Окремі Г. суттєво відрізняються за параметрами, серед яких найважливішим вважають масу. Найрозмаїтіші параметри є в *галактиках еліптичних*, маси яких перекривають весь діапазон мас Г. — від 10^5 до $10^{13} M_{\odot}$. Серед Г. малих мас немає *галактик спіральних*. З ін. боку, маси відомих галактик неправильних не перевищують $10^{10} M_{\odot}$. Переважно Г. є нормальними в тому значенні, що вони утворюють гравітаційно стійкі конфігурації, а їхнє *випромінювання* — це сумарне *теплове випромінювання* зір. Проте ядра деяких Г. є потужними джерелами нетеплового випромінювання і (або) в них нема *гравітаційної рівноваги*. Про порушення гравітаційної рівноваги свідчать рухи газу зі швидкостями близько декількох тисяч і навіть десятків тисяч кілометрів за секунду. Такі об'єкти називають *галактиками з активними ядрами*.

Г. розподілені в просторі нерівномірно. Вони утворюють *групи галактик* і *скупчення галактик*, які мають тенденцію утворювати *надскупчення*.

ГАЛАКТИКИ ЕЛІПТИЧНІ — *галактики*, зовн. контури яких мають більш-менш правильну еліпсоподібну форму і *яскравість* яких плавно зменшується від центра до периферії.

Г. е. позначають символом Е, після якого ставлять число n , що характеризує міру стиснення спостережуваного зображення Г. е. Число n визначають зі співвідношення $n=10(a-b)/a$, де a і b — великий і малий діаметри спостережуваного зображення, відповідно. Для круглого зображення $n=0$. Зображення зі стисненням $n>7$ не спостерігали. Середній *спектральний клас* Г. е. — G4. *Спектр* будь-якої галактики визначений її гол. населенням. У Г. е. гол. населення — *зорі пізніх спектр. класів*. Г. е. містять найменшу кількість газу і пилу порівняно з галактиками ін. типів та існують у великому діапазоні мас: від велетенських з масою близько $10^{13} M_{\odot}$ до карликових з масою $10^5 M_{\odot}$.

ГАЛАКТИКИ З АКТИВНИМИ ЯДРАМИ — *галактики*, яким властиві такі ознаки:

випромінювання ядра становить значну частину випромінювання усієї галактики;

нетеплове випромінювання, що зумовлює надлишкові (порівняно з нормальними галактиками) потоки в УФ, ІЧ, радіо- і рентген. ділянках *спектра*;

оптичний спектр ядра містить широкі емісійні лінії;

випромінювання ядра змінюється в часі;

простежуються викиди речовини у вигляді струменів.

Міра проявів цих ознак для різних об'єктів різна, крім того, Г. з а. я. можуть виявляти не всі перераховані ознаки, а лише деякі з них.

Традиційно Г. з а. я. поділяють на чотири класи: *галактики сейфертівські*, *квазари*, *лацертиди*, *радіогалактики*, хоча є й ін. класифікаційні схеми. Напр., об'єднують лацертиди і групу квазарів із поляризованим випромінюванням в один клас — *блазари*. Поки що нез'ясовано, чи є спостережувані відмінності між Г. з а. я. тільки кількісними в межах дії одного механізму, чи вони справді визначальні в розумінні, що активність галактик різних класів зумовлена дією якісно різних механізмів. Більшість учених дотримується першого погляду, допускаючи, що активність ядер усіх типів є наслідком дії єдиного механізму — *акреції* — на компактний масивний об'єкт (можливо, *чорну діру*) в галактичному ядрі. Нез'ясовано також, чи є Г. з а. я. особливим типом об'єктів взагалі, чи це тільки активна стадія еволюції «нормальних» галактик.

ГАЛАКТИКИ З ПОЛЯРНИМИ КІЛЬЦЯМИ — *галактики лінзоподібні*, що мають зовн. кільце, перпендикулярне до площини диска.

Геом. центри зовн. кільця і гол. тіла практично збігаються. Кут між площиною кільця і площиною *галактики* досягає 90° , хоча можливі відхилення в межах 25° .

Г. з п. к. від звичайних лінзоподібних галактик відрізняються тільки просторовим розподілом: їх не виявлено в *скупченнях галактик*. Очевидно, кільця там легко руйнуються.

За деякими оцінками, близько 25% лінзоподібних *галактик* поля мають полярне кільце, яке, напевно, утворюється шляхом захоплення однією галактикою речовини ін. близької галактики. В цій схемі полярне кільце за наявності «донорської» галактики існує у разі реалізації двох умов: 1) малої густини газу в площині галактики-«загарбника»; 2) коли площа кільця, що формується, перпендикулярна до площини галактики. Якщо не виконується перша умова, то густий газ у площині галактики гальмує захоплюваний газ, і полярне кільце взагалі не утворюється. Цим пояснюють відсутність полярних кілець у багатьох на газ *галактиках спіральних*. У випадку порушення другої умови сформоване полярне кільце руйнується внаслідок взаємодії з диском.

ГАЛАКТИКИ КАРЛИКОВІ — див. *карликові галактики*.

ГАЛАКТИКИ КІЛЬЦЕВІ — *галактики*, типовою морфологічною особливістю яких є кільцеподібні структури.

Усередині кільцеподібної структури є центр. тіло — *ядро галактики*, однак деколи його нема. Г. к. з центр. тілом поділяють на два типи. До першого (О-тип) належать галактики, у яких ядро міститься в центрі кільцеподібної структури, а саме кільце гладеньке і має правильну еліптичну або круглу форму. В Г. к. другого типу (Р-тип) ядро або розташоване не в центрі, або ж кільце має несиметричну форму клоччастої структури з вузликами і плямами.

Уважають, що причиною утворення Г. к. є центр. зіткнення двох галактик.

ГАЛАКТИКИ КОМПАКТНІ — *галактики* з досить чітко окресленою зовн. межею спостережуваного зображення, середня поверхнева *яскравість* яких перевищує 21.5 фотографічної або фотовізуальної *зоряної величини* з квадратної секунди дуги.

Г. к. не утворюють фіз. однорідної групи об'єктів. Напр., до Г. к. належать і *квазари*, і *галактики карликові*, у яких є спалах *зореутворення*.

ГАЛАКТИКИ ЛІНЗОПОДІБНІ — *галактики*, подібні за обрисами до *галактик еліптичних* і *галактик спіральних*. Відрізняються від спіральних відсутністю *спіральних рукавів*, а від еліптичних тим, що зменшення *яскравості* від центра до периферії є ступінчастим.

Г. л., згідно з *Хаббла класифікацією*, позначають SO, а Г. л. з *баром* — SBO. Середній *спектральний клас* Г. л. — G2.2. У розподілі *яскравості* за спостережуваним зображенням Г. л. — це темні дугоподібні утвори, які розділяють *яскравіші центр.* і *периферійні частини*. Наявність та обриси темних зон є основою для поділу SO і SBO *галактик* на підкласи.

ГАЛАКТИКИ НЕПРАВИЛЬНІ — *галактики* з неправильними зовн. обрисами і нерівномірним розподілом *поверхневої яскравості*.

Г. н. клоччастої структури, що не мають *ядра*, в *Хаббла класифікації* позначають Irr або IrI, Г. н. аморфної форми, які не мають клоччастостей, — IrII. У *Вокулера класифікації* Г. н. позначають Im або IBm. У деяких Г. н. можна виділити елементи *галактик спіральних*. Тому в класифікації Вокулера навіть уведено проміжний між спіральними і Г. н. клас Sm або SB(s)m.

Велетенських Г. н. нема, їхні *маси* не перевищують $10^{10} M_{\odot}$, а *світності* менші за $2 \times 10^9 L_{\odot}$. Частка Г. н. серед *галактик поля* становить 4%. У них є *яскраві зорі* *ранніх спектральних класів*. Вміст газу досягає 2% і більше від загальної маси.

Наші найближчі позагалактичні сусіди — *Магелланові Хмари* (Велика і Мала) — також Г. н.

ГАЛАКТИКИ ПЕКУЛЯРНІ — *галактики* з особливостями, які не дають підстав віднести їх до виділених морфологічних класів *галактик*.

Прикладами Г. п. можуть бути *галактики* NGC 128 (має форму *подушки*), NGC 4314 — *галактика спіральна з баром*, у центрі якого замість *балджу* простежується мініатюрний спіральний утвір, тобто спіральна *галактика* всередині спіральної *галактики*. Віднесення *галактики* до Г. п. досить умовне. Зокрема, крім названих вище унікальних прикладів, до Г. п. зачисляють *галактики з активними ядрами* та ін.

ГАЛАКТИКИ СЕЙФЕРТІВСЬКІ — *галактики* з *яскравим зореподібним ядром* і широкими (відповідають доплерівським швидкостям $300\text{--}5000 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$) дозволеними і забороненими *емісійними лініями в спектрі*.

Назва Г. с. походить від імені К. Сейферта, який у 1943 виділив цей клас

об'єктів. Г. с. є найчисленнішою групою *галактик з активними ядрами*. Більшість із них — *галактики спіральні*. Г. с. поділяють на дві групи. Перша — Sy1 — об'єднує галактики, у спектрах яких дозволені лінії значно ширші, аніж *заборонені лінії*. До другої — Sy2 — належать галактики, у спектрах яких заборонені і дозволені лінії мають однакову ширину. Ширина ліній невелика порівняно з Sy1, еквівалентна кількомстам кілометрам за секунду. Є Г. с. проміжних типів. Ядра Г. с. змінюють свій *блиск*. На *кривих блиску* виділяються спалаховий компонент з характерним часом змінності близько декількох десятків діб і плавний компонент з характерним часом близько кількох років. Амплітуда змінності Sy1 в середньому 0.5^m у смузі *B*, амплітуда змінності Sy2 приблизно в півтора рази менша. Деякі Г. с. першого типу в мінімумі блиску втрачають ознаки Sy1 і набувають ознак Sy2.

Найбільше розроблена модель ядер Г. с. — двокомпонентна модель, запропонована В. І. Проником і Е. А. Дібаєм. Згідно з цією моделлю, ядро Г. с. є джерелом іонізуючого *випромінювання*, яке оточене двома зонами газу. У внутр. зоні з розмірами 0.1—0.3 пк містяться густі хмари (густина яких 10^8 — 10^{10} м^{-3}), що рухаються зі швидкостями до кількох тисяч кілометрів за секунду. В зовн. зоні з розмірами 0.3—10 пк хмари менш густі.

ГАЛАКТИКИ СПІРАЛЬНІ — морфологічний клас *галактик*, найвиразнішою особливістю яких є наявність у *диску спіральних рукавів*.

Спіральні рукави починаються не в центрі Г. с., а виходять або з яскравої квазіточкової ядерної зони, або від *бару*, що перетинає центр. Згідно з *Хаббла класифікацією*, у першому випадку Г. с. називають нормальними і позначають *S*, у другому — Г. с. з баром — *SB*. Нормальні Г. с. поділяють на підтипи *Sa*, *Sb* і *Sc*, Г. с. з баром — на *SBa*, *SBb* і *SBc*. Критерії для поділу на підтипи: міра закручення спіральних рукавів, їхня структура і співвідношення розмірів ядра і *диска*. В галактиках *Sa* тонкі спіральні рукави туго намотані на ядро великого розміру. В галактиках *Sc* уся речовина зосереджена в могутніх спіральних рукавах, які виходять з порівняно малень-

кого ядра. Позначення Г. с. у *Вокулера класифікації* дещо відрізняється від наведених вище. У випадку спостережень «з ребра» Г. с. має вигляд веретена з кулеподібним потовщенням посередині. Зображення розділене на дві частини темною поздовжньою смугою.

Г. с. — найпоширеніший морфологічний тип *галактик*, вони становлять близько 60% *галактик поля*. Наша *Галактика* теж є Г. с. типу *Sb* або *Sc*. Середній *спектральний клас* *Sa* і *SBa* *галактик* *G1.4*, *Sb* і *SBb* — *F9.6*, *Sc* і *SBc* — *F6.1*. У Г. с. багато голубих гарячих *зір*, які розташовані головно в спіральних рукавах. Ці галактики багаті на газ, який становить декілька відсотків від загальної *маси* галактики. Газ зосереджений у шарі завтовшки в кількості *парсеків* у площині диска. В багатьох Г. с. газ є і за межами оптичного зображення. Він перемішаний з пилом; саме пилом зумовлена темна смуга в зображеннях Г. с., які спостерігають «з ребра».

Ядра 1—2% Г. с. виявляють підвищену активність, такі Г. с. називають *галактиками сейфертівськими*.

ГАЛАКТИКИ cD — велетенські *галактики* еліптичного типу з *масою* приблизно $10^{13} M_{\odot}$, що занурені в надзвичайно протяжну світну оболонку, радіус якої перевищує 100 тис. пк, а в деяких випадках досягає 1—2 Мпк.

Звичайно Г. cD є гол. *галактиками скупчень галактик і радіогалактиками*.

ГАЛАКТИЧНА КОРОНА — див. *Корона галактики*.

ГАЛАКТИЧНА ПЛОЩИНА, *площина Галактики* — *площина*, яка проходить через середину *Молочного Шляху* і є гол. для побудови *галактичної системи координат*, вивчення й опису особливостей розподілу *зір* у *Галактиці*.

ГАЛАКТИЧНЕ ОБЕРТАННЯ — явище руху об'єктів (*зір*, *хмар газу* та *пилу*, *зоряних скупчень* та ін.) навколо центр. частини (*ядра*) *галактики*.

Періоди обертання зовн. частин *галактики* — десятки і сотні мільйонів років. На підставі вивчення швидкостей обертання можна оцінити *масу зоряної системи*. Центр. частини нашої *Галактики* обертаються як тверде тіло (кутова швидкість ω не залежить від відстані до центра обертання); з переходом до зовн. частин системи кутова швидкість зменшується, і ці зони відстають в обе-

ртанні від центр. Обертання нашої Галактики описують *Оорта сталими*. Враховуючи, що *Сонце* перебуває на відстані 10 кпк від *галактичного центра* і що обертання тут відбувається по *кеплерових орбітах*, а його швидкість $v = (GM/r)^{1/2}$ (M — маса Галактики всередині орбіти Сонця), для швидкості зір в околі Сонця отримано $250 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$, а для періоду обертання навколо ядра Галактики — 220 млн. років.

ГАЛАКТИЧНИЙ ВІТЕР — витікання газу з галактики в міжгалактичний простір.

Витікання можна трактувати як розширення газу з досить високою *температурою*. Джерелом нагрівання вважають *спалахи наднових*. Висока *т-ра* газу (а отже, і *Г. в.* заданого типу) є в тому випадку, коли частота *спалахів наднових* і *густина газу* в галактиці такі, що газ не встигає охолонути між *спалахами*. Вважають, що відсутність газу в *галактиках еліптичних* зумовлена *Г. в.*, *потужність* якого була великою в епоху *активного зореутворення*.

ГАЛАКТИЧНИЙ ЕКВАТОР — *велике коло небесної сфери*, яке визначають *перетином центр. площини нашої Галактики з небесною сферою* (див. *Небесні координати*).

До *екватора небесного Г. е.* нахилений під кутом $i = 62.6^\circ$ і *перетинається* з ним у двох *протилежних точках* — *галактичних вузлах*. Висхідний *галактичний вузол* (його *екваторіальні координати* $\alpha = 18^h 48.9^m$, $\delta = 0^\circ$) розміщений в *Орлі*, низхідний ($\alpha = 6^h 48.9^m$, $\delta = 0^\circ$) — в *Однорозі*.

ГАЛАКТИЧНИЙ РІК — *період обертання Сонця* і *найближчих до нього зір* навколо *центра нашої Галактики*. *Г. р.* дорівнює приблизно 200 млн. *земних років*.

ГАЛАКТИЧНИЙ ЦЕНТР — *утвір радіусом близько 1000 пк* у *центрі нашої Галактики* з *різко відмінними від решти частин характеристиками*. *Г. ц.* міститься в *Стрільці*. Відстань від *Землі* приблизно 8.5 тис. пк. Унаслідок *великої кількості міжзоряного пилу* оптичні спостереження *Г. ц.* практично неможливі (*світло, що йде від нього, зазнає ослаблення на 30^m , тобто в 10^{12} разів*). Гол. дані про *структуру і фіз. властивості Г. ц.* отримано завдяки спостереженням у *радіо-, ІЧ-, рентген. та гам-*

ма-діапазонах електромагнітного випромінювання.

За сучасними уявленнями, *Г. ц.* — це *зоряне скупчення, у формі еліпсоїда обертання, концентрація зір у якому різко збільшується до центра*. В *центр. шарах ядра* можливе існування *чорної діри з масою в $10^6 M_\odot$* , або *надкомпактного зоряного скупчення з такою ж масою*.

ГАЛАКТИЧНІ КООРДИНАТИ — система *небесних координат* (*галактичні широта b і довгота l*), якими визначають *положення світил щодо площини Галактики*.

Галактичну довготу l вимірюють (у *градусах* від 0° до 360°) уздовж *галактичного екватора* із *заходу на схід* від *точки, що відповідає напрямку на центр Галактики* ($\alpha_{1950} = 17^h 42.4^m$, $\delta_{1950} = -28^\circ 55'$), до *кола широти світила*.

Галактичну широту b відлічують від *галактичного екватора* уздовж *кола галактичної широти* (у *градусах* від 0° до $\pm 90^\circ$). Безпосередньо *Г. к.* не вимірюють, а обчислюють їх за *екваторіальними координатами кожного світила*.

ГАЛАКТИЧНІ ПОЛЮСИ — *дві точки уявного перетину з небесною сферою перпендикуляра, проведеного через центр небесної сфери до площини галактичного екватора*. Північний полюс *Галактики* є в *Волосі Вероніки*.

ГАЛАКТИЧНІ СКУПЧЕННЯ — те ж саме, що й *розсіяні скупчення*.

ГАЛАКТИЧНІ СТАЛІ — система *величин деяких кінематичних характеристик нашої Галактики*. Значення цих величин у старій і новій системах *астрономічних сталей* наведені в таблиці.

Галактичні сталі

Величина	Одиниця вимірювання	Стара система	Нова система
Відстань від Сонця до центра Галактики	кпк	10	8.5 ± 1.1
Колова швидкість біля Сонця	$\text{км} \cdot \text{с}^{-1}$	250	222 ± 20
Стала Оорта А	$\text{км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кпк}^{-1}$	15	14.4 ± 1.2
Стала Оорта В	$\text{км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кпк}^{-1}$	-10	-12.2 ± 2.8
А-В	$\text{км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кпк}^{-1}$	25	26.4 ± 2.9

«ГАЛАКТИЧНОГО ФОНТАНА» МОДЕЛЬ — модель, запропонована з метою пояснити походження *високоширотних і високошвидкісних хмар*.

Згідно з «Г. ф.» м., високошвидкісні і високоширотні хмари (які не є фрагментами *Магелланового потоку*) конденсуються з гарячого газу над (і під) *галактичною площиною*. Спалахи *наднових* нагрівають газ у *диску* нашої *Галактики* до високої *температури*, і нагрітий газ підіймається на 5—10 тис. пк над *галактичною площиною*. Охолодження газу внаслідок *випромінювання* енергії веде до *теплової нестійкості* й ущільнення хмар нейтрального водню, які згодом падають на *галактичну площину*. Хмари формуються на висоті 5—10 тис. пк. Притік *маси* газу до *диска* у вигляді високошвидкісних хмар становить 2— $3M_{\odot}$ за рік.

