

Мал. 1. Хаумеа (ілюстрація)

КАРЛИКОВІ ПЛАНЕТИ

Класифікація небесних тіл – справа дуже непростя. Одна з таких карколомних задач виникла у 2005 році, коли американський астроном Майк Браун разом із колегами відкрили у поясі Койпера¹ об'єкт 2003 UB313, розміри якого виявилися більші, ніж у Плутона. Якщо Плутон – планета (а у 2005 році у цьому ніхто не сумнівався!), то нове небесне тіло теж претендує на цей статус. Але на заваді стали „неправильні” як для планети особливості руху нового небесного тіла. Воно рухалось по дуже витягнутій еліптичній орбіті далеко від площин орбіт інших планет. Така „поведінка” для планети неприпустима! Щоб уточнити критерії терміну „планета”, Міжнародний астрономічний союз зібрався на всесвітній форум. Після кількадечного бурхливого обговорення, 24 серпня 2006 року, астрономи виголосили свій присуд (прийняли резолюцію), згідно з якою планета – це небесне тіло, яке: 1) не є супутником планети; 2) досить масивне, тому набуло сферичної форми під дією власної гравітації; 3) „розчистило” свою орбіту, тому поряд немає інших співмірних з ним тіл, крім його власних супутників або тіл, що перебувають під його гравітаційним впливом. Якщо виконуються лише перші дві умови, то таке небесне тіло астрономи запропонували назвати карликовою планетою. Серед них – **Плутон**, **Церера**,

Мал. 2.

				
Pluto	Eris	2007 OR ₁₀	Haumea	Makemake
1475 mi (2374 km)	1445 mi (2326 km)	955 mi (1535 km)	1195x615 mi (1920x990 km)	890 mi (1430 km)

Ерида, Макемаке та Хаумеа. На звання карликової планети сьогодні „претендують” деякі об'єкти поясу Койпера: Квавар, Іксион, Седна, Орк, Варуна та ще декілька десятків. Остаточне рішення щодо статусу цих небесних тіл астрономи приймуть лише після того, як буде уточнена їхня форма та розміри.

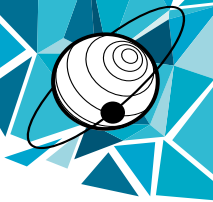
Хаумеа

Хаумеа – карликова планета, відкрита у 2004 році. Названа на честь гавайської богині родючості та дітонородження. Середня відстань від Хаумеа до Сонця становить 6,43 млрд. км, вона в 42,9 рази далі від Сонця, ніж Земля. Орбіта у Хаумеа – доволі витягнутий еліпс: відстань від Хаумеа до Сонця змінюється від 7,7 млрд. км до 5,16 млрд. км. Період обертання Хаумеа навколо Сонця становить 281,8 років. У 2133 році Хаумеа підійде найближче до Сонця – пройде свій перигелій.

Спостерігаючи за яскравими плямами на поверхні Хаумеа (зокрема, за Червоною плямою), астрономи встановили, що ця карликова планета дуже швидко обертається навколо власної осі. Доба на Хаумеа триває лише 3 години 55 хвилин. Швидке обертання спотворило її форму, і Хаумеа схожа на диню завбільшки 1960x1518x996 км (Мал. 1). За розмірами Хаумеа займає третє-четверте місце серед карликових планет, поступаючись Ериді, Плутому і, можливо, Макемаке (Мал. 2). Аналіз спектру Хаумеа вказує на те, що її поверхня вкрита переважно водяним льодом.

Хаумеа має два супутники, відкриті у 2005 році: Хііаку та Намаку. У гавайській міфології Хііака та Намака – доньки богині Хаумеа. Відкриття супутників допомогло доволі точно обчислити масу карликової планети – $4,0 \times 10^{21}$ кг, що становить лише 0,00066 маси Землі. Хііака (діаметр приблизно 310 км) – більший і яскравіший з двох супутників. Орбіта Хііаки майже колова, а її радіус 49,9 тис. км. Спектральним методом на поверхні Хііаки виявили водяний лід. Період обертання Хііаки навколо Хаумеа дорівнює 49 діб. Діаметр Намаки приблизно 170 км. Маса цього супутника становить десятину маси Хііаки. Середня відстань Намаки від Хаумеа становить 25,6 тис. км, а період обертання – приблизно 18 діб.

¹Читай „КОЛОСОК” № 1/2017



Ерида

Об'єкт 2003 UB313 відкрили 21 жовтня 2003 року американські астрономи Майк Браун, Чедвік Трухільйо та Девід Рабінович. Майкл Браун вважав, що найкращою назвою для 2003 UB313 могло б бути ім'я Прозерпіни – дружини Плутона в римській міфології. Але врешті-решт 2003 UB313 назвали Еридою – на честь грецької богині розбрату.

Середня відстань від Ериди до Сонця – приблизно 10 млрд.км, планета майже в 67 разів далі від Сонця, ніж Земля. Її орбіта дуже витягнута. Тому максимальна відстань від Ериди до Сонця (в афелії) становить 14,61 млрд. км (це в 97,4 більше за відстань від Землі до Сонця). Мінімальна відстань (в перигелії) – 5,75 млрд. км. Ерида пройшла афелій у березні-квітні 1977 року і зараз наближається до Сонця. Станом на 2017 рік Ерида перебуває на відстані 14,5 млрд. км від Сонця. На такій відстані Сонце на Ериді світить майже в 10 000 разів слабше, ніж на Землі! Середня температура її поверхні становить приблизно (-253) °С.

Період обертання Ериди навколо Сонця – 561 рік. Ерида досягне перигелію лише у 2258 році. Точно визначити розміри такого далекого небесного тіла дуже важко, тому донедавна вважали, що Ерида значно більша, ніж Плутон. У ніч на 6 листопада 2010 року спостерігали покриття Еридою дуже слабкої зорі, і діаметр Ериди, згідно з даними вимірювань, не перевищує 2326 км (мал. 4). Вона трохи більша за розмірами, ніж Плутон.

За спектральними дослідженнями 25 січня 2005 року астрономи виявили на поверхні Ериди метановий та азотний сніг, а також етановий та етиленовий лід. Поверхня Ериди сірувата, але відбиває майже 90 % сонячних променів. За „блискучістю” ця карликова планета поступається лише Енцеладу – супутнику Сатурна.

10 вересня 2005 року астрономи відкрили супутник Ериди. Його назвали Дизномією на честь доньки Ериди Дизномії – богині беззаконня у грецькій міфології. Дизномія обертається на відстані 37 тис. км від Ериди, здійснюючи повний оберт приблизно за 16 земних діб. Відкриття супутника у Ериди допомогло уточнити її масу. Вона майже на чверть більша, ніж маса Плутона, і дорівнює $1,67 \times 10^{22}$ кг. Таким чином, Ерида – друга за розміром після Плутона, але наймасивніша і найбільш віддалена від Сонця карликова планета Сонячної системи.

Мал. 3. Макемаке та її супутник. Ілюстрація

Мал. 4. Ерида (ілюстрація)

Макемаке