Хоча «Г. ф.» м. задовільно пояснює низку результатів спостережень, однак вона не є універсальною, оскільки не в змозі описати всю сукупність одержаних даних. Напр., «Г. ф.» м. не пояснює дуже високих ($300 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$) швидкостей деяких хмар.

ГАЛІЛЕЄВІ СУПУТНИКИ — чотири *супутники Юпітера*, названі на честь першовідкривача *Г. Галілея*. Щоправда, питання про першовідкривача є спірним, оскільки сучасник Галілея *Симон Марій* заявив, що саме він відкрив ці супутники. Однак Галілей опублікував свої результати першим (1610). Тому честь відкриття звичайно приписують Галілею. Проте саме Марій запропонував такі їхні назви: *Іо*, *Європа*, *Ганімед* і *Каллісто* — імена улюбленців Зевса (Юпітера) в греко-римській міфології.

Г. с. відрізняються великими розмірами і близькістю до *планети*. Найстійкішою рисою їхнього руху є регулярність, з якою вони проходять з видимого (*проходження*) або зворотного (*покриття*) боку *диска Юпітера*, а також входять у *тінь* або виходять з *тіні (затемнення)*. Крім того, спостерігають перетин *тінню* Г. с. *диска Юпітера*, який називають *проходженням тіні*. Ці явища пов'язані з розташуванням Г. с. Коли *Земля* і *Сонце* перебувають у площині, близькій до площини орбіт Г. с., спостерігають *покриття* або *затемнення* супутника супутником. Це трапляється приблизно через

кожні шість *років* і триває протягом кількох місяців. Саме явище триває від кількох секунд до декількох годин. Завдяки *лібрації* Г. с. ніколи не бувають в однаковій орбітальній фазі в один і той же момент. Напр., коли *Ганімед* і *Європа* розташовані на тлі *диска Юпітера*, *Іо* перебуває зі зворотного боку планети. *Каллісто* є винятком, оскільки його *довгота* не входить до умови *лібрації П. Лапласа*. *Ефемериди* Г. с., моменти початку і закінчення затемнень і покрить, входження в *тінь* і виходу з неї та ін. дані наведені в «Астрономическом календаре», «American Ephemeris and Nautical Almanac» (див. *Астрономічні щорічники*). З близької відстані (за допомогою «*Вояджера*») виявлена «індивідуальність» кожного з Г. с. Спільне в них — це закономірне зменшення густини й *альbedo* зі збільшенням відстані від Юпітера. З огляду на це і Європу якоюсь мірою можна порівняти з *планетами земної групи*, тоді як *Ганімед* і *Каллісто* ближче до *планет зовнішніх*, які складаються з кондесатів легких компонентів.

ГАЛІЛЕЙ Галілео, Galilei G. (1564—1642) — італ. фізик, механік і астроном, один із засновників природознавства, член Нац. академії деї Лінчеї.

Сформулював два гол. принципи механіки — відносності та сталості прискорення вільного падіння, вивів закон інерції, закони вільного падіння, руху тіла по похилій площині, закон додавання рухів та явище ізохронізму коливальних рухів. У 1609 побудував свою першу зорову трубу і розпочав систематичні астр. спостереження. Виявив гори на Місяці, чотири супутники Юпітера, з'ясував, що Молочний Шлях складається з безлічі дуже віддалених зір, відкрив фази у Венери, плями на Сонці тощо. Г. відстоював геліоцентричну систему світу *М. Коперника*, за що інквізиція звинуватила його в ересі і примусила публічно відмовитися від коперниківського вчення. 31 жовтня 1992 Ватикан реабілітував Галілея.

«ГАЛІЛЕО» («Galileo») — косм. програма США, яку реалізують з 1978.

Мета програми — детальне вивчення *атмосфери* і *магнітосфери Юпітера*, а також визначення параметрів руху *супутників Юпітера* і дослідження їхніх поверхонь.

Відповідно до цієї програми у Лабораторії реактивного руху (Пасадіна, штат Каліфорнія, США) створено *автоматичну міжпланетну станцію* (АМС) «Galileo». АМС складається з двох блоків — орбітального блока (довжина 9 м, маса 2668 кг, з них наук. обладнання — 103 кг) та спускного модуля масою 335 кг (наук. обладнання — 28 кг). До складу наук. обладнання входять: ІЧ *спектрофотометр* для дослідження складу і *температури* високих шарів атмосфери Юпітера, УФ спектрофотометр для вимірювання аерозольної складової атмосфери, поляриметр-радіометр для дослідження розподілу і характеристик частинок в атмосфері, магнітометр для вимірювання напруженості магнітного поля і вивчення заряджених частинок, відеосистема для одержання високоякісних зображень. Крім того, на борту спускного модуля є обладнання для дослідження зміни з висотою т-ри, тиску і густини атмосфери, хім. складу, вмісту гелію, реєстрації грозових розрядів.

АМС «Г.» запущено 18 жовтня 1989 з навколоземної орбіти за допомогою багаторазового транспортного *космічного корабля* «Атлантіс». Політ до Юпітера тривав шість років, програму досліджень розраховано на 22 місяці.

У середині лютого 1990 АМС пройшла на відстані 16 000 км від *Венери*, 18 грудня 1990 — на висоті 960 км над поверхнею Атлантичного океану, збільшила за рахунок гравітаційного поля *Землі* швидкість на $7 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Побувавши за орбітою *Марса* в поясі *астероїдів*, 29 жовтня 1991 передала на Землю перше в історії досліджень зображення малої планети Гаспра (одержано 150 знімків, однак через неполадки апаратури передано лише один). У грудні 1992 АМС повернулася знову до Землі, пройшла над тим же районом Атлантичного океану, і ще раз гравітаційне поле Землі збільшило її швидкість до $39 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$, з якою апарат і відправився до Юпітера. Наприкінці серпня 1993 АМС пройшла на відстані 950 км від астероїда Іди.

Наприкінці 1994 була передана інформація з ІЧ спектрометра АМС про падіння фрагментів *комети* Шумейкерів—Леві 9 на Юпітер у липні 1994. До січня 1995 отримано знімки, які по-

казали зіткнення уламків комети з атмосферою планети.

На початку травня 1995 АМС віддалася від Землі на 990 млн. км і наблизилася до Юпітера на відстань 114 млн. км. У середині липня 1995 від АМС відділився спускний модуль і почав самостійний політ до планети зі швидкістю $180\,000 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$. Орбітальний модуль після проходження на відстані близько 1000 км від супутника Іо ввімкнув гальмівні двигуни і перейшов на орбіту штучного супутника Юпітера, виконуючи функції ретранслятора для передавання інформації з борту спускного модуля на Землю. На кожному витку орбітального руху він проходить по чергово поблизу одного із чотирьох супутників Юпітера, використовуючи гравітаційне поле кожного з них для зміни своєї орбіти. Швидкість спускного модуля в щільних шарах атмосфери Юпітера внаслідок аеродинамічного гальмування значно зменшилась, і після спрацювання гальмівного парашута він опустився, за попередніми розрахунками, на 600 км в атмосферу Юпітера.

ГАЛІЛЕЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ — співвідношення між координатами і часом будь-якої події, яку розглядають у двох різних *інерціальних системах відліку*, що рухаються одна щодо одної зі швидкістю, значно меншою від *швидкості світла*. В цьому випадку час у всіх інерціальних системах відліку є однаковим. Г. п. справджуються лише в класичній механіці (порівн. з *Лоренца перетворенням*).

ГАЛІЛЕЯ ПРИНЦИП ВІДНОСНОСТІ, механічний принцип відносності — принцип класичної механіки: в будь-яких *інерціальних системах відліку* всі механічні явища за одних і тих же умов відбуваються однаково.

Г. п. в. уперше запропонував *Г. Галілей* 1636. Г. п. в. справджується лише в класичній механіці, в якій розглядають рухи зі швидкостями, значно меншими від *швидкості світла*. При швидкостях, що близькі до швидкості світла, рух тіл підпорядкований законам релятивістської механіки.

ГАЛЛЕ Йоганн Готфрід, Galle J. G. (1812—1910) — нім. астроном. У 1851—1897 — директор обсерваторії і професор ун-ту в Бреслау.

Відкрив три комети (1839—1840), крєпове (внутр.) кільце Сатурна (1838). На прохання У. Левер'є виконав пошуки позауранової планети за передобчисленими Левер'є координатами. 23 вересня 1846 відкрив нову планету, яку названо Нептуном. Уперше запропонував визначати паралакс Сонця зі спостережень малих планет під час протистоянь, у 1872 зі спостережень планети Фоксі (№25) вивів паралакс Сонця — 8.87".

ГАЛЛЕЙ Едмонд, Halley E. (1656—1742) — англ. астроном, математик і геофізик, член Лондонського королівського т-ва. З 1703 — професор Оксфордського ун-ту, з 1720 — директор Гринвіцької обсерваторії.

Розробив метод розрахунку кометних орбіт і визначив періодичність деяких комет. Найвідоміша з них — комета, що з'являлася у 1531, 1607 та 1682 і повернення якої у 1758 передбачив Галлей (її названо кометою Галлея). Детально розробив метод визначення відстані від Землі до Сонця шляхом спостереження проходжень нижніх планет по диску Сонця. Склавав перший каталог зір південного неба. У 1718 відкрив явище власного руху зір. Виявив прискорення середнього руху Місяця, нерівності в русі Юпітера і Сатурна. Виконав магнітне знімання в Атлантичному океані і склав першу карту магнітних схилень.

ГАЛЛЕЯ КОМЕТА — комета, для якої вперше було обчислено орбіту, визначено її періодичність появи поблизу Сонця, а також ядро якої вперше вдалося дослідити.

Обчислення орбіти виконав *Е. Галлей* у 1704. Він передбачив, що яскрава комета, яку спостерігали у 1682, повернеться до Землі у 1758. Хроніки та літописи зберігають свідчення про спостереження Г. к. з 466 до н.е.

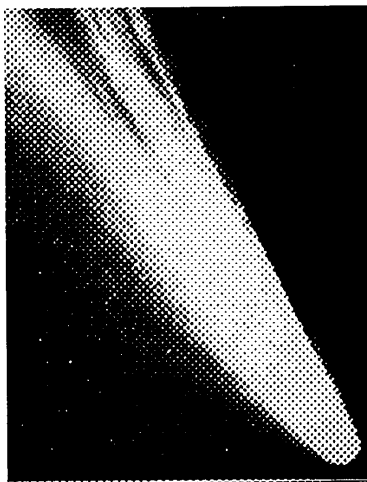


Рис. 1. Комета Галлея (1986)

Елементи орбіти: $a=18.25$ а.о.; $q=0.587$; $Q=35.3$; $e=0.867$; $i=162.2^\circ$; період обертання 76.1 року. Афелій Г. к. перебуває поміж орбітами Нептуна та Плутона. Г. к. рухається в бік, протилежний до обертання Землі та ін. планет. Момент проходження через перигелій під час останньої появи поблизу Землі 1986 лютий 9.45175 ефемеридного часу (рис. 1). Відстань від комети до Сонця в перигелії становила 88 млн.км.

До появи Г. к. 1986 була розроблена міжнародна програма спостережень її з поверхні Землі та з космосу (ІНУ). Частина цієї програми, яку виконували в СРСР, називалася СОПРОГ.

Шість автоматичних міжпланетних станцій пролетіло поблизу Г. к. у березні 1986: «Вега-1» та «Вега-2» (СРСР) 6 та 9 березня, «Джотто» (Європейське космічне агентство; у проєкті брало участь 11 західноєвропейських країн) — 14 березня, «Суїсей» та «Сакіраке» (Японія; переклад назв «Комета» та «Першопроходець») — 8 та 11 березня, «Міжнародний космічний зонд» (ІСЕ — International Cometary Explorer, США) — 25 березня. Останній запущений до комети Джакобіні—Ціннера і восени 1985 пролетів крізь її хвіст.

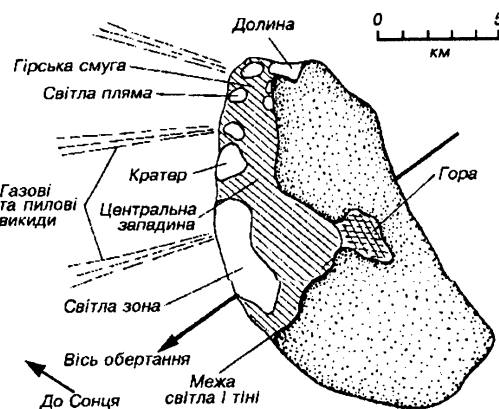


Рис. 2. Ядро комети Галлея

Відстань мін. наближення з Г. к. та зустрічні швидкості були 8890 км та 79.2 км км·с⁻¹ для «Веги-1», 8030 км та 76.8 км·с⁻¹ для «Веги-2», 610 км та 68.4 км·с⁻¹ для «Джотто», 125 тис. км та 73 км·с⁻¹ для «Суїсей», 2 млн. км та 75.3 км·с⁻¹ для «Сакіраке», близько 10⁷ км та 64.9 км·с⁻¹ для ІСЕ. Були досліджені ядро комети, її атмосфера (кома), яка складається з нейтрального газу та пилу, іоносфера та її взаємодія з сонячним вітром.

Ядро Г. к. — це монолітне тіло неправильної форми, яке нагадує земляний горіх або картоплину (рис. 2). Розміри $d_{\min} \approx 7.5$ км, $d_{\max} \approx 14$ км. Маса оцінено у 10^{11} кг. Період обертання ядра близько 53 год. Вісь обертання є всередині конуса розхилом $\pm 45^\circ$ від нормалі до площини орбіти. Напрямок обертання збігається з напрямом орбітального руху. Відбивна здатність поверхні дуже низька: 2—4%. Поверхня неоднорідна, з великою кількістю кільцевих кратерів. Г. к. дуже активна: з поверхні ядра бурхливо виділяються газ та пил під час наближення до Сонця. Струмені вилітають з порівняно невеликої (приблизно 10% загальної поверхні) освітленої частини ядра.

Температура поверхні на денному боці в екваторіальній частині — близько 380 К, на нічному боці — приблизно 200 К. Під час пролітання «Джотто» через кому було з'ясовано, що газ виділяється з ядра у кількості $20 \text{ т} \cdot \text{с}^{-1}$. Склад газу: 80% водяної пари, 10% монооксида вуглецю, 3% діоксиду вуглецю, 2% метану, менше 1.5% аміаку та 0.1% ціаніду водню. Були зареєстровані також важкі іони, однак природа відповідних батьківських молекул не визначена. Водяна пара містить важкий водень. Загальна кількість пилової речовини, що залишає Г. к., приблизно 5—10 т. Проаналізовано тисячі пилових частинок діаметром 0.1—10.0 мкм. Пил — суміш легкої речовини, яка складається з водню, вуглецю, азоту, кисню, та важкого кам'янистого матеріалу, що містить магній, кремній, залізо та кисень. Можливо, речовина деякої частини пилинок — органічний полімер або кристалогідрат. Відносний склад ізотопів хімічних елементів у пилу такий же, як і в Сонячній системі в цілому.

Висновки про хімічний склад ядра зроблені на підставі даних про газ та пил у комі. Ядро складається з трьох компонентів: криги, кам'янистих складових та вогнетривких легких речовин, які, можливо, утримують полімеризовані органічні сполуки. Гол. складова ядра — вода, значно менше діоксиду вуглецю.

ГАЛО (грец. *αλως* — світлове кільце навколо Місяця або Сонця) —

1. Світлі кільця, що іноді з'являються навколо Сонця або Місяця внаслідок розсіювання світла на кристаликах льоду в атмосфері Землі. Радіус кільця

22°, рідше — 46°. До явищ, пов'язаних із Г., належать також несправжні Сонця та Місяці, хрести, смуги, паралельні до горизонту.

2. Галактичне Г. — протяжна сферична хмара розрідженої речовини, зір, кулястих скупчень навколо галактик (див. Галактична корона).

ГАЛОСИ — структурні утвори в голові комети, які проектується на небесну сферу у вигляді дуг або цілих кіл. Радіуси Г. збільшуються пропорційно до часу.

ГАЛЬМІВНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

— випромінювання електрично заряджених частинок, які рухаються з прискоренням або сповільненням, що зумовлені їхнім притяганням або відштовхуванням у разі зближень.

Такий же механізм випромінювання, однак за наявності зовн. магнітного поля, називають магнітногальмівним випромінюванням (циклотронним і синхротронним).

Часто Г. в. називають також випромінювання, що виникає під час вільно-вільних переходів. У цьому випадку випромінюється весь спектр частот електромагнітних хвиль, зокрема, рентген. і радіохвиль.

Завдяки механізму Г. в. у косм. умовах виникає радіовипромінювання сонячної корони і корон зір, зон II, планетарних туманностей, газу в скупченнях галактик, а також значна частина ІЧ випромінювання й оптичного випромінювання зір. За допомогою цього механізму пояснюють також випромінювання деяких рентгенівських джерел.

ГАММА-АСТРОНОМІЯ, γ -астрономія — розділ астрономії, що досліджує косм. об'єкти і процеси за характерним для них короткохвильовим електромагнітним випромінюванням з енергією фотонів E понад 100 кеВ.

Діапазон γ -випромінювання поділяють на декілька ділянок:

- м'якого з енергією $E=0.1—5.0$ МеВ;
- проміжної енергії 5—50 МеВ;
- жорсткого 50 МеВ—10 ГеВ;
- надвисоких енергій з $E>10$ ГеВ.

Атмосфера Землі перешкоджає проникненню випромінювання до земної поверхні, розсіюючи та поглинаючи фотони на висотах 30—50 км. Спостереження в діапазоні енергій фотонів від 100 кеВ до 10 ГеВ ведуть з космічних апаратів або з висотних аеростатів за

допомогою *гамма-телескопів*. Фотони з енергією $E > 10$ GeV можна зареєструвати на Землі завдяки черенковському випромінюванню, породженому взаємодією γ -квантів з атмосферою.

Г.-а. виникла у 50-х рр. XX ст. У 70-х рр. спеціалізовані супутники-обсерваторії виявили досить потужне γ -випромінювання деяких ділянок Сонця, пульсарів, ядер активних галактик і квазарів. Було відкрито γ -сплески (раптові короточасні підвищення інтенсивності косм. γ -випромінювання з енергією в десятки та сотні кілоелектрон-вольтів), а також дискретні джерела γ -сплесків з $E > 100$ MeV.

ГАММА-БАРСТЕРИ — те ж саме, що й джерела гамма-сплесків.

ГАММА-СПАЛАХИ — раптові короточасні підвищення інтенсивності косм. γ -випромінювання в діапазоні енергій від одиниць до сотень кілоелектрон-вольтів.

За потужністю випромінювання Г.-с. на декілька порядків перевищують потоки від відомих дискретних джерел γ -випромінювання. Тривалість Г.-с. — від часток до сотень секунд. Оцінки енергії Г.-с. засвідчили, що їхні джерела — астрофіз. об'єкти невідомої раніше природи. Верхня межа розмірів зон випромінювання — до 3000 км. Просторова локалізація — у межах Галактики. Джерела Г.-с. мають надсильні магнітні поля — до $5 \cdot 10^8$ Тл ($5 \cdot 10^{12}$ Гс). Найімовірніше пояснення походження Г.-с. — акреція на нейтронну зорю, вивільнення енергії під час зоретрусів.

ГАММА-ТЕЛЕСКОП — телескоп, призначений для реєстрації косм. γ -випромінювання (див. *Гамма-астрономія*). В діапазоні м'якого γ -випромінювання спостереження ведуть за допомогою сцинтиляційних телескопів з механічними коліматорами (рис.). Для захисту від бокового фонового випромінювання використовують лічильники антизбігів з неорганічних сцинтиляційних кристалів. Ядерні та анігіляційні γ -лінії спостерігають за допомогою напівпровідникових *спектрометрів* на кристалах з надчистого германію, які дають змогу отримувати високе енергетичне розділення (до 2 кеВ з енергією γ -фотонів $E \approx 1$ MeV). Спостереження жорсткого γ -випромінювання виконують на телескопах з треко-

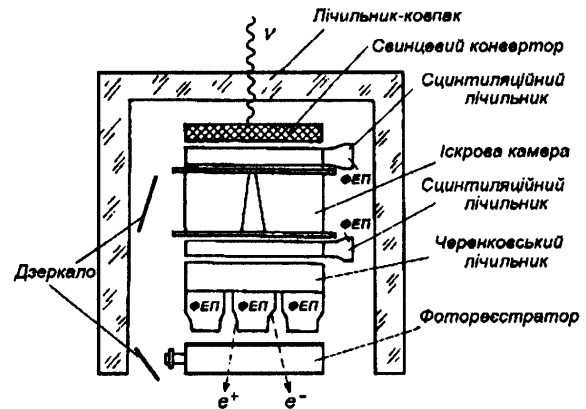


Схема гамма-телескопа

вим детектором, який може бути іскровою або дрейфовою камерою. Спостереження в діапазоні γ -випромінювання проміжних енергій фотонів пов'язані з експериментальними труднощами. В діапазоні γ -випромінювання з надвисокими енергіями фотонів спостереження ведуть наземним устаткуванням шляхом реєстрації черенковського випромінювання. Г.-т. встановлюють переважно на штучних супутниках Землі (ШСЗ) або на висотних аеростатах. Перші дані про γ -випромінювання косм. походження одержано у 1968 за допомогою Г.-т., встановленого на ШСЗ «OSO-3» (США).

ГАМОВ Джордж, Gamov G. (1904—1968) — амер. фізик і астрофізик (нар. в Одесі), член Нац. АН США. В 1934—1956 — професор ун-ту ім. Дж. Вашингтона, з 1956 — ун-ту штату Колорадо.

У 1937—1940 розробив першу послідовну теорію еволюції зір, що ґрунтувалася на уявленні про ядерне походження енергії зір. У 1943 запропонував оболонкову модель червоних гігантів і розрахував еволюційні треки цих зір. У 1946 запропонував модель гарячого Всесвіту і разом з Р. Альфером і Р. Германом дослідив ядерні реакції, що відбуваються під час розширення гарячої речовини і призводять до утворення важких хім. елементів.

ГАНЗЕН Петер Андреас, Hanzen P. A. (1795—1874) — нім. астроном і геодезист. У 1825—1874 — директор обсерваторії у Зеберзі.

Наук. праці присвячені вивченню руху небесних тіл. Уточнив теорію руху Місяця, теорії збуреного руху великих та малих планет і комет, теорію сонячних затемнень. У 1857 склав таблиці руху Місяця великої точності. Уточнив значення сонячного паралаксу — $8.92''$.

ГАНІМЕД — супутник *Юпітера* (див. *Галілеєві супутники*), найбільший у *Сонячній системі*. Радіус 2630 км, маса 1.49×10^{23} кг, густина $1930 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Головно Г. складається з водяного льоду (90%). З поверхні Землі спостереження провадять у діапазоні *фазових кутів* від 0 до 12° , а з *автоматичних міжпланетних станцій* вони проведені при *фазових кутах* $10\text{—}124^\circ$. «Вояджер-1» наближався до Г. на відстань 114 700 км, а «Вояджер-2» — на 62 100 км.

Зоряні величини та показники кольору: $V_0=4.6^m$; $U-B=0.53^m$; $B-V=0.81^m$; для ведучої півкулі: $I=3.6^m$; $I-H=-0.10^m$; $I-K=0.18^m$; $I-L=-2.08^m$; для веденої півкулі: $I-H=-0.07^m$; $I-K=-0.14^m$; $I-L=-1.58^m$; (див. *Фотометрична система*). *Фазовий коефіцієнт* 0.0018^m на 1° ; *фазовий інтеграл* — 0.8; *середнє візуальне альbedo* 0.4, для *яскравих кратерів* — 0.7. *Температура* в радіодіапазоні 165 К.

Низька теплопровідність верхнього шару ґрунту, а також *спектр* відбиття свідчать про наявність льодового *реголіту*. За даними радіолокаційних спостережень поверхня Г. покрита дрібним інеем та кригами великих розмірів.

Фотографії Г. одержано з *роздільною здатністю* 1 км («Вояджер-2») та 2 км («Вояджер-1»). Поверхня Г. дуже неоднорідна: вкрита ударними кратерами, тут є сліди тектонічної активності. Вік старих ділянок поверхні Г. оцінюють у 3.0—3.3 млрд. років. Величезна пляма на поверхні Г. розмірами до 3000 км названа іменем *Галілея*. Очевидно, це багатокільцева структура, що частково збереглася. Її приписують *палімпецстам* діаметром 500 км. Кільцеві структури на Г. — це, найімовірніше, западини (а не хребти) завглибшки в декілька сотень метрів з валами висотою близько 100 м. На Г. багато кратерів зі світлими променевими системами та частково занурених у ґрунт кратерних валів, які мають вигляд світлих круглих плям. Рельєф Г. згладжений. У геол. Г. найцікавіший з усіх *Галілеєвих супутників*. Вірогідна внутр. будова: силікатно-льодова мантія (без силікатного ядра), льодова кора товщиною близько 75 км. Між ними можливий рідкий шар.

ГАНСЬКИЙ Олексій Павлович (1870—1908) — рос. астроном. Працював у Пулковській обсерваторії.

Наук. праці стосуються фізики Сонця. Відкрив залежність форми сонячної корони від кількості сонячних плям. Визначив середню тривалість життя окремих гранул (2—5 хв).

ГАРВАРД-СМІТСОНІВСЬКИЙ АСТРОФІЗИЧНИЙ ЦЕНТР (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) — астрофіз. установа, яка виникла 1955 після об'єднання *Гарвардської обсерваторії* та *Смітсонівської астрофізичної обсерваторії*, назву отримала в 1973.

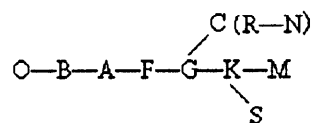
Г.-С. а. ц. розташований у Кембриджі (штат Массачусетс, США), має високорівню філію — *Маунт-Хопкінс обсерваторію*.

У Центрі ведуть різноманітні дослідження — від фізики Сонця, планет і космічної геодезії до позагалактичних об'єктів.

ГАРВАРДСЬКА КЛАСИФІКАЦІЯ, Дреперівська класифікація — класифікація зоряних спектрів, розроблена у *Гарвардській обсерваторії* 1885—1924 під час створення великого каталогу зоряних спектрів (каталог Г. Дрепера).

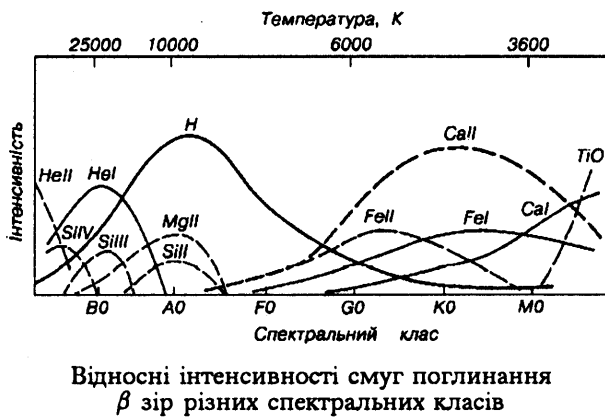
У Г. к. зорі поділяють на *спектральні класи* залежно від вигляду спектра. Критерій належності зорі до певного спектр. класу — відносна інтенсивність ліній поглинання в її спектрі. Спектр. класи Г. к. утворюють таку послідовність:

Гол. чинник, що дуже впливає на вигляд спектра зорі, — *температура її атмосфери*. Тому послідовність спектр. класів Г. к. є, по суті, т-рною



послідовністю: т-ра зменшується від зір спектр. класу О (55 000 К) до зір спектр. класу М (4 000—2 000 К).

Відносні інтенсивності ліній поглинання деяких атомів, іонів і молекул залежно від спектр. класу показано на рис. У спектрах більшості холодних (спектр. клас М) зір є смуги поглинання молекул TiO. У тому ж інтервалі температур поряд зі звичайними М-зорями є зорі, у спектрах яких виявлено смуги поглинання вуглецевмісних молекул CN, C₂ і CH, яких нема в спектрах звичайних М-зір. Ці зорі названо *вуглецевими зорями*. Для позначення їх у Г. к. введено



два додаткові класи — R і N. Аналогічно, для холодних зір, у спектрах яких є сильні смуги поглинання оксиду цирконію, введено спектр. клас S.

Для позначення додаткових характеристик зоряних спектрів у Г. к. використовують систему «префіксів» і «суфіксів». Префіксами s, g і d виділяють *надгігантів*, *гігантів* і *карликів*, відповідно. Суфікс e використовують для інформації про наявність у спектрі емісійних ліній, суфікс v означає змінність у спектрі, якщо вона не зумовлена орбітальним рухом або *пульсаціями*, суфікс r свідчить про пекулярність спектра, тобто про наявність деяких особливостей, які трапляються не настільки часто, щоб вводити для їхнього позначення новий клас. Якщо особливість виявляється дуже чітко, то до позначення додають ще знак оклику, наприклад, A5e!. Для позначення *Вольфа—Райє* зір, які розділені на дві послідовності — азотну і вуглецеву, прийняті позначення WN і WC, відповідно. Передбачено також позначення для *нових зір* і *туманностей*, однак на практиці їх не використовують. За допомогою Г. к. класифіковано близько півмільйона зір.

ГАРВАРДСЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ (Harvard College Observatory) — наук.-досл. установа Гарвардського ун-ту (США), заснована 1839.

У складі Г. о. є *астрономічна обсерваторія*, розташована на території ун-ту (Кембридж, США) ($\lambda = -71^\circ 07.8'$; $\varphi = +42^\circ 22.8'$; $h = 24$ м); радіоастр. станція в Форт-Девіс штату Техас ($\lambda = -103^\circ 56.7'$; $\varphi = +30^\circ 38.2'$; $h = 2070$ м); Бойденська обсерваторія в Південній Африці ($\lambda = +26^\circ 24.3'$; $\varphi = -29^\circ 02.3'$; $h = 1387$ м) і метеорні станції в різних місцях США. В 1995 Г. о. організаційно об'єдналася зі *Смітсонівською астрофізичною обсерваторією*, від 1973 цю об'єднану уста-

нову називають *Гарвард-Смітсонівський астрофізичний центр*.

Гол. дослідження: вивчення змінних зір, фотометр. та спектрофотометр. дослідження зір, *туманностей*, *галактик*, внутр. будова зір, *космологія*, радіоастр. дослідження.

Гол. інструменти: 152-см *рефлектор*, 60- та 80-см *Шмідта телескопи*, 18-м радіотелескоп, 40-см *рефрактор* та ін.

У Г.о. розроблено першу детальну спектр. класифікацію зір (див. *Гарвардська класифікація*), складено великі *каталоги зоряних величин*, *спектрів*, *скупчень галактик* та ін. Зібрано унікальну скляну бібліотеку (понад 500 тис. *астронегативів*).

ГАРТМАН Йоганнес Франц, Hartmann J. (1865—1936) — нім. астроном. Працював у Лейпцизькій та Потсдамській обсерваторіях, у 1909—1921 — директор Геттінгенської обсерваторії, в 1921—1935 — директор обсерваторії Ла-Плата (Аргентина).

У 1904 відкрив існування міжзоряного газу. Під час протистояння Ероса у 1931—1932 виконав нове визначення сонячного паралаксу. Сконструював астр. прилади — спектрофотометр (1899), спектрокомпаратор (1904), універсальний фотометр. У 1904 розробив метод точного дослідження якості великих астр. об'єктивів.

ГАРЯЧИЙ ВСЕСВІТ — теорія, якою описують еволюцію доступного для спостережень *Всесвіту* на самому початку його розширення (див. *Великий вибух*).

Теорія Г. В. побудована в рамках *Фрідмана моделі Всесвіту* з припущенням про високу *температуру* Всесвіту на початку його розширення. Запропонована Дж. Гамовим у 40-х рр. XX ст.; блискуче підтверджена багатьма спостереженнями. Зокрема, одним із таких підтверджень є спостережуваний вміст гелію в косм. речовині, походження гол. маси якого пов'язано з дозорним нуклеосинтезом на ранній стадії еволюції Всесвіту. Відкриття у 1965 *реліктового випромінювання*, передбаченого в рамках Г. В., стало вирішальним аргументом на користь цієї теорії.

Теорія Г. В. — складова частина сучасної *моделі Всесвіту*, який роздувається.

ГАССЕНДІ П'єр, Gassendi P. (1592—1655) — франц. філософ, астроном, ма-

тематик і механік. З 1616 очолював кафедру філософії в Ексі, з 1645 — професор у Колеж-Ройяль (Париж).

Уперше спостерігав проходження Меркурія по диску Сонця (7 листопада 1631), що було передобчислене *Й. Кеплером*. Був поборником геліоцентричного вчення *М. Коперника*.

ГАУСС Карл Фрідріх, Gauss K. F. (1777—1855) — нім. математик, астроном і геодезист, член Геттінгенської АН. З 1807 — професор Геттінгенського ун-ту і директор обсерваторії.

Астр. праці Г. присвячені головно розробці методів обчислення планетних орбіт. Розробив основи вищої геодезії — науки, що математично описує справжню форму земної поверхні. Запропонував методи опрацювання результатів спостережень або експериментів. Ці методи широко використовують і в наш час. Зробив великий внесок у дослідження земного магнетизму, заклав основи теорії потенціалу, розробив теорію побудови зображень у системах лінз.

ГЕВЕЛІЙ Ян, Hevelius J. (1611—1687) — польс. астроном. У 40-х рр. XVII ст. побудував у своєму будинку в Гданську обсерваторію, одну з найзначніших у Європі. Більшість інструментів для обсерваторії зробив сам. Склав перші детальні карти Місяця (1647). Дав назви деяким деталям поверхні Місяця, які ми використовуємо й нині. Подав перший систематичний опис та виклав історію усіх комет, які спостерігали до того часу (1668). Відкрив чотири нові комети (1652, 1664, 1665, 1682). Склав каталог положень 1564 зір, де вперше наведені не тільки екліптичні, а й екваторіальні координати для кожної зорі (1687).

У 1690 вийшов атлас неба «Уранографія», підготовлений Г., що складається з 54 карт для кожного сузір'я та двох півсфер неба.

ГЕВЕЛІЯ АТЛАС НЕБА, «Уранографія» — атлас, що складається із 54 карт для кожного сузір'я і двох півсфер для всього неба, складений *Я. Гевелієм*.

Гевелій виділив на небі 11 нових сузір'їв; деякі введені ним назви сузір'їв (*Гончі Пси*, *Жираф*, *Ящірка*, *Малий Лев*, *Секстант*, *Одноріг*, *Лисичка*, *Щит*) збереглися до наших днів. У 1968 *Астрономічний інститут АН УзРСР* і видавництво «ФАН» АН

УзРСР випустили в світ нове видання Г. а. н. за редакцією В. П. Щеглова.

ГЕДЕОНОВ Дмитро Данилович (1854—1908) — рос. геодезист і астроном. У 1890—1900 — директор Ташкентської обсерваторії.

Наук. праці присвячені вивченню змінності широт, з'ясуванню положень зір. Запропонував спосіб визначення поправок годинника.

ГЕЛІАКІЧНИЙ СХІД ЗОРІ — момент першої у поточному році появи зорі над горизонтом у східній частині неба перед сходом Сонця, на світанку (див. *Акронічний схід зорі*).

ГЕЛІЄВІ ЗОРІ — нечисленна група гігантів, у зовн. шарах яких простежується різкий дефіцит водню (вміст водню в *атмосферах* Г. з. майже в тисячу разів менший, ніж в атмосфері Сонця). Г. з. досить рідкісні об'єкти: за деякими оцінками, повна кількість їх у нашій *Галактиці* становить декілька сотень.

Г. з. поділяють на три групи: екстремальні гелієві зорі — ЕНе, змінні зорі типу *Північної Корони* (RCV), *вуглецеві зорі* з екстремальним дефіцитом водню — HdC. Усі три групи Г. з. мають близькі *світності* — близько $10^4 L_{\odot}$, однак відрізняються за *температурами*. Найхолодніші — HdC зорі, їхні поверхневі т-ри T_p досягають 5 000 К. Найгарячіші — ЕНе зорі, тут $T_p=8000—55\,000$ К. Між холодними HdC і гарячими ЕНе зорями є змінні зорі типу RCV (які утворюють своєрідну «смугу *нестабільності*» Г. з.), для яких, головно, $T_p=6000—8000$ К, хоча т-ри деяких зір цього типу досягають 16 000 К (тобто потрапляють в діапазон температур екстремальних Г. з.). У деяких HdC і ЕНе зір виявлено або запідозрено подвійність.

Запропоновано дві гіпотези походження Г. з. За однією з них, Г. з. — це поодинокі об'єкти, які «пережили» завершальний спалах гелієвого шарового джерела на стадії ядра *планетарної туманності*, внаслідок чого зоря на деякий час повернулася в зону гігантів. Прихильники ін. вважають, що Г. з. — це продукти еволюції тісних *подвійних систем*, які утворюються шляхом злиття вуглецево-кисневого і гелієвого карликів.

ГЕЛІО (грец. *ήλιος* — Сонце) — частина складних слів, що відповідає поняттю

«сонячний» та свідчить про їхній безпосередній стосунок до Сонця (напр., *геліограф*).

ГЕЛІОБІОЛОГІЯ (від *геліо*, грец. *bios* — життя і *logos* — слово, вчення) — розділ біофізики, що вивчає систему зв'язків між процесами, які відбуваються на Сонці, та явищами в біосфері Землі. Про існування таких зв'язків стверджував ще С. Арреніус, а в 1915 опубліковано першу працю А. Л. Чижевського — одного з засновників Г. На живі організми Сонце може впливати безпосередньо (*електромагнітне випромінювання, сонячний вітер та сонячні космічні промені*) або через вплив сонячної радіації на *іоносферу, магнітосферу та атмосферу* Землі (див. *Сонячно-земні зв'язки*). Г. визначає роль цих чинників у функціонуванні біологічних систем, вивчає їхні закономірності та механізми дії. Вважають, що *сонячна активність* впливає на функціональний стан нервової системи людей, на коливання рівня захворювань і смертності, на врожайність та інтенсивність розмноження тварин та ін. Виявлена чітка періодичність біол. процесів, яка пов'язана з 11-річним *циклом сонячної активності*, а також з 27-добовим обертанням Сонця навколо своєї осі.

ГЕЛІОГРАФ (від *геліо* і грец. *γραφω* — пишу) —

1. У метеорології — прилад для автоматичної реєстрації тривалості сонячного сяйва протягом доби (тобто часу, коли Сонце перебуває над обрієм і не закрито хмарами). Найчастіше застосовують Г. Кемпбелла—Стокса — скляну кулю-лінзу, навколо якої з північного боку на *фокусній відстані* закріплена паперова стрічка з поділками, що відповідають годинам. Сонячне проміння пропалює стрічку, і внаслідок добового зміщення Сонця на *небесній сфері* пропалені отвори набувають форми смуги, за довжиною якої й обчислюють тривалість сонячного сяйва.

2. В астрономії — *телескоп* для фотографування Сонця. Звичайний Г. — це довгофокусний *рефрактор*, світлосила якого дорівнює 1/50 або менше, обладнаний швидкісним затвором для фотографування з експозицією до 1/5000 с. Г., оптична схема якого побудована на зразок телеоб'єктива, називають *фотогеліографом*. Це найпоширеніший і дешевий сонячний телескоп. Наявність

фотогеліографів у багатьох обсерваторіях світу дає змогу вирішувати гол. завдання *служби Сонця* — систематично фотографувати *сонячну фотосферу*.

3. У військовій справі XIX—поч. XX ст. — світлосигнальний прилад, який використовували для телеграфування за допомогою дзеркал, що відбивають сонячне проміння. При середній прозорості атмосфери забезпечував дальність дії до 75 км.

ГЕЛІОГРАФІЧНІ КООРДИНАТИ — геліографічна *широта* і *довгота*, які визначають положення точок на поверхні Сонця. Геліографічна широта *B* — кутова відстань точки від сонячного екватора, виміряна уздовж сонячного меридіана. Геліографічна довгота *L* — кут між площиною меридіана точки і площиною початкового меридіана (меридіана *Керрінгтона*, який пройшов через висхідний вузол сонячного екватора в середній гринвіцький південь 1 січня 1854).

ГЕЛІОМЕТР (від *геліо* і грец. *μετρο* — вимірюю) — астр. прилад для вимірювання невеликих (до 1°) кутів на *небесній сфері*. Ідею Г. вперше запропонував О. Ремер у 1675 і втілював Дж. Доллонд у 1755. Сучасна конструкція Г. належить Й. Фраунгоферу. Г. — це *телескоп-рефрактор*, який можна повертати навколо його *оптичної осі*. Об'єктив цього телескопа розрізано на дві частини уздовж діаметра. Частини об'єктива можна зміщувати уздовж розрізу за допомогою мікрометричного гвинта. Внаслідок зміщення у фокальній площині інструмента спостерігач бачить подвійне зображення. Комбінуючи зміщення половинок об'єктива й обертання телескопа навколо оптичної осі, досягають повного збігання двох різних точок спостережуваного об'єкта. За відліком мікрометричного гвинта обчислюють кутову відстань між ними. Точність, яку забезпечує Г., становить кілька десятих часток кутової секунди. Г. уперше було застосовано для вимірювання діаметра Сонця (звідси походить назва приладу). Пізніше Г. застосовували для вимірювання діаметрів Місяця, планет, зоряних паралаксів та ін. Зокрема, у 1837 Ф. Бессель за допомогою Г. Кенігсберзької обсерваторії вперше виміряв річний паралакс зорі 61 Лебеда і таким чином обчислив відстань до неї.

«ГЕЛІОС» — назва серії західнонім. космічних апаратів (КА) для дослідження навколосонячного простору з геліоцентричної орбіти у випадку віддалення від Сонця в перигелії на 45 млн. км.

Корпус КА — правильна 16-гранна піраміда заввишки 0.5 м і завширшки 1.7 м, маса 371 кг. Наук. обладнання: три магнітометри, спектр. аналізатор хвильових електростатичних і електромагнітних процесів (10—100 кГц), радіометр сонячних радіосплесків (0.02—2.0 МГц), детектори заряджених і метеорних частинок, фотометри для реєстрації зодіакального світла.

КА «Г.-1» запущено 10 грудня 1974, «Г.-2» — 15 січня 1976.

ГЕЛІОСЕЙСМОЛОГІЯ (від *геліо*, грец. *σεισμος* — землетрус, *λογος* — слово, вчення) — наука про дослідження надр Сонця на підставі спостережних даних про глобальні коливання, які виникають у його атмосфері. Ці коливання виявляються в періодичних змінах інтенсивності випромінювання, променевої швидкості, діаметра сонячного диска. Експериментальна Г. займається вимірюванням частот та амплітуд глобальних сонячних коливань. Порівняння спостережних частот з модельними розрахунками — основа теор. Г. Залежно від зворотної сили, яка спричиняє коливання, їх поділяють на акустичні (*p*-моди) та гравітаційні (*g*-моди). У першому випадку зворотну силу утворює газовий тиск, а в другому — сила тяжіння. За однакових умов *g*-моди мають більший період і менші амплітуди, ніж *p*-моди. Особливості глобальних коливань значно залежать від розподілу фіз. параметрів у надрах Сонця. Зокрема, акустична хвиля, яка поширюється в глибину Сонця, унаслідок збільшення швидкості звуку з глибиною зазнає деформації, викривляє свою траєкторію і повертається до поверхні. З наближенням до рівня фотосфери завдяки зменшенню шкали висот для тиску акустична хвиля знову відбивається всередину Сонця. Внаслідок інтерференції утворюються стоячі хвилі, які й спостерігають як власні акустичні моди. В тих шарах, де речовина конвективно стійка, можуть існувати власні гравітаційні коливання. Тобто спостереження *g*-мод дає змогу вивчати глибші шари Сонця, які є під конвективною зоною, тоді як *p*-моди

дають інформацію переважно про зовнішні шари Сонця, включаючи конвективну зону.

З теорії випливає, що кількість акустичних мод на Сонці досягає 10 млн. Якби реєстрація усіх їх відбувалася одночасно, то жодними методами аналізу неможливо було б їх розділити. Проте кожна спостережна програма спрямована на дослідження тільки певних вибраних мод. Сьогодні надійно зареєстровано тільки *p*-моди з періодами 200—400 с. Амплітуди цих коливань надзвичайно малі, вони не перевищують $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Щоб їх зареєструвати, флюктуації *яскравості* потрібно вимірювати з відносною похибкою не більше 10^{-5} — 10^{-6} . Верхня межа амплітуди коливань швидкості *g*-мод за даними позаатмосферних спостережень, не перевищує 10 мм/с.

У найближчому майбутньому методи-геліосейсмології дадуть змогу визначати хімічний склад первинного Сонця, глибину конвективної зони, перемішування речовини в ядрі Сонця, швидкість обертання надр Сонця, магнітне поле внутр. шарів Сонця тощо.

ГЕЛІОСКОП (від *геліо* і грец. *σκοπέω* — дивлюсь) — астр. телескоп (звичайно *рефрактор*), пристосований для візуальних спостережень Сонця як в інтегральному (білому) світлі, так і в окремих спектр. лініях. З метою зменшення *яскравості* зображення Сонця в конструкції Г. застосовують густі фільтри та спеціальні окуляри. В 30—40 рр. ХХ ст. Г. був гол. приладом Міжнародної Служби Сонця. Зараз Г. мають лише допоміжне значення.

ГЕЛІОСТАТ (від *геліо* і грец. *στατος* — нерухомий) — допоміжний астр. прилад. Годинниковий механізм обертає плоске дзеркало Г. з такою швидкістю, щоб компенсувати видимий добовий рух Сонця і скеровувати сонячні промені в одному і тому ж напрямі. Якщо Г. використовують для спостереження зір, то його називають сидеростатом. У наш час замість Г. застосовують досконаліший прилад — *целостат*.

ГЕЛІОСФЕРА (від *геліо* і грец. *σφαῖρα* — куля) — значна частина космічного простору навколо Сонця, в якій розповсюджується надзвуковий потік плазми, що її викидає сонячна корона, витісняючи міжзоряне магнітне поле. Межа Г. (геліопауза) розташована на

відстані, де потік кількості руху сонячної плазми зрівноважується газодинамічним і магнітним тиском міжзоряного газу (рис.). Розташування цієї межі змінюється залежно від сонячної активності, зокрема, від інтенсивності спалахів сонячних. Г. має несиметричну форму внаслідок наявності постійної складової потоку, оскільки Сонце рухається в напрямі до апекса зі



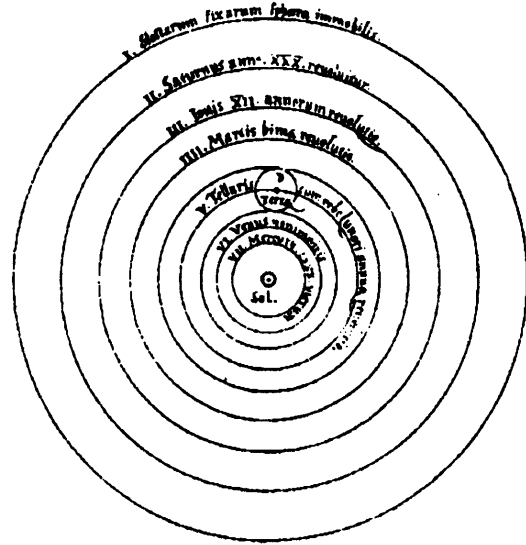
Модель геліосфери

швидкістю 20–25 км/с. Сучасні оцінки дають положення межі Г. 50–100 а.о. Середня напруженість магнітного поля всередині Г. не перевищує 3.2 мА/м, зростаючи у разі більших збурень. Середній напрям вектора магнітного поля лежить у площині екліптики, а саме поле має здебільшого секторну і, можливо, волокнисту структуру.

ГЕЛІОЦЕНТРИЧНА ГРАВІТАЦІЙНА СТАЛА — добуток Кавендіша гравітаційної сталої G на масу Сонця $M_{\odot}$. Г. г. с. використовують для обчислень орбіт небесних тіл відносно центра Сонця. Г. г. с. — одна з похідних сталих у системі астрономічних сталих; $GM_{\odot} = 1.32712438 \cdot 10^{20} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2}$.

ГЕЛІОЦЕНТРИЧНА СИСТЕМА СВІТУ — сукупність уявлень про будову Сонячної системи, за якими Сонце є центр. тілом цієї системи, навколо якого обертаються планети. Г. с. с. зародилась ще у Давній Греції, однак сформувалась як наук. теорія завдяки праці М. Коперника «Про обертання небесних сфер» (1543). У Г. с. с. природно пояснені петлеподібні рухи планет на зоряному небі: переміщення планет є відносними рухами, які спостерігають з рухомої Землі (рис.). Вчення Коперника відкрило нову еру в природознавстві. Одним з його послідовників був Дж. Бруно, який стверджував, що Всесвіт

нескінченний, а Сонячна система — це один з незчисленних світів. Наук. відкриття Г. Галілея стали важливим



Геліоцентрична система світу за Коперником

підтвердженням правильності Г. с. с. Унаслідок наук. відкриттів, зроблених у XVI — XVII ст., стало зрозуміло, що Сонце — це одна із зір, і тому ні Сонце, ні Земля не є центром Всесвіту.

ГЕМІНГА (від лат. назви сузір'я Близнят — Gemini та назви діапазону — гамма) — найближчий до Землі пульсар. Г. — потужне джерело гамма-випромінювання. Розташований у Близнятах.

ГЕМІНІДИ — метеорний потік, джерело якого невідоме. Період видимості — 7–15 грудня, дата макс. активності 14 грудня. Радіант метеорного потоку: $\alpha = 111.2^\circ$, $\delta = 32^\circ$. Елементи орбіти: $a = 1.36$ а.о.; $q = 0.142$ а.о.; $e = 0.896$; $i = 24^\circ$; $\omega = 324^\circ$, $\Omega = 261^\circ$. Годинне число метеорів досягає 58, а швидкість метеорів — $34.4 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$.

Комету, що спричинила появу Г., не виявлено. Відсутність комети на сучасній орбіті Г. пояснюють її розпадом, який міг статися за декілька років до виникнення Г. унаслідок близького проходження комети поблизу Сонця.

ГЕОГРАФІЧНІ КООРДИНАТИ — те саме, що й астрономічні координати.

ГЕОДЕЗИЧНА (геодезична лінія) — найкоротша лінія між двома точками. На площині — це звичайна пряма, на сфері — дуга великого кола, що проходить через ці дві точки, на циліндрі — гвинтова лінія. Світова лінія вільної ма-

теріальної точки в загальній теорії відносності є геод. в рімановому просторі, характеристики якого визначені розподілом і рухом матерії. Г. в неевклідових геометріях є аналогом звичайної прямої в евклідовому просторі.

ГЕОДЕЗИЧНА ВЕРТИКАЛЬ у будь-якій точці земної поверхні — нормаль до стандартного сфероїда, що проходить через цю точку. В загальному випадку нормаль не проходить через центр сфероїда.

ГЕОДЕЗИЧНА ДОВГОТА — двостінний кут між геод. меридіаном, що проходить через задану точку, та прийнятим початковим геод. меридіаном.

ГЕОДЕЗИЧНА РЕФЕРЕНЦ-СИСТЕМА — система фундаментальних геод. сталих, до складу якої входять екваторіальний радіус Землі a_e , геоцентрична гравітаційна стала GM (M — маса Землі), зональний гармонічний коефіцієнт другого степеня J_2 , а також сплюснутість Землі α .

На XVII Генеральній асамблеї Міжнародного геодезичного і геофізичного союзу (1979, Канберра) прийнято такі значення Г. р.-с. 1980:

$$a_e = (6\,378\,137 \pm 2) \text{ м};$$

$$GM = (3\,986\,005 \pm 0.5) \cdot 10^8 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2};$$

$$\text{де } G = (6673 \pm 1) \cdot 10^{-14} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1};$$

$$M = (5973 \pm 1) \cdot 10^{21} \text{ кг};$$

$$J_2 = (108\,263 \pm 2) \cdot 10^{-8}.$$

Земля обертається з кутовою швидкістю $\omega = 7\,292\,115 \cdot 10^{-11} \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$.

Цим параметрам відповідають такі значення малої півосі земного сфероїда b та його сплюснутості α :

$$b = 6\,356\,752.3141 \text{ м};$$

$$\alpha = 1/298.257222101.$$

ГЕОДЕЗИЧНА ШИРОТА — кут між геод. вертикаллю та площиною геод. екватора.

ГЕОДЕЗИЧНИЙ ЗЕНІТ — точка перетину геод. вертикалі з небесною сферою.

ГЕОДЕЗИЧНИЙ ПОЛЮС — точка перетину осі обертання сфероїда з його поверхнею.

ГЕОДЕЗИЧНІ КООРДИНАТИ — система координат, яка характеризує положення пункту на земній поверхні.

Г. к. визначають за результатами вимірювання відстаней та кутів на поверхні Землі, тобто за результатами геод. знімаль. Для обчислення Г. к. використовують стандартний референц-еліпсоїд.

ГЕОДЕЗИЧНІ МЕРИДІАНИ — еліпси, які утворюються внаслідок перерізу поверхні сфероїда площинами, проведеними через його вісь обертання.

ГЕОДЕЗИЧНІ ПАРАЛЕЛІ — кола, які утворюються внаслідок перерізу поверхні сфероїда площинами, перпендикулярними до його осі обертання.

ГЕОДЕЗИЧНОГО ЕКВАТОРА ПЛОЩИНА — площина, яку утворює велика піввісь твірного еліпса.

ГЕОДЕЗІЯ (грец. *γεωδαισια*, від $\gamma\eta$ — земля і *δαιω* — поділяю) — наука про визначення форми, розмірів, гравітаційного поля Землі, а також про вимірювання на її поверхні. Виникла в давнину в зв'язку з потребами господарської діяльності.

Уперше розміри Землі (як кулі) визначив, очевидно, давньогрецький математик і філософ Піфагор (близько 580—500 до н.е.). Одна з перешкод проведенню точних вимірювань на поверхні Землі пов'язана з наявністю лісів, річок, гір. У XVIII ст. І. Снелліус для геод. вимірювань запропонував метод триангуляції. Тоді ж завдяки таким (градусним) вимірюванням було виявлено, що Земля сплюснена з полюсів. Це явище, зумовлене обертанням Землі, передбачив І. Ньютон.

Якби вся поверхня Землі була вкрита водою, то її форма повністю передавала б форму рівневої поверхні (поверхні однакового гравітаційного потенціалу). Цю фігуру для реальної Землі називають *геоїдом*.

Одне з важливих завдань Г. — вивчення взаємного положення геоїда і земного еліпсоїда, відхилень реальної земної поверхні від поверхонь цих фігур. Середнє відхилення геоїда від еліпсоїда становить 50 м. Тепер у Г. широко використовують косм. методи картографування поверхні, вивчення гравітаційного поля Землі, будови і взаємних переміщень окремих її ділянок. Для картографування поверхні використовують опорні геод. сітки. Г. має розділи: астрономо-геод., картографо-геод., аерогеод., інженерної Г., геод. приладобудування. До астр.-геод. розділу належить вища Г., геод. астрономія, фіз. Г., гравіметрія. Останні два розділи тісно пов'язані з геофізикою.

ГЕОДИНАМІКА (грец. $\gamma\eta$ — земля, *δυναμικος* — сильний, від *δυναμις* — си-

ла) — наука про динамічні властивості Землі в цілому та явища, за яких виявляються ці властивості.

У такому розумінні цей термін уперше застосував Дж. Скіапареллі 1859. У 1911 у книзі А. Лява «Деякі проблеми геодинаміки» розглянуто механічні властивості Землі, її припливні деформації, а також власні коливання, рухи полюсів Землі та ін.

Сучасна Г. визначає і пояснює зміни у часі взаємних положень точок на земній поверхні та елементів гравітаційного поля Землі. Запуски штучних супутників Землі і розвиток нової техніки спостережень (лазерна локація ШСЗ і Місяця, радіоінтерферометрія) дали потужний поштовх подальшому удосконаленню методів Г., спричинилися до появи нового її напрямку — космічної Г.

ГЕОЇД (грец. $\gamma\eta$ — земля, $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ — вигляд) — екіпотенціальна поверхня гравітаційного поля Землі (середній рівень Землі) — фігура, яку утворили б поверхня Світового океану і з'єднаних з ним морів у випадку деякого середнього рівня води без урахування збурень, спричинених припливами, течіями, різницями атмосферного тиску.

Поверхня Г. — одна з рівневих поверхонь геопотенціалу. Г. звичайно приймають як перше наближення до фігури Землі.

ГЕОКОРОНА (грец. $\gamma\eta$ — земля, лат. *corona* — вінець) — верхній шар земної атмосфери від висот 500—1000 км до 100 тис. км, де стає можливою ефективна дисипація атмосфери. Г. головню складається з іонізованого водню (концентрація частинок 1000 іонів в 1 см^3) і в невеликій кількості з нейтрального водню. Нижче 2000 км є також азот та іонізований кисень. У міжпланетному просторі середня концентрація іонів приблизно 100 іонів в 1 см^3 .

ГЕОМАГНІТНИЙ УЛОВЛЮВАЧ — зона магнітосфери Землі, структура поля якої дає змогу утримувати в обмеженому об'ємі заряджені частинки навколоземної плазми.

Створений замкнутими в порівняно невеликому об'ємі магнітними силовими лініями, що близькі за формою до силових ліній магнітного диполя, він починається з висот у декілька сотень кілометрів і простягається до межі

магнітосфери на денному боці Землі у площині екватора.

ГЕОПОТЕНЦІАЛ (грец. $\gamma\eta$ — земля, лат. *potentia* — сила), потенціал сили тяжіння Землі — функція W , яка є сумою ньютонівського потенціалу притягання U та потенціалу відцентрової сили V : $W=U+V$, де U , що характеризує динамічну взаємодію Землі з тілами Сонячної системи, за рішенням Міжнародного астрономічного союзу записують так:

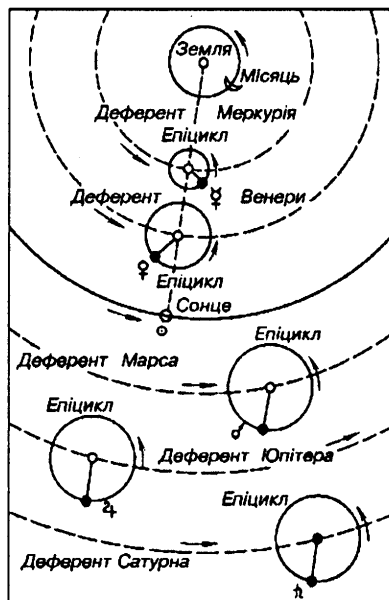
$$U=GE/r[1-\sum J_n (r_e/r)^n P_n \sin\phi + A],$$

де A — тесеральні гармоніки; GE — геоцентрична стала тяжіння; r_e — екваторіальний радіус Землі; r — геоцентричний радіус Землі; ϕ — геоцентрична широта точки на поверхні Землі; J_n — коефіцієнти при членах зональних гармонік, що визначають відхилення потенціалу Землі від сферично-симетричного потенціалу GE/r ; P_n — поліном Лежандра n -го порядку. Відцентровий потенціал $V=(1/2)\omega^2 r^2 \cos^2\phi$, де ω — кутова швидкість обертання Землі. Одиниця Г. в системі СІ — квадратний метр за секунду в квадраті. Поле потенціалу W називають гравітаційним полем.

ГЕОСТАЦІОНАР — те ж саме, що й стаціонарний штучний супутник Землі.

ГЕОЦЕНТРИЧНА ГРАВІТАЦІЙНА СТАЛА — величина, яку вимірюють добутком Кавендіша гравітаційної сталої G на масу Землі M . Використовують для обчислення орбіт небесних тіл відносно центра Землі. Є одною з гол. сталих у системі астрономічних сталих МАС (1976, 1979); $GM=3.986005 \cdot 10^{14} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2}$.

ГЕОЦЕНТРИЧНА СИСТЕМА СВІТУ — сукупність уявлень про будову Всесвіту, за якими Земля — центр Всесвіту, а Сонце та ін. небесні світила обертаються навколо Землі по орбітах (див. Орбіти небесних тіл), які є складним поєднанням колових орбіт — епіциклів та деферентів планет. Г. с. с. виникла в давньогрецькій науці. За Арістотелем, непорушна Земля оточена сімома «небесами», що належать Сонцю, Місяцю та планетам: Меркурію, Венері, Марсу, Юпітеру і Сатурну. На восьмому небі розташовані зорі, а на дев'ятому є «перший двигун». Щоб пояснити складний рух планет на небі, Арістотель використав ідею Євдокса Книдського (IV ст. до н. е.) про систему концентричних прозорих сфер, що

Система світу за Птоле-
меєм

рівномірно обертаються. В II ст. до н. е. Гіппарх замінив систему сферою епіциклів. Система світу Гіппарха була використана та повніше розвинута в праці К. Птолемея «Велика математична побудова астрономії в 13 книгах» (140

н. е., рис.). У давнину ця праця називалася по-грецьки «Мегісте», що в арабів перетворилося в «Альмагест». Г. с. с. вважалася істинною упродовж близько 2000 років і проіснувала аж до пізнього середньовіччя, коли була створена геліоцентрична система світу.

ГЕОЦЕНТРИЧНІ КООРДИНАТИ — координати точки (об'єкта) в системі координат, початок якої вважають суміщенням з центром маси Землі. Розрізняють небесні Г. к. (див. *Небесні координати*) та земні (див. *Земна система координат*). В астрономії, крім сферичних Г. к. (це, наприклад, екваторіальні Г. к., горизонтальні Г. к. тощо), використовують і прямокутні, у яких місцезнаходження точки (об'єкта) задають її радіусом-вектором. Компоненти X , Y , Z геоцентричного радіуса-вектора R пов'язані з екваторіальними координатами α і δ небесного світила так:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = R \times \begin{bmatrix} \cos\alpha \times \cos\delta \\ \sin\alpha \times \cos\delta \\ \sin\delta \end{bmatrix}.$$

Геоцентричну екваторіальну систему координат визначають площина небесного екватора, що проходить через центр маси Землі, напрям з центра маси Землі на точку весняного рівнодення та вісь обертання Землі. Осі прямокутної небесної системи Г. к. спрямовані на точку весняного рівнодення, на точку небесного екватора з прямим піднесенням $\alpha=6^h$ та на полюс світу (див. *Полюси світу*).

Через добовий паралакс Г. к. небесних світил пов'язані з топоцентричними координатами. В астрономії використовують також геод. Г. к. (див. *Геодетичні координати*), що визначають положення точок земної поверхні відносно центра прийнятого земного референц-еліпсоїда. З певним наближенням вважають, що цей центр збігається з центром мас Землі.

ГЕРАСИМОВИЧ Борис Петрович (1889—1937) — укр. астроном. У 1917—1931 працював у Харківському ун-ті (у 1922—1931 — професор), з 1931 — у Пулковській обсерваторії (з 1933 — директор).

Наук. праці присвячені вивченню планетарних туманностей, змінних зір різних типів, структури Галактики і міжзоряного поглинання світла в Галактиці, фіз. умов у міжзоряному газі. Вперше розглянув низку питань астрофізики косм. променів.

ГЕРКУЛЕС — сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіші зорі: Корнефорос (Рутилік), 2.76^m ; Рас-Альгеті, 3.06^m ; Сарін, 3.13^m . У Г. розташовані кулясті скупчення М 13, 5.7^m ; М 92, 6.4^m .

У Г. є апекс Сонячної системи. Найліпші умови видимості ввечері — у травні—липні.

ГЕРЦБЕРГА ІНСТИТУТ АСТРОФІЗИКИ (Herzberg Institute of Astrophysics) — гол. астр. ін-т Канади, заснований 1975. Розташований в Оттаві, названий ім'ям лауреата Нобелівської премії канад. фізика та хіміка Г. Герцберга.

У складі ін-ту є низка секцій (спектроскопії, хімії молекул, косм. фізики, а також астр. та планетна) і кілька обсерваторій: астрофізична обсерваторія у Вікторії, радіоастр. обсерваторії.

ГЕРЦШПРУНГ Ейнар, Hertzsprung E. (1873—1967) — дат. астроном, член Датської королівської АН. У 1919—1944 працював в обсерваторії Лейденського ун-ту (з 1935 — директор).

У 1905—1907 відкрив існування зір-гігантів і зір-карликів. Уперше побудував діаграму залежності видимої зоряної величини від показника кольору для зір у скупченнях, що стала прообразом Герцшпрунга—Рессела діаграми. З'ясував залежність між періодом цефеїд і формою їхніх кривих блиску.

ГЕРЦШПРУНГА ПОСЛІДОВНІСТЬ

— послідовність положень додаткового максимуму (горба) на кривих блиску цефеїд класичних.

Криві блиску класичних цефеїд з періодами менше шести діб гладкі. Поблизу вказаної межі цього періоду на спадній гілці кривої блиску з'являється «горб», який на кривих блиску з великими періодами посилюється і зсувається в бік гол. максимуму. Якщо період становить близько дев'яти діб «горб» збігається з гол. максимумом.

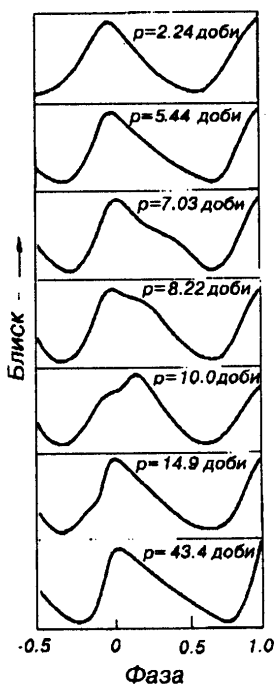
У класичних цефеїд з періодами понад дев'ять діб, «горб» простежується уже на висхідній гілці кривої блиску.

Аналогічна послідовність положень «горба» простежується і на кривих блиску цефеїд II типу населення в інтервалі періодів 1—3 доби (рис.).

ГЕРЦШПРУНГА—РЕССЕЛА ДІАГРАМА — діаграма, по осях якої відкладають дві найважливіші характеристики зорі: *температуру і світність*, або *зоряну величину абсолютну*.

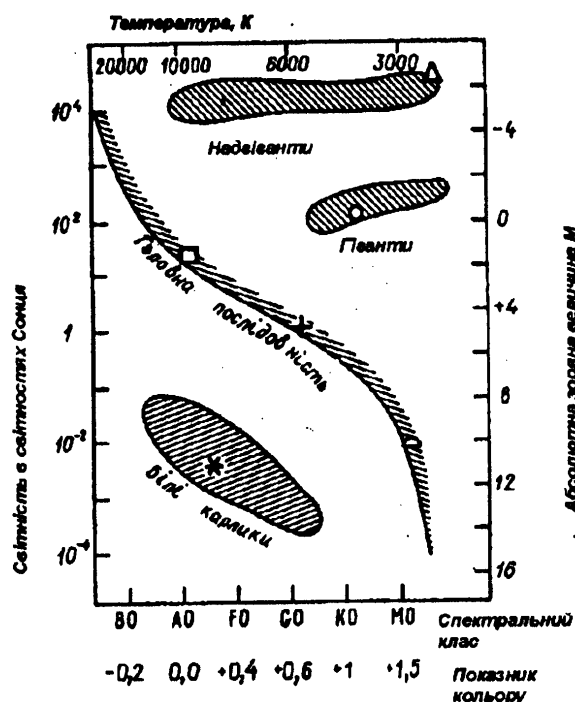
Часто замість т-ри використовують *показник кольору* або *спектральний клас*, які однозначно пов'язані з т-рою. Г.—Р. д., побудована в осях показник кольору—світність, називається також *колір—світність діаграмою*. Для зоряних скупчень Г.—Р. д. часто будують в осях показник кольору—зоряна величина видима. Оскільки всі зоряні скупчення для земного спостерігача є на однаковій відстані, то перехід від діаграми показник кольору — видима зоряна величина до діаграми показник кольору — абсолютна зоряна величина є простим зміщенням усіх точок на одне і те ж число по осі ординат.

Зорі на Г.—Р. д. розподілені не рівномірно, а зосереджені в кількох



Вигляд кривих блиску класичних цефеїд різних періодів

ділянках, які називають послідовностями (рис.). Переважна більшість зір розташована уздовж вузької смуги — *головної послідовності*, яка перетинає діаграму по діагоналі від високих температур та світностей до низьких. Згідно з Йєрксською класифікацією, зорі гол. послідовності належать до *світності V класу*. Частина зір (зорі *асимптотично*



Діаграма Герцшпрунга-Ресселя

го відгалуження гігантів, зорі відгалуження червоних гігантів, зорі горизонтального відгалуження і блакитні гіганти) розташовані над гол. послідовністю (див. рис. до ст. *Еволюція зір*). Ці зорі заповнюють зони гігантів і надгігантів (I—IV класи світності). Під гол. послідовністю розташовані білі карлики (wd, або зорі VII класу світності) (див. рис. до ст. *Світності класи*).

Г.—Р. д., побудовані для різних популяцій зір, можуть суттєво відрізнятися між собою (див., напр., рис. до статей *Розсіяні скупчення* і *Кулясті скупчення*).

Г.—Р. д. — гол. діаграма теорії будови та еволюції зір.

ГЕРШБЕРГ Роальд Євгенович (нар. 1933) — укр. астрофізик. Закінчив Томський ун-т у 1955 і з цього часу працює в Кримській астрофіз. обсерваторії, завідує лабораторією фізики зір та галактик.

Наук. праці стосуються фізики нестационарних зір та міжзоряного середовища. Активний спостерігач на найбільшому в Україні 2.6-м телескопі, бере участь у розробці та створенні нової астр. апаратури. Великий цикл праць присвячено спалахуючим зорям типу UV Кита. Ініціатор створення Робочої групи Міжнародного астр. союзу зі спалахуючих зір. Низку важливих ідей розвинув щодо внутр. будови зір, зокрема про виникнення зоряного магнетизму тощо. Бере участь у косм. експериментах: проекти «АСТРОН» та «СПЕКТР-УФ». Іменем Г. названо малу планету № 2327.

ГЕРШЕЛЬ Вільям, Herschel W. (1738—1822) — англ. астроном і оптик, член Лондонського королівського т-ва. Систематичні спостереження неба розпочав у 1773 на телескопах, які створював сам; найбільшим з них був 12-м рефлектор із дзеркалом діаметром 122 см. 13 березня 1781 відкрив нову планету — Уран. Відкрив два супутники Урана — Оберон і Титанію, два супутники Сатурна (1789), виміряв період обертання Сатурна та його кілець (1790), визначив сезонні зміни розмірів полярних шапок Марса. Заклав основи зоряної астрономії, вивівши загальні закономірності будови зоряного світу.

У 1783 виявив рух Сонячної системи в просторі в напрямі до зорі λ Геркулеса. З'ясував існування подвійних і кратних фіз. систем зір. У 1785 вперше намітив загальну форму нашої Галактики, оцінив її розміри і зробив висновок, що вона є одним із багатьох зоряних «островів». Заклав початки зоряної статистики. Опублікував три каталоги відкритих ним туманностей і зоряних скупчень.

ГЕРШЕЛЬ Джон Фредерік Вільям, Herschel J. (1792—1871) — англ. астроном, член Лондонського королівського т-ва. Син В. Гершеля.

Астрономією почав займатися у 1816 як помічник батька, продовжив розпочате ним вивчення зоряного неба. Опублікував каталоги туманностей і зоряних скупчень, подвійних зір (1833, 1847, 1864), багато цих об'єктів відкрив сам.

ГЕРШЕЛЬ Кароліна Лукреція, Herschel K. L. (1750—1848) — англ. астроном, сестра і помічниця В. Гершеля. Опрацьовувала спостереження брата, готувала до друку каталоги відкритих ним ту-

манностей і скупчень. Самостійно проводила астр. спостереження. Відкрила 8 комет (1786—1797) і 14 туманностей.

ГЕРШЕЛЯ СИСТЕМА РЕФЛЕКТОРА (Ломоносова—Гершеля, Цуккі) — система *телескопа-рефлектора*, у якій вгнуте параболічне дзеркало має нахил до падаючого пучка світла. Дзеркало може бути параболоїдом обертання (ПО) та позаосьовим ПО. Якщо *відносний отвір* малий, то можна використовувати і сферичне дзеркало. Г. с. р. вільна від екранування променів, що входять у систему, однак має помітні *аберації* типу коми, астигматизму та кривини поля, особливо у світлосильних системах. Незалежно систему запропонували Цуккі (1652), М. Ломоносов (1762) та В. Гершель (1789).

ГЕТЕРОСФЕРА (грец. *heteros* — різний і *сφαῖρα* — куля) — шар *атмосфери планети*, в якому відбувається дифузійний розподіл газу і де кожна складова атмосфери має свою *шкалу висот*. У *гомосфері*, найближчій до планети, дифузійному розподілу перешкоджають явища інтенсивного перемішування газу. Висота, з якої починається Г., залежить від гравітаційного поля планети, *температури* і хім. складу її атмосфери. На Землі Г. починається з висоти 90—150 км. Наявність Г. призводить до того, що гелій та водень стають гол. складовими на висотах декілька сотень кілометрів навіть в атмосферах *планет земної групи*.

ГІАДИ — розсіяне скупчення в Тельці. Г. — це сфероїдальна група з 100 фіз. пов'язаних між собою зір. Кутовий діаметр 1800". Зоряна *величина видима* 0.8^m. Діаметр Г. близько 4 пк, відстань від Сонця 41 пк.

Близько 80 тис. років тому Г. були на найближчій відстані від Сонця (близько 20 пк) і займали вчетверо більшу площу на небі. Яскрава зоря *Альдебаран*, яку видно в Г., не є членом скупчення. Укр. народна назва — Чепіги.

ГІБРИДНІ ЗОРІ — велетні *спектральних класів G—K* і *світності класів I—II*, у *спектрах* яких виявлено дві системи емісійних ліній (зміщення ліній обох систем свідчить про розширення випромінювальних шарів, однак з різними швидкостями).

Одна система ліній формується в гарячому газі з високим ступенем іонізації

(лінії C IV, Si IV, N V), який розширюється з великою швидкістю. Інша належить холоднішому газу (лінії O I, Si I, Si II), швидкість розширення якого значно менша. Для інтерпретації цього явища запропоновано модель, за якою зовн. найгарячіші шари *атмосфери* розширюються з великою швидкістю, тоді як поблизу самої поверхні *зорі* холодний газ розширюється повільніше.

Г. з. виявлено під час позаатмосферних УФ спостережень; їх відомо близько десяти.

ГІД (франц. *guide* — поводитир, спрямовуючий) — пристрій, за допомогою якого коригують напрям *телескопа*. У більшості випадків Г. — це допоміжна візуальна оптична труба (*рефрактор* з підсвічуванням хрестом ниток), яку закріплюють на телескопі таким чином, щоб оптичні осі Г. та телескопа були паралельні. В сучасних телескопах запроваджують фотогіди для автоматичного гідуювання.

ГІДАЛЬГО — астероїд № 944. Відкритий у 1920 В. Бааде. Елементи орбіти: $a = 5.864$ а.о.; $i = 42.4^\circ$; $e = 0.66$. Період обертання навколо Сонця 13.7 років, а навколо своєї осі — 10.06 год. Діаметр 28.6 км. Зоряна величина видима змінюється від 11.5 до 19.5^m . Показники кольору $U-B=0.22^m$, $B-V=0.75^m$.

Г. має незвичайну орбіту: вона далеко виходить за межі поясу астероїдів. Завдяки величезному ексцентриситету Г. в перигелії заходить всередину орбіти Марса ($q=2.0$ а.о.), а в афелії майже досягає орбіти Сатурна ($Q=9.7$ а.о.). До Землі наближається на відстань до 1.3 а.о.

ГІДЖРА, хіджра (араб. втеча) — ера літочислення в мусульманських країнах (див. Календар, Місячний календар).

ГІДРА — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря — Альфард (Серце Гідри), 1.93^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у лютому—березні.

ГІДУВАННЯ — систематична корекція ходу годинникового механізму, завдяки якій об'єкт дослідження утримується в певній точці фокальної площини *телескопа*. Г. може виконувати спостерігач за допомогою *гіда* мікрометричними гвинтами або автоматично фотогідом.

Застосування допоміжних гідів має низку недоліків: гіди недостатньо по-

тужні, щоб гідувати за слабкими об'єктами; Г. за зорями на межі поля зору ускладнене похибкою, що спричинена диференціальною *рефракцією*, диференціальним гнуттям між гол. трубою телескопа і трубою гіда. Тому на великих телескопах частіше використовують Г. за зорями, що перебувають на межі поля зору гол. оптичної системи або за світлом, відбитим від краю щілини спектр. приладу. Невелику корекцію можна вводити інколи безпосередньо у фокальній площині, застосовуючи «місцеве Г.»

ГІЛЛ Дейвід, Gill D. (1843—1914) — шотланд. астроном, член Лондонського королівського т-ва. В 1879—1907 — директор обсерваторії на мисі Доброї Надії.

Наук. праці стосуються астрометрії та практичної астрономії. У 1885—1889 виконав фотографічний огляд частини неба Південної півкулі. В 1880 визначив паралакс Сонця зі спостережень Марса під час протистояння 1877. Виміряв багато зоряних паралаксів.

«ГІНГА» («Ginga») — япон. супутник для дослідження в рентген. діапазоні. Запущений 18 лютого 1987. Робочий діапазон рентген. лічильників на борту «Г.» — 1—30 кеВ (для огляду неба) і 20—200 кеВ (для виявлення спалахів *транзієнтів*).

За допомогою «Г.» в липні 1987 за-реєстровано рентген. випромінювання *Наднової* SN 1987A у Великій Магеллановій Хмарі.

ГІНЗБУРГ Віталій Лазарович (нар. 1916) — рос. фізик і астрофізик. З 1940 працює у Фізичному ін-ті РАН, одночасно завідує кафедрою проблем фізики й астрофізики Московського фіз.-техн. ін-ту.

Астр. праці присв'ячені питанням походження косм. променів, радіоастрономії, релятивістській астрофізиці. Створив дві великі наук. школи — з космофізики в Москві і з радіофізики в Нижньому Новгороді.

ГІПАТІЯ (Іпатія з Александрії) (близько 370—415) — перша жінка-астроном, математик і філософ, дочка й учениця математика Теона Александрійського, коментатора Евкліда і *Птолемея*. Вчилася в Афін, викладала в Александрійському Мусейоні математику і філософію. Написала коментарі до

праць Платона, Арістотеля, Аполлонія Переського і Діофанта, однак жоден з її творів не дійшов до нас. Г. не прийняла християнської віри і була закатована юрбою християн-фанатиків.

ГІПЕРГІГАНТИ, наднадгіганти — надгіганти з найбільшою світністю (див. рис. до ст. *Світності класи*). До Г. належать близько двох десятків зір, розташованих у нашій *Галактиці* і *Магелланових Хмарах*. Іноді Г. виділяють в окремий клас зір — зорі нульового класу світності.

ГІПЕРІОН — супутник Сатурна. Відкритий 16 вересня 1848 Дж. Бондом, а через два дні — У. Ласселлом. Має неправильну геом. форму. Розміри $410 \times 60 \times 20$ км. Маса та густина невідомі. Вважають, що Г. складається із суміші водяного льоду і темної речовини, можливо, органічного походження, на зразок *вуглистих хондритів*. Як і ін. супутники Сатурна, з Землі Г. спостерігають при *фазових кутах* від 0 до 6° . Спостереження з «Вояджерів» вели в діапазонах кутів $20\text{—}70^\circ$. «Вояджер-1» наблизився до Г. на відстань 880 440 км, «Вояджер-2» — 470 840 км.

Зоряні величини і показники кольору: $V_0=14.4^m$; $U-B=0.33^m$; $B-V=0.78^m$; $I=13^m$; $I-H=0.15^m$; $I-K=-0.03^m$; $I-L>0.55^m$ (див. *Фотометрична система*). Фазовий коефіцієнт близько 0.013^m на 1° . Геом. альbedo 0.3; зміна альbedo по поверхні Г. сягає 10—20%. *Крива блиску* Г. зумовлена, головн., неправильністю форми. Амплітуда кривої блиску сягає 0.4^m . Найкращі зображення Г. одержано з роздільною здатністю 9 км. Його поверхня має сліди інтенсивних метеоритних бомбардувань; виявлено глибокі кратери розміром 40—50 км, довгі круті схили (один завдовжки до 300 км). Найцікавішою особливістю рельєфу є кратер діаметром 120 км і глибиною 10 км.

«ГІППАРКОС» («HIPPARCOS») — перший астрометр. супутник Європейського космічного агентства. Запущений 8 серпня 1989 з космодрому Куру (Французька Гвіана). Назва супутника — аббревіатура від слів «High Precision PARallax Collecting Satellite» — «супутник для точного визначення паралаксів». Мета запуску — створення каталогу понад 100 000 зір до 13^m з похибкою $0.002''$ і карти зоряного неба, на

якій буде близько 400 000 зір з менш точно визначеними координатами [проект «ТІХО» («TYCHO»)].

«Г.» планували вивести на геостационарну орбіту з висотою 36 тис. км. Однак через технічні неполадки його було виведено тільки на проміжну еліптичну орбіту з параметрами 35 980 км в апогеї, 200 км у перигеї і нахилом орбіти 6.89° . 14 вересня за допомогою двигунів контролю висоти точку перигею вдалося підняти до 500 км.

У створенні «Г.» брали участь 35 європейських фірм. Програму «Г.» успішно виконано. У 1997 Європейське косм. агенство опублікувало 16 томів атласу «The HIPPARCOS and TYCHO catalogues».

ГІППАРХ (близько 180 (190)—125 до н.е.) — один з найвидатніших астрономів давнього світу. Більшу частину робіт виконав у 160—125 до н.е. на о-ві Родос. Склав перший каталог зоряного неба, що містив 850 зір, запровадив поділ зір на шість груп за їхнім блиском. Відкрив явище випередження рівнодень, або прецесію. Обчислив тривалість тропічного року. Удосконалив методику обчислення руху Сонця і Місяця. Основоположник матем. картографії, ввів геогр. координати (широту і довготу).

ГІРОСКОП (грец. *γῦρος* — коло, *γυρεύω* — обертаюсь; та *σκοπέω* — спостерігаю) — симетричне тверде тіло (дзига), що швидко обертається навколо осі, яка може змінювати свій напрям у просторі. Якщо центр тяжіння Г. збігається з центром його підвісу, то Г. називають астатичним (зрівноваженим), в іншому випадку — важким. Найголовнішою властивістю астатичного Г. з трьома ступенями вільності є прагнення стійко зберігати напрям осі обертання, що використовують у приладах з автоматичним керуванням рухом штучних об'єктів (ракет, літаків). Фіз. основою властивостей Г. є прояв закону збереження його моменту кількості руху та правило додавання кутових швидкостей обертання. Якщо на вісь Г. подіяти силою, змінюючи її орієнтацію в просторі, то з'являється додатковий рух — *прецесія*: вісь обертання описує конічну поверхню в інерціальній системі з кутовою швидкістю $\omega_{\text{пр}} = M/(I \omega)$, де M — момент сили щодо центра Г.; I — момент

інерції G ; ω — кутова швидкість власного обертання G ($\omega \gg \omega_{\text{пр}}$). Детальний розгляд руху свідчить, що у цьому випадку вісь коливається відносно конічної поверхні. Такі коливання називають *нутаціями*, які тим менші, чим більша кутова швидкість ω . Властивості G мають і косм. тіла, що обертаються навколо своєї осі.

ГЛАЗЕНАП Сергій Павлович (1848—1937) — рос. астроном, почесний член АН СРСР. У 1876—1924 працював у Петербурзькому ун-ті (з 1889 — професор).

Наук. праці присвячені вивченню подвійних і змінних зір, дослідженню руху супутників Юпітера, рефракції світла в земній атмосфері. Був ініціатором будівництва обсерваторії Петербурзького ун-ту, обсерваторії в Абастумані.

ГЛОБУЛИ (лат. *globulus* — кулька) — невеликі (діаметром 0.05—0.20 пк) темні газопилові *туманності*, які виразно виділяються на зоряному тлі або на фоні світлих туманностей.

G часто бувають оконтурені яскравим обідком (римом). За морфологічними характеристиками їх поділяють на декілька типів: *кометарні глобули*, *слонові хоботи* і *Бока глобули*.

ГНОМОН (грец. *γνώμων* — знавець) — давній астр. інструмент у вигляді вертикального стрижня, встановленого на горизонт. площині.

За довжиною і напрямом тіні стрижня можна визначити *висоту* й *азимут* Сонця. В давнину за допомогою G визначали *нахил екліптики до екватора* і геогр. *широту* місця. В наші дні G застосовують як один з варіантів *сонячного годинника*.

ГО Шоуцзін (1231—1316) — кит. астроном і математик. Займав посаду гол. астронома при імператорському дворі. Виготовив 13 нових типів астр. інструментів. Протягом тривалого часу вів спостереження, які стали основою розробленого ним календаря «Шоушілі». Цей календар увели в Китаї 1281. Визначена Го Шоуцзіном і прийнята в календарі тривалість року становить 365.2425 доби, тобто така ж, як і у введеному в Європі на 300 років пізніше григоріанському календарі.

ГОБА МЕТЕОРИТ — найбільший із знайдених *метеоритів*. Належить до

класу *залізних метеоритів*. Знайдений 1920 у Південно-Західній Африці (Намібія). Його горизонт. розміри 2.95×2.84 м, а висота змінюється від 0.5 до 1.2 м, *маса* близько 60 т. Уважають, що його початкова *маса* під час падіння становила близько 100 т. Навколо G м. нема слідів кратера. Мабуть, він упав у доплейстоценову епоху, і тому сліди удару з часом стерлися.

ГОДДАРД Роберт Хатчинз, Goddard R. H. (1882—1945) — амер. фізик та інженер, один із піонерів ракетної техніки. Закінчив Вустерський політехнічний ін-т (1908). Працював у Принстонському ун-ті, викладав у Кларківському ун-ті. В 1942—1945 очолював дослідне авіаційне бюро міністерства військово-морського флоту США. З 1906 почав розробляти матем. питання ракетної техніки, 1912 провів перші лабораторні випробування ракетних двигунів. Отримав понад 200 патентів на різні розробки в галузі ракетної техніки. Його ім'ям названо наук.-досл. центр Нац. управління з аеронавтики і дослідження косм. простору США в Гринбелті (штат Мериленд).

ГОДДАРДА ОБСЕРВАТОРІЯ (Goddard Observatory) — *астрономічна обсерваторія*, яка розташована в Гринбелті (штат Мериленд, США) і належить *Годдарда Центру космічних польотів* ($\lambda = -76^\circ 49.6'$; $\varphi = +39^\circ 01.3'$; $h = 53$ м).

Гол. роботи: у галузі *астрофізики*, *астрометрії*; косм. дослідження.

Гол. інструменти: 122-см *рефлектор* системи куде, 92-см *рефлектор* системи Кассегрена, *інтерферометр*.

ГОДДАРДА ЦЕНТР КОСМІЧНИХ ПОЛЬОТІВ (Goddard Space Flight Center) — центр косм. запусків НАСА, заснований 1959. Розташований у Гринбелті (штат Мериленд, США). Здійснено запуски *космічних апаратів* серії «Експлорер», *орбітальних астрономічних обсерваторій*, метеорологічних супутників та ін.

ГОДИННЕ ЧИСЛО МЕТЕОРІВ — кількість *метеорів*, які спостерігають на небосхилі протягом однієї години. G ч. м. змінюється упродовж доби — максимума припадають на 4, 10 та 15^h UT, а також залежать від пори року — найбільше їх у червні.

ГОДИННИЙ КУТ — одна з координат першої екваторіальної системи *не-*

бесних координат — кут між площиною меридіана небесного і площиною кола схилень світила. Г. к. визначають за місцевим зоряним часом спостерігача s і прямим піднесенням α : $t=s-\alpha$, відлічують у бік заходу від небесного меридіана. Інакше, Г. к. світила — час, що минув від його верхньої кульмінації.

ГОДИННИК — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря — 3.9^m . З території України не видно.

ГОЛД Томас, Gold Th. (нар. 1920) — амер. астроном, член Лондонського королівського т-ва і Нац. АН США. Закінчив Триніті-коледж Кембриджського ун-ту (Англія). З 1957 живе в США, професор астрономії Корнельського ун-ту і директор Центру радіофізики і косм. досліджень цього ун-ту.

Коло наук. інтересів Г. дуже широке. В космології він один з авторів теорії стаціонарного Всесвіту. Дослідив деякі проблеми динаміки Сонячної системи, косм. променів, випромінювання квазарів, запропонував модель пульсарів. Розробив теорію походження сонячних спалахів. Виконав низку досліджень місячної поверхні та її еволюції.

ГОЛДБЕРГ Лео, Goldberg L. (1913—1987) — амер. астроном, член Нац. АН США (1958). Закінчив Гарвардський ун-т (1934). Очолював Гарвардську обсерваторію (1966—1971), Нац. обсерваторію Кітт-Пік (1971—1977), Раду з астр. програм при НАСА (1967—1970).

Гол. наук. праці стосуються теор. і прикладної астроспектроскопії. Виконав дослідження хім. складу атмосфер Сонця і зір та фіз. умов у них. Займався розробкою інструментів для астр. спостережень за допомогою косм. апаратів. Президент Міжнародного астр. союзу (1973—1976).

ГОЛДСТОУН КОМПЛЕКС (Goldstone Complex), Форт Ірвін обсерваторія — радіоастр. обсерваторія. Розташована поблизу м. Барстоу у каліфорнійській пустелі, США ($\lambda=-116^{\circ}53.3'$; $\varphi=+35^{\circ}25.5'$; $h=1032$ м).

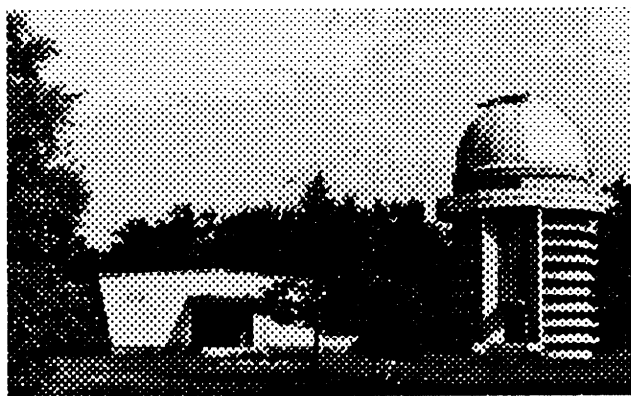
Гол. дослідження: радіолокація планет, реалізація зв'язків з космічними апаратами.

Гол. інструменти: 64-м радіотелескоп, три 26-м радіотелескопи, які здатні працювати в режимі РНДБ з радіотелескопами в Австралії, Південній Африці та ін.

ГОЛОВА КОМЕТИ — найяскравіша частина тіла комети, яка складається з ядра комети, оточеного комою. Видимі поперечники Г. к. сягають 10^4 — 10^6 км, змінюючись з відстанню від Сонця.

ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ НАН УКРАЇНИ — наук.-досл. установа НАН України, заснована 1944 (рис.). Розташована за 12 км від Києва в Голосіївському лісі ($\lambda=+30^{\circ}30.5'$; $\varphi=+50^{\circ}21.9'$; $h=188$ м). Має високігірну філію на шпилі Терскол (Кавказ).

Гол. дослідження: визначення положень небесних тіл, вивчення фігури, рельєфу, лібрації Місяця, обертання Землі й геодинаміки, фізика Сонця, планет, зір, вивчення будови нашої Галактики, нестаціонарних процесів в атмосферах і надрах зір тощо.



Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Гол. інструменти: 70-см рефлектор, 40-см довгофокусний та 40-см ширококутний астрографи, горизонт. сонячний телескоп АЦУ-5 ($D=44.5$ см, $F=17$ м), велике вертикальне коло, меридіанний інструмент аксіального типу, лазерні далекоміри та ін.

ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ РАН, Пулковська обсерваторія — астрономічна обсерваторія, заснована у 1839 В. Я. Струве. Розташована за 19 км від центра м. Санкт-Петербурга (Росія) ($\lambda=+30^{\circ}19.4'$; $\varphi=+59^{\circ}46.4'$; $h=75$ м). Має філію в Кисловодську, а також високігірну базу на Памірі.

Побудована за архітектурним проектом О. П. Брюллова. Завдяки досконалості обладнання в роки її створення обсерваторія відразу ж посіла одне з перших місць у світі.

Гол. напрямом робіт було визначення координат зір та складання каталогів їхніх положень, розрахунок астрономічних сталих: прецесії, нутації, аберації, а також рефракції.

У 1885 у цій обсерваторії було встановлено найбільший на той час 76-см рефрактор, з 1890 почали розвиватись астрофіз. дослідження, з 1904 проводили високоточні спостереження за змінюваністю широт.

Г. а. о. РАН була зруйнована під час другої світової війни. Відбудована 1954.

Гол. дослідження: крім переліченого вище, астр. приладобудування, балонна астрономія, радіоастрономія.

Гол. інструменти: 76- і 65-см рефрактори, горизонт. меридіанне коло, фотографічна полярна труба, зоряний інтерферометр, два горизонтальні сонячні телескопи та ін.

ГОЛОВНА ПОСЛІДОВНІСТЬ — вузька смуга на Герцшпрунга—Рессела діаграмі, яка простяглася від лівого верхнього кута діаграми праворуч униз і вздовж якої зосереджена переважна більшість (до 90%) зір нашої Галактики (див. рис. до ст. Герцшпрунга—Рессела діаграма).

У верхній її частині розташовані масивні зорі високих світностей і ефективних температур, з переміщенням донизу маси, світності й ефективні т-ри зір зменшуються.

Зокрема, Сонце також є на Г. п.

На стадії Г. п. в надрах зорі синтезуються ядра гелію з чотирьох ядер водню: зоря залишається на Г. п. доти, доки вміст водню в її центр. зоні не зменшиться до ~10%. Для Сонця це близько 10 млрд. років, в ін. зір цей час дорівнює $10/M^3$ млрд. років, де M — маса зорі в одиницях $M_{\odot}$. Стадія Г. п. — найтриваліший етап в еволюції зорі.

ГОЛУБ — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря — Факт, 2.62^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у січні—лютому.

ГОМОПАУЗА (грец. *ὁμός* — рівний, однаковий, лат. *pausa*, з грец. *παύσις* — припинення) — межа між гомосферою і гетеросферою планети. Для планет висота Г. залежить від гравітаційного поля планети, температури та хім. складу її атмосфери. В табл. наведено концентрацію молекул газу n для Г. (для Юпітера і Сатурна — H_2); висоту Г.

Характеристика гомопаузи планети

Планета	$n, \text{см}^{-3}$	$h, \text{км}$	$P, \text{Па}$
Земля	10^{13}	100	$3 \cdot 10^{-2}$
Венера	$7.5 \cdot 10^{12}$	132	$2 \cdot 10^{-3}$
Марс	10^{10}	135	$2 \cdot 10^{-3}$
Сатурн	$1.2 \cdot 10^{11}$	1100	$4 \cdot 10^{-4}$
Юпітер	$1.4 \cdot 10^{13}$	440	10^{-1}

над поверхнею планети h (для Юпітера і Сатурна — над рівнем з атмосферним тиском 10^5 Па в екваторіальній зоні); атмосферний тиск P на рівні Г.

ГОМОСФЕРА (грец. *ὁμός* — рівний, однаковий і *σφαῖρα* — куля) — шар атмосфери планети, в якому перемішування газів відіграє помітнішу роль, ніж дифузія. Розташована над гомопаузою. Г. — частина вертикальної структури атмосфери. Процеси конвекції сприяють перемішуванню газів атмосфер планет, що приводить до формування єдиної висоти однорідної атмосфери. Г. Землі, яка складається з тропосфери, стратосфери і мезосфери, розташована на висотах приблизно перед мезопаузою (80—90 км). Г. має практично сталий склад гол. компонентів повітря і незмінну його середню молекулярну масу.

ГОНЧІ ПСИ — сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіші зорі: — Хара (Серце Карла), 2.84^m ; Астеріон, 4.24^m .

Видно упродовж цілого року.

ГОРБУЛІН Володимир Павлович (нар. 1935) — укр. діяч у галузі косм. техніки. Професор, доктор техн. наук, академік НАН України (1997). Один із засновників Нац. косм. агентства України (в 1992—1994 — його ген. директор). У 1994—1999 — секретар Ради нац. безпеки й оборони при Президентіві України.

Напрям наук.-досл. робіт — проектування та виробництво косм. техніки, організація косм. досліджень.

ГОРИЗОНТ (грец. *ορίζω* — обмежую) — лінія, що обмежує частину земної поверхні, яку бачить спостерігач, перебуваючи на поверхні Землі або над нею.

Справжній горизонт (математичний) — велике коло небесної сфери, площина якого проходить через її центр перпендикулярно до лінії виска в точці спостереження.

Фізичний горизонт (або видимий) — межа частини земної поверхні, яка доступна для огляду. Це лінія стикання Землі та неба, форма якої залежить від місцевих умов. Площина фіз. Г. проходить крізь місце спостереження перпендикулярно до лінії виска в цій точці. Фіз. Г. для спостерігача, який перебуває на великій висоті над земною поверхнею (у літаку чи в косм. кораблі), визначений конусом, поверхня якого перетинається з лінією виска не під прямим кутом. *Висоти* об'єктів *Сонячної системи*, визначені відносно площин справжнього та фіз. Г., різняться на значення горизонт. *паралакса* небесного світила. Для спостережень *зір* ця різниця дорівнює нулю, і поняття справжнього та фіз. Г. збігаються.

Штучний горизонт — точно горизонт. відбивна поверхня, яку найчастіше створюють у вигляді поверхні ртуті, наливої в плоску посудину (ртутний Г.). За допомогою штучного Г. визначають точний напрям *зеніт—надир*.

ГОРИЗОНТ КОСМОЛОГІЧНИЙ — те ж саме, що й *Хаббла радіус*.

ГОРИЗОНТ ПОДІЙ — поверхня *чорної діри*, що є межею частини простору, яку, з погляду зовн. спостерігача, не можуть покинути ніяка речовина і ніякий сигнал, однак для цього спостерігача процес зникнення речовини за Г. п. розтягується до нескінченності.

ГОРИЗОНТАЛЬНЕ ВІДГАЛУЖЕННЯ — послідовність *зір* на *Герцшпрунга—Рессела* діаграмі *кулястих скупчень*, яка простяглася вузькою горизонт. смугою в бік високих *температур* від відгалуження гігантів зі значенням *світності* близько $50L_{\odot}$ (див. рис. до ст. *Кулясті скупчення*).

Стаціонарні зорі Г. в. утворюють дві групи: блакитне Г. в., заселене «гарячими» зорями, і червоне Г. в., на якому розташовані більш холодні зорі. Ці дві ділянки розділені проміжком, у якому зосереджені *пульсуючі змінні зорі типу RR Ліри*. Деякі кулясті скупчення мають або тільки блакитне Г. в., або тільки червоне.

Зорі Г. в. репрезентують еволюційну стадію *зір малої маси*, яка настає услід за стадією *червоних гігантів* (див. *Еволюція зір*). Після *спалаху гелієвого ядра* на вершині *відгалуження червоних гігантів* зоря потрапляє на *горизон-*

тальне відгалуження нульового віку. Положення зорі на цьому відгалуженні визначене низкою чинників, серед яких гол. — *маса* зорі та вміст важких елементів у її приповерхневих шарах. Джерело енергії зір Г. в. — «*вигоряння*» гелію в ядрі і горіння водню у шарі, що прилягає до ядра.

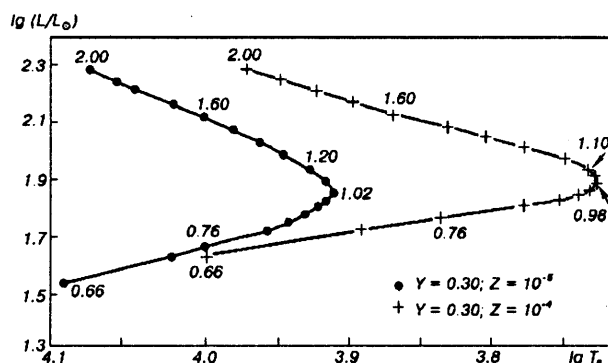
Особливість еволюції зорі на Г. в. визначена внеском світності гелієвого ядра L_{He} у повну світність зорі L . Моделі з високим значенням відношення L_{He}/L еволюціонують переважно в бік червоного Г. в., моделі з малим значенням цього відношення описують «*блакитну*» петлю, тобто зміщуються в бік блакитного Г. в., а потім, після зростання потужності горіння гелію в ядрі, також зміщуються на діаграмі *Герцшпрунга—Рессела* в бік червоного Г. в. Світність за тривалий період еволюції зорі на Г. в. зростає не більше ніж на 0.3 порівняно зі світністю на Г. в. нульового віку.

Якщо *еволюційний трек* зорі перетинає *смуку нестабільності*, зоря пульсує. Маломасивні (зорі з нижньої частини Г. в. нульового віку) пульсуючі зорі Г. в. — це змінні зорі типу *RR Ліри*, більш масивні (з верхньої частини Г. в. нульового віку), — найімовірніше, *цефеїди аномальні*.

Після стадії Г. в. зорі зміщуються на *асимптотичне відгалуження гігантів*, за винятком найлегших (маса водневої оболонки яких набагато менша від маси водневого ядра), які вслід за деяким збільшенням світності еволюціонують у білі *карлики*, проминувши асимптотичне відгалуження гігантів.

ГОРИЗОНТАЛЬНЕ ВІДГАЛУЖЕННЯ НУЛЬОВОГО ВІКУ — теор. послідовність на *Герцшпрунга—Рессела* діаграмі, утворена моделями *зір*, які мають гелієві ядра однакової маси і водневi оболонки різної маси (рис.).

На Г. в. н. в. моделі потрапляють після *спалаху гелієвого ядра* на вершині *відгалуження червоних гігантів*. Джерело енергії цих зір — горіння гелію в ядрі і водню в прилеглих шарах. Маса гелієвого ядра на Г. в. н. в. приймають такою, що дорівнює масі гелієвого ядра безпосередньо перед його спалахом на вершині відгалуження червоних гігантів. Утворенням вуглецю під час спалаху гелієвого ядра нехтують. Уважають, що



Положення на діаграмі Герцшпрунга—Рессела моделей зір горизонтального відгалуження нульового віку для двох значень вмісту гелію Y та важких елементів Z (в усіх моделях маса гелієвого ядра дорівнює $0.475M_{\odot}$; числами біля крапок позначені повні маси зір у масах Сонця)

немає однозначного зв'язку між масами водневих оболонок зір безпосередньо перед спалахом гелієвого ядра і на Г. в. н. в., тому що кількість енергії, втраченої зорею під час спалаху, є довільною.

Положення зорі на Г. в. н. в. залежить головню від її маси та вмісту важких елементів в оболонці. З заданим хім. складом у зір Г. в. н. в. зі збільшенням повної маси зростає *світність* і зменшується ефективна *температура*. Однак для зір з масами, близькими до $1M_{\odot}$, послідовність зір Г. в. н. в. має мінімум ефективної т-ри (досягаючи відгалуження червоних гігантів), а потім зі збільшенням маси ефективна т-ра і світність зростають, тобто Г. в. н. в. розгалужується на дві гілки: нижню, на якій є зорі з масами $M \leq M_{\odot}$, і верхню, де розташовані зорі з $M > M_{\odot}$. Зі зменшенням вмісту важких елементів Г. в. н. в. зміщується в бік високих температур.

ГОРОСКОП (грец. *ωροσκόπος*, від *ωρα* — час, тривалість і *σκοπεω* — дивлюсь) — таблиця розташування планет і «Знаків Зодіаку» на певний момент часу щодо меридіана небесного. Застосовують в астрології для «передбачення майбутнього».

ГОРСТ (нім. Horst — гніздо) — витягнута піднята ділянка кори, трапляється на поверхні супутників планет.

ГРАБЕН (нім. Graben — рів) — протяжна опущена ділянка в корі небесного тіла, що обмежена з обох боків нормальними скидами. Трапляється на поверхні супутників планет.

ГРАВІТАЦІЙНА ЗУСТРІЧ — зближення двох масивних тіл, унаслідок якого їхній рух відхиляється від початкового.

ГРАВІТАЦІЙНА ЛІНЗА — розташований між спостерігачем і джерелом випромінювання косм. об'єкт, гравітаційне поле якого викривлює траєкторії світлових променів джерела і таким чином спотворює його зображення.

Унаслідок дії Г. л. зображення джерела можна розщепити на два чи більше зображень або трансформувати в кільцеподібну структуру. Роль Г. л. можуть відігравати як окремі зорі, так і цілі галактики. В 1979 було відкрито унікальну пару квазарів з практично ідентичними спектрами, причому куткова відстань між квазарами становить усього $5.7''$. Під час інтерпретації цього феномена було висловлено припущення, що спостерігають не два різні квазари, а один, зображення якого розщеплене Г. л. на два. У цьому випадку Г. л. є галактика, розташована в декілька разів ближче до спостерігача, ніж квазар.

Виявлено близько десяти об'єктів, які інтерпретують як прояв ефекту Г. л. (див. «Хрест Ейнштейна»).

ГРАВІТАЦІЙНА НЕСТІЙКІСТЬ,

Джинса нестійкість — нестійкість газових конфігурацій, зумовлена впливом власного гравітаційного поля, яка може призвести до гравітаційного колапсу.

В астрофізиці важливу роль відіграє один із різновидів Г. н. — нестійкість однорідної дифузної маси газу, який під дією власного поля тяжіння може розпастися на окремі фрагменти, що будуть стискатися.

Уперше питання про Г. н. для нескінченної однорідної сфери розглянув Дж. Джинс. Малі випадкові збурення густини, швидкості та гравітаційного потенціалу в нерухомій і рівномірно розподіленій речовині зручно уявляти у вигляді сукупності хвиль і описувати масштаб збурень відповідною довжиною хвилі. Якщо в такому середовищі виникло згущення, то гравітаційні сили намагатимуться збільшити його, а протидійні сили пружності діятимуть у протилежному напрямі — намагатимуться повернути середовище у початковий стан.

Подальший перебіг подій — або коливальний рух речовини (періодичні зміни густини), або спрямований моно-

тонний рух — визначений співвідношенням між довжиною хвилі збурення l і деяким критичним його значенням. Згаданий масштаб збурень називають *критичною довжиною хвилі* (радіус Джінса). Його описує формула $l_{\text{Дж}} = v_{\text{зв}} / (G\rho)^{1/2}$, де $v_{\text{зв}}$ — швидкість звуку в середовищі; ρ — густина середовища. Маса, що міститься в об'ємі $(l_{\text{Дж}}/2)^3$, називається масою Джінса $M_{\text{Дж}}$. Аналогічний вираз для $l_{\text{Дж}}$ можна одержати, якщо врахувати обертання, турбулентність, магнітні та електричні поля — всі вони протидіють силі тяжіння, наявність їх підвищує стійкість середовища в деяких напрямках і, отже, збільшує значення $l_{\text{Дж}}$. Оскільки для однорідного середовища сила тяжіння пропорційна до розміру збурення l , а протидійна сила пружності пропорційна до $1/l$, то при великих значеннях l сила тяжіння переважає силу пружності і збурення продовжуватиме стискатися, і навпаки, збурення малих розмірів загасатимуть.

Отже, $l_{\text{Дж}}$ визначає мін. масштаб збурень, починаючи з якого, сили пружності речовини не в змозі протидіяти силам тяжіння, що й приводить до Г. н. середовища. В тих випадках, коли густина речовини настільки висока, що швидкість звуку в ній порівнянна зі швидкістю світла, ньютонівської теорії гравітації недостатньо.

Розрахунки засвідчили, що в дорекомбінаційну стадію (див. *Великий Вибух*) середовище було гравітаційно нестійким стосовно утворення збурень з масами Джінса $(10^{13} - 10^{14})M_{\odot}$ (маси велетенських еліптичних галактик або скупчень галактик), а в післярекомбінаційну епоху могли утворюватися і безперешкодно розвиватися збурення з масами Джінса $(10^5 - 10^6)M_{\odot}$ (маси галактик карликових або великих кулястих скупчень). За нинішніх умов міжзор'яне середовище (густина $10^{-24} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$) нестійке щодо збурень з довжиною хвилі понад 10 см і може розпадатися на фрагменти з масами $10^5 - 10^6 M_{\odot}$.

ГРАВІТАЦІЙНА РІВНОВАГА — умови, які є у зорях, коли внутр. тиск газу і випромінювання зрівноважені вагою речовини, розміщеної у вищих шарах.

В умовах Г. р. температура T всередині зорі радіусом R з масою M про-

порційна: M/R . В одиницях маси та радіуса Сонця: $T = 1.5 \cdot 10^7 M/R$ К. Саме за такої т-ри всередині зорі тиск може протистояти гравітаційним силам притягання до центра. Є кілька парадоксів, пов'язаних з умовами Г. р. Зокрема, для нагрівання зорі від неї потрібно відводити енергію, а не підводити. У разі відведення енергії T знижується, тиск зменшується, і зоря починає стискатися. Таке стискання призводить до вивільнення потенціальної енергії гравітаційного поля. За теоремою про віріал вивільнена енергія вдвічі перевищує відведену. Практично половину вивільненої енергії зоря висвічує, решту витрачається на нагрівання надр зорі, і тому т-ра не тільки не знизиться, а, навпаки, підвищиться. Отже, випромінюючи енергію, зоря нагрівається, тому кажуть про від'ємну теплоємність зорі у стані Г. р.

В умовах Г. р. світність мало залежить від інтенсивності ядерних реакцій, оскільки їхній перебіг саморегулюється. Напр., якби з якихось причин ядерні реакції почали відбуватися інтенсивніше, то це було б причиною роздування зорі й зниження т-ри в її центрі. Як наслідок, реакції сповільнилися б, і навпаки. Світність зорі L в умовах Г. р., залежно від процесів тепловідведення від центр. частин до зовн., пропорційна до маси зорі M у степені 3.0—5.5, саме тому зорі більших мас еволюціонують швидше.

ГРАВІТАЦІЙНА СТАЛА — коефіцієнт пропорційності в матем. вираженні закону всесвітнього тяжіння Ньютона: $F = Gm_1 \times m_2 / r^2$, де m_1, m_2 — маси двох гравітуючих тіл, відстань між якими дорівнює r , а F — сила їхньої взаємодії. Розмірність сили у фізиці визначають з другого закону Ньютона ($F = ma$), вона має вигляд $[M][L][T]^{-2}$. У цьому разі розмірність Г. с. $[M]^{-1}[L]^3[T]^{-2}$. Це Кавендіша гравітаційна стала. У принципі можна було б зробити й інакше: визначивши розмірність сили із закону тяжіння, припустити, що $G=1$, і ввести коефіцієнт до другого закону Ньютона: $F = kma$.

Проте історично склалося так, що зі спостережень визначають саме G , вважаючи, що $k=1$. Знання точного значення G відіграє важливу роль у фізиці й астрономії. В астрономії визначають Г.

Характеристика гравітаційних сталих

Г. с.	Одиниці вимірювання			Значення Г. с.
	дов- жини	маси	часу	
Кавендіша	м	кг	с	$6.6745 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$
Гауссова	а. о.	$M_{\odot}$	доба	0.01720209895
Геоцентрична	м	$M_{\odot}$	с	$3.98700 \cdot 10^{14} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2}$
Геліоцентрична	м	$M_{\odot}$	с	$1.3271244 \cdot 10^{20} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2}$
Селено- центрична	м	$M_{\odot}$	с	$4.9027 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2}$

с. з третього *Кеплера закону*: $a^3/T^2(M+m)=G/(4\pi^2)$, де a — велика піввісь орбіти; M і m — маси тіл; T — період обертання. Із спостережень за рухом планети масою m навколо Сонця з масою M можна визначити a і T , а також (з меншою точністю) відношення мас m/M , яке, як звичайно, значно менше від 1. Таку величину в астрономії називають *планетоцентричною гравітаційною сталою* і залежно від того, що взято за центр. тіло і супутник, розрізняють *геліоцентричну*, *геоцентричну*, *селеноцентричну* та ін. планетоцентричні Г. с. для планет і супутників Сонячної системи.

Якщо за центр. тіло взято Сонце, а за супутник — барицентр системи *Земля—Місяць*, то це дасть нам гауссову Г. с., яка відіграє в астрономії принципово важливу роль як одна з гол. одиниць системи *астрономічних сталих* (табл.). Значення такої Г. с. можна було б уточнити, однак з міркувань зручності вона є сталою, а змінюють середню відстань Земля—Сонце, яка дорівнює не *астрономічній одиниці*, а 1.000000236 а. о. Зазначимо, що, по суті, всі Г. с. — це та сама Кавендіша Г. с., у якій за одиницю маси взято масу того чи ін. небесного тіла або системи тіл.

ГРАВІТАЦІЙНА СФЕРА —

1. Сфера притягання планети з радіусом R_{π} — частина простору навколо планети, у якій притягання планети перевищує сонячне $R_{\pi}=r_0(m/M_{\odot})^{1/2}$, де r_0 — відстань планети масою m від Сонця масою $M_{\odot}$.

2. Сфера дії планети з радіусом R_d , яку визначає співвідношення між збурювальними прискореннями в русі тіла з

боку планети й Сонця: $R_d=r_0(m/M_{\odot})^{2/5}$.

3. Сфера впливу планети з радіусом R_v , яку використовують для розрахунків траєкторій косм. польотів поряд зі сферою дії: $R_v=1.15r_0(m/M_{\odot})^{1/3}$.

4. Гравітаційна сфера Гілла, яку визначає відстань до *лібрації точки* L_1 , розміщеної між планетою і Сонцем (супутником і планетою): $R_G=r_0[S^{1/3}-(1/3)S^{2/3}-(1/9)S]$, де $S=m/(3M_{\odot})$.

5. Поняття Г. с. можна ввести і для системи Сонце—*Галактика*, а також для ін. косм. систем (табл.).

Гравітаційні сфери планет

Планети	Радіус, млн. км			
	R_{π}	R_d	R_v	R_G
Меркурій	0.024	0.11	0.26	0.22
Венера	0.7	0.62	1.7	1.0
Земля	0.26	0.93	2.5	1.5
Марс	0.13	0.58	1.8	1.1
Юпітер	24	48	88	64
Сатурн	24	55	108	52
Уран	19	52	116	70
Нептун	32	87	195	116
Плутон	10	35	93	58

ГРАВІТАЦІЙНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ — випромінювання гравітаційних хвиль тілами (*масами*), що рухаються зі змінним прискоренням.

Загальна теорія відносності передбачає існування збурень гравітаційного поля, що мають риси гравітаційних хвиль, які поширюються зі *швидкістю світла*. Гравітаційні хвилі переносять енергію та імпульс. Діючи на тіла, вони здатні спричинювати відносні зміщення їхніх частин (деформацію) — на цьому явищі ґрунтуються гол. спроби реєстрації Г. в. Однак гравітаційні хвилі дотепер не виявлено через надзвичайно малу інтенсивність і дуже слабку взаємодію з речовиною.

Розрахунки свідчать про таке: маса $M=1M_{\odot}$ при частотах коливань, що за порядком величини відповідають рухові зі швидкістю світла на орбіті з радіусом, який дорівнює *Шварцшильда радіусові*, за короткий проміжок часу може втратити декілька відсотків своєї повної енергії (вона пропорційна до Mc^2) за

рахунок Г. в. Цей процес виглядав би як потужний сплеск Г. в. Саме на реєстрацію таких сплесків Г. в., генераторами якого, на думку багатьох астрофізиків, можуть бути спалахи *наднових*, зіткнення *нейтронних зір*, *чорних дір*, і розраховані зусилля творців детекторів Г. в. Орієнтуючись на частоту спалахів наднових в одній галактиці, можна чекати близько однієї такої події за 20 років.

Як гравітаційні антени можна використати будь-яку пару мас — пробних тіл (або одне протяжне тіло) і надчутливий приймальний пристрій, здатний реєструвати мікроскопічні відносні зміщення мас або ж сили, що спричинюють ці зміщення. Амплітуда збурень гравітаційного поля, зумовлених Г. в., зменшується обернено пропорційно відстані до джерела.

Сьогодні використовують два типи гравітаційних антен. Перший — дві вільні маси, віддалені на 10^3 — 10^4 м, і лазерний інтерферометр, здатний реєструвати малі зміни цієї відстані під дією Г. в. У другому варіанті фіксують не відносні зміни відстані між двома пробними масами, а низькочастотні механічні коливання одного, проте дуже масивного (масою до кількох тонн) циліндра завдовжки 13 м.

ГРАВІТАЦІЙНЕ СТИСКУВАННЯ—

1. Процес стискування газопилової хмари або її частини під дією власного гравітаційного поля.

2. Етап розвитку *зір* від початкових стадій стискування *протозорі* до початку ефективного перебігу *термоядерних реакцій* у надрах. Етапи Г. с. притаманні і прикінцевим стадіям *еволюції зорі*, коли вичерпуються джерела ядерної енергії. Енергія під час етапу Г. с. виділяється внаслідок вивільнення *потенціальної енергії* речовини зорі у власному гравітаційному полі. При теперішньому рівні енерговиділення *Сонця* запасів його гравітаційної енергії вистачило б на 23 млн. років.

ГРАВІТАЦІЙНИЙ КОЛАПС — практично катастрофічне стискування косм. об'єкта під дією власного гравітаційного поля, що призводить до значного зменшення його розмірів.

Г. к. виникає внаслідок *гравітаційної нестійкості* на двох крайніх стадіях *еволюції зір*. По-перше, формування зорі починається з Г. к. фрагмента газо-

пилової хмари. По-друге, *масивні зорі* свою еволюцію завершують Г. к.

Г. к. зорі супроводжується досить швидким вивільненням її *потенціальної енергії*, яка знаходить собі вихід як у *випромінюванні*, так і в викиді з великими швидкостями частини *маси* об'єкта. Спостережним проявом процесу Г. к. зір є спалахи *наднових*.

ГРАВІТАЦІЙНИЙ ПАРАДОКС, Неймана—Зелігера парадокс — висновок про те, що *всесвітнього тяжіння* закон приводить до нескінченних значень гравітаційного потенціалу і тому не дає змоги однозначно визначити абсолютні та відносні гравітаційні прискорення матеріальних частинок у безмежному *Всесвіті*, заповненому нескінченною кількістю речовини.

Г.п. сформулювали у XIX ст. К. Нейман і Г. Зелігер.

Досвід свідчить, що в реальному Всесвіті тяжіння визначене головню близькими *масами*, тоді як гравітаційним впливом далеких мас можна знехтувати, тобто Г. п. нема. Однак у рамках закону всесвітнього тяжіння вільні від Г. п. моделі будови Всесвіту вдавалося побудувати лише у випадку дуже специфічного просторового розподілу безмежної системи мас, для якого середня густина речовини у Всесвіті дорівнює нулю (використовували модель *острівного Всесвіту*, в якій розміри скупчень маси були суттєво менші, ніж відстані між ними).

Г. п. — прояв обмеженості закону всесвітнього тяжіння, який не можна застосовувати для опису сильних гравітаційних полів і, зокрема, розподілу нескінченної кількості речовини у безмежному просторі. В цих випадках треба використовувати *загальну теорію відносності Ейнштейна*.

ГРАВІТАЦІЙНИЙ РАДІУС — те ж саме, що й *Шварцшильда радіус*.

ГРАВІТАЦІЙНО-ХВИЛЬОВА АСТРОНОМІЯ — розділ *астрономії*, що вивчає гравітаційні хвилі.

Висновок про можливість існування слабких збурень гравітаційного поля, які, як і електромагнітні хвилі, є поперечними й поширюються зі *швидкістю світла*, зробив у 1916 А. Ейнштейн. Піонером у галузі детектування гравітаційних хвиль став Дж. Вебер (США). У 1969 з'явилося його повідом-

лення про реєстрацію сигналів, які він вважав сплесками *гравітаційного випромінювання*. Однак цей погляд поділяють не всі вчені. Оригінальний метод реєстрації гравітаційних хвиль запропонували В. Б. Брагінський і Я. Б. Зельдович. Розрахунки засвідчили, що за допомогою розробленого ними детектора можна буде на частотах 10—50 Гц реєструвати сигнали потужністю всього 10^{-9} Вт·м⁻².

ГРАВІТАЦІЯ (лат. *gravitas* — вага) — те ж саме, що й тяжіння (див. *Всесвітнє тяжіння*).

ГРАВІТОН (лат. *gravitas* — вага) — квант гравітаційного поля.

Як і в разі квантування електромагнітного поля фотонами, квантування гравітаційного поля породжує Г. — квант цього поля. Ця стабільна частинка з нульовою масою спокою, нульовим зарядом і спіном 2 рухається зі швидкістю світла.

Експериментально Г. ще не зареєстровані, оскільки точність сучасних детекторів гравітаційних взаємодій низька.

ГРАДУС (лат. *gradus* — крок, ступінь) —

1. Одиниця плоского кута, яка дорівнює 1/90 частині прямого кута або відповідно 1/360 частині кола.

2. Загальна назва одиниць *температури*, які відповідають різним т-рним шкалам. Розрізняють градуси шкали Кельвіна (K), Цельсія (°C), Реомюра (°R), Фаренгейта (°F): $1\text{K}=1^\circ\text{C}=0.8^\circ\text{R}=1.8^\circ\text{F}$.

ГРАНУЛЯЦІЯ ФОТОСФЕРНА (лат. *granulit* — зернятко) — явище неоднорідної яскравості *сонячної фотосфери*, що зумовлене підніманням до поверхні Сонця елементів сонячної плазми з його глибших шарів у центрі гранули зі швидкостями близько $0.5\text{ км}\cdot\text{с}^{-1}$ і опусканням уже охолодженої речовини на її краях. Г. ф. зумовлена наявністю конвективних рухів у підфотосферних шарах Сонця. Середні розміри гранули близько 1000 км, температура в центрі гранули на 300—400 К вища, ніж у проміжках між ними. В кожний момент часу на поверхні Сонця можна налічити близько 3 млн. гранул. Кожна гранула існує в середньому близько 7—10 хв. Яскравість гранул дуже змінюється в процесі їхнього розвитку залежно від висоти в атмосфері Сонця, а також від однієї гранули до ін. Іноді спостерігають вибухові гранули, яскравіші від звичай-

них. Вони утворюють кільця, що розширюються зі швидкістю $1.5\text{—}2.0\text{ км}\cdot\text{с}^{-1}$ і розпадаються через 10 хв.

Крім гранул, на поверхні Сонця спостерігають масштабніші структури — супергранули.

ГРИГОРІАНСЬКИЙ КАЛЕНДАР, новий стиль — *сонячний календар*, уведений внаслідок реформи юліанського календаря, яку провів папа римський Григорій у 1582.

Оскільки тривалість року юліанського календаря більша, ніж тропічного року, на 11 хв 14 с, то за кожні 128 років нагромаджувалася похибка в одну добу. До середини XVI ст. від 325 року, коли на Нікейському церковному соборі цей календар було прийнято за основу лічби часу і, зокрема, для визначення дат пасхи, нагромадилася похибка в 10 діб: весняне рівнодення в юліанському календарі випадало не на 21, а на 11 березня.

Цю помилку було виправлено тим, що з лічби днів вилучено 10 діб: після четверга 4 жовтня настала п'ятниця 15 жовтня. Весняне рівнодення таким чином знову було повернене на 21 березня. А щоб уникнути нових помилок, прийнято з кожних 400 років вилучати з лічби три доби: роки, номери яких хоча і закінчувались двома нулями, однак не ділились без остачі на 400 (напр., 1700, 1800, 1900), не вважали високосними. Виправлений календар названо Г. к. (новий стиль), на відміну від юліанського (старий стиль).

Тривалість григоріанського року більша від тривалості тропічного на 26 с, що дасть похибку в одну добу за 3200 років. Різниця між старим і новим стилями становить: для XVIII ст. — 11 діб, для XIX ст. — 12 діб, для XX і XXI ст. — 13 діб.

З середини XX ст. Г. к. користуються майже всі країни світу. В Україні його було запроваджено в лютому 1918 (див. *Календар*; порівн. *Юліанський календар*).

ГРІН-БЕНК РАДІОАСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ (Green Bank Observatory) — Нац. радіоастр. обсерваторія США, заснована 1957. Розташована в Грін-Бенку ($\lambda=70^\circ50.5'$; $\varphi=+38^\circ25.8'$; $h=836\text{ м}$) (штат Західна Вірджинія, США).

Гол. дослідження в галузі *радіоастрономії* багатьох косм. об'єктів (окрім

Сонця), вивчення радіовипромінювання нейтрального водню на довжині хвилі 21 см.

Гол. інструменти: триелементний інтерферометр зі змінною базою до 2.4 км, який складається з 25-м антен; 91-, 42-, 11-м параболоїди для хвиль відповідно до 6, 2, 0.3 см (у *Кітт-Пік обсерваторії*).

ГРИНВІЦЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ (Royal Greenwich Observatory) — королівська астрономічна обсерваторія, заснована 1675. Розташована в Гринвічі — передмісті Лондона. В 1954 її переведено в замок Херстмонсо, на південний схід від Гринвіча ($\lambda=+0^{\circ}20.3'$; $\varphi=+50^{\circ}52.3'$; $h=32$ м). Є філія на Канарських о-вах. Директор Г. о. має титул Королівського астронома.

Гол. дослідження: визначення часу та координат зір, Сонця і Місяця; центр розробок з астр. приладобудування.

У 1884 за міжнародною угодою *меридіан земний*, який проходить через центр *меридіанного кола* Г. о., було прийнято за початковий для визначення довгот і лічби поясного часу.

Гол. інструменти: меридіанне коло, фотографічна зенітна труба, 71- і 66-см рефрактори; 93-см і два 76-см рефлектори, 2,5-м *Ньютона системи рефлектор* і *Гершеля системи рефлектор* (на Канарських о-вах).

ГРИНВІЦЬКИЙ СПРАВЖНІЙ ЗОРЯНИЙ ЧАС — справжній зоряний час на *Гринвіцькому меридіані* в 0 годин *всесвітнього часу* (UT1).

Г. с. з. ч. позначають S_0 та визначають за формулою $S_0=S_0^m$ + нутація в прямому піднесенні, де S_0^m — *гринвіцький середній зоряний час* у 0 годин *всесвітнього часу*.

ГРИНВІЦЬКИЙ МЕРИДІАН, початковий меридіан Землі, нульовий меридіан Землі — *меридіан земний*, який проходить через центр *меридіанного кола* *Гринвіцької обсерваторії* у передмісті Лондона до її переведення в замок Херстмонсо.

Г. м. прийнятий за міжнародною угодою в 1884 як початковий меридіан відліку довгот і поясного часу. До того у різний час довготи відлічували від меридіанів о. Іерро (Канарські о-ви), *Паризької обсерваторії*, *Берлінської обсерваторії* та ін.

В Росії у XIX ст. відлік довгот вели від меридіана *Пулковської обсерваторії*. **ГРИНВІЦЬКИЙ СЕРЕДНІЙ ЗОРЯНИЙ ЧАС** — середній зоряний час на *Гринвіцькому меридіані* у 0 годин *всесвітнього часу* (UT1). Позначають S_0^m . Відповідно до резолюцій XVII і XVIII з'їздів *Міжнародного астрономічного союзу* (1979, 1982) Г. с. з. ч. обчислюють за формулою

$$S_0^m = 6^h 41^m 50.54841^s + 8640184.812866^s \cdot T + 0.093104^s \cdot T^2 - 6.2 \cdot 10^{-6}^s \cdot T^3,$$

де T — час у юліанських сторіччях по 36525 діб у системі *всесвітнього часу* UT1 від епохи 2000, січень 1, 12 UT1 (JD 2451545.0).

ГРИНВІЦЬКИЙ СЕРЕДНІЙ СОНЯЧНИЙ ЧАС — те ж саме, що й *всесвітній час*.

ГРИНСТЕЙН Джессі Леонард, Greentein J. L. (нар. 1909) — амер. астроном, член Нац. АН США (1957). З 1948 — співробітник обсерваторій Маунт-Вілсон і Маунт-Паломар, з 1949 — також професор *Каліфорнійського технологічного ін-ту*.

Наук. праці стосуються фізики зір і міжзоряного середовища. Запропонував механізм виникнення міжзоряної поляризації випромінювання зір (механізм Дейвіса—Грінштейна).

ГРИНСТЕЙНА ЕФЕКТ — аномальне посилення обертових ліній молекулярних спектрів коми, зумовлене доплерівським зміщенням сонячного спектра внаслідок внутр. рухів у комі.

ГРОМАДЯНСЬКИЙ ЧАС — система лічби часу, за основу якої взято середню сонячну добу з початком у місцеву середню північ. Г. ч. дорівнює годинному куту середнього сонця плюс 12 год.

ГРУПИ ГАЛАКТИК — просторово відокремлені об'єднання *галактик*, які мають у складі від кількох до сотні членів. Найчисленніші групи називають *скупченнями галактик*. Серед *галактик* поля Г. г. виділяють за близькістю *галактик* у проекції на *небесну сферу* і близькими значеннями *променевих швидкостей*.

Є як компактні, так і порівняно розсіяні Г. г. Приклад останньої — *Місцева група галактик* діаметром близько 2 Мпк, до складу якої відносять близько тридцяти членів (до неї належить і наша *Галактика*).

ГУДРАЙК Джон, Goodricke J. (1764—1786) — англ. астроном, член Лондонського королівського т-ва. Праці Гудрайка заклали початок систематичного вивчення змінності зір. У 1782 відкрив періодичність змін блиску β Персея (Алголя), визначив період. Висловив припущення, що причиною змін блиску є затемнення зорі великим тілом, яке обертається навколо неї. Відкрив також змінність двох ін. яскравих зір — β Ліри (1784) і δ Цефея (1784), які пізніше стали прототипами двох класів змінних зір.

ГУЛД Бенджамін Апторп, Gould B. A. (1824—1896) — амер. астроном, член Нац. АН США. У 1870—1885 — директор створеної ним Нац. обсерваторії в Кордові (Аргентина).

Наук. праці стосуються астрометрії та зоряної астрономії. Опублікував низку зоряних каталогів. Відкрив кільце яскравих зір на небесній сфері (пояс Гулда). Ці зорі входять до Місцевої системи Галактики. У 1849 заснував журнал «Astronomical Journal», одне з провідних астр. періодичних видань, у 1849—1861 і 1885—1896 — його гол. редактор.

ГУЛДА ПОЯС — видиме на небі кільце молодих *O*-зір і *B*-зір, що нахилене до галактичної площини приблизно на 18° . Проходить через сузір'я *Оріон*, *Персей*, *Скорпіон*, *Центавр*. Зорі *G. p.* утворюють ущільнену підсистему, яку називають також Місцевою системою, або Місцевою асоціацією. До її складу належать близько 20 скупчень і асоціацій зоряних. Крім зір, до неї входить велика кількість молекулярних хмар. Уся Місцева система оточена надвелетенською хмарою *НІІ*.

G. p. — це велетенський зоряний комплекс діаметром близько 0.7—1.0 кпк. На краю комплексу, опущеного під галактичну площину, є протяжна зона зореутворення в *Оріоні*, що триває нині. Виявлено обертання і розширення Місцевої системи. Швидкості розширення, визначені рухом зір, атомарного водню і молекулярних хмар, добре узгоджуються між собою і дають значення близько $5 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Маса Місцевої системи становить близько $10^6 M_\odot$, причому маса газу, напевне, перевищує масу зір. Вік Місцевої системи оцінюють у $(4-9) \cdot 10^9$ років. Крім зір Місцевої системи, в околі Сонця є і зорі поля. Зок-

рема, Сонце також є зорею поля (тобто належить до зір галактичного диска, а не до зір Місцевої системи) і перебуває приблизно на відстані 150 пк від центра Місцевої системи.

ГУРТОВЕНКО Ернест Андрійович (1928—1994) — укр. астроном. З 1952 працював у Гол. астр. обсерваторії НАН України (у 1964—1983 — завідувач відділу фізики Сонця). У 1983—1987 завідував кафедрою астрономії КДУ.

Гол. наук. праці присвячені фізиці Сонця. Обґрунтував концепцію глибини утворення спектр. ліній поглинання, побудував спектрофотометр. модель випромінювання Сонця в абсолютних енергетичних одиницях, а також самоузгоджену систему сил осциляторів понад 2000 спектр. ліній 49 хім. елементів. Керував введенням у дію унікального горизонт. сонячного телескопа з монохроматором подвійної дифракції. Започаткував наук. школу з фізики Сонця в ГАО НАН України. Лауреат премії НАН України ім. М. П. Барабашова (1990).

ГУСТИНА АСТРОНОМІЧНА — густина астр. об'єктів. Типові значення *G.a.* такі, $\text{г} \cdot \text{см}^{-3}$: нейтронна зоря — 10^{14} , білий карлик — 10^4-10^6 , ядро Сонця — 10^2 , планети Сонячної системи — 0.7—6.0, лабораторний вакуум — 10^{-19} , міжзор'яне середовище — 10^{-24} , Всесвіт у наш час — $10^{-29}-10^{-31}$. Наведені значення наближені та в окремих випадках дискусійні.

ГУСТИНА ВИПРОМІНЮВАННЯ — кількість променистої енергії в одиничному об'ємі. Обчислюють за формулою

$$\rho = \frac{1}{c} \int I d\omega,$$

де *I* — інтенсивність випромінювання, ω — тілесний кут, *c* — швидкість світла.

ГУТНИК Пауль, Guthnick P. (1879—1947) — нім. астроном, член Берлінської АН. З 1906 працював у Берлінській обсерваторії (з 1921 — директор), з 1916 — професор Берлінського ун-ту.

Один із піонерів застосування фотоелектричних методів для вимірювання блиску небесних тіл. Побудував фотоелектричний зоряний фотометр, за допомогою якого 1912 почав разом з Р. Прагером систематичні спостереження блиску змінних зір. Виконав численні дослідження змінних, спектрально-

подвійних, нових зір, планет і їхніх супутників, астероїдів.

ГЮЙГЕНС Христіан, Huygens Ch. (1629—1695) — голл. фізик, механік, математик і астроном.

Один із найрізнобічніших учених свого часу, автор багатьох фундаментальних досліджень з оптики, теорії ймовірностей, механіки. За допомогою виготовлених ним телескопів відкрив пер-

ший супутник Сатурна Титан і визначив період його обертання навколо планети, відкрив полярні шапки на Марсі, смуги на Юпітері, виконав перші вимірювання кутових діаметрів планет. Висловив думку, що Марс обертається навколо осі й робить один оберт за 24 години. Перший зрозумів, що Сатурн оточений кільцем, яке ніде не дотикається до планети і нахилене до екліптики.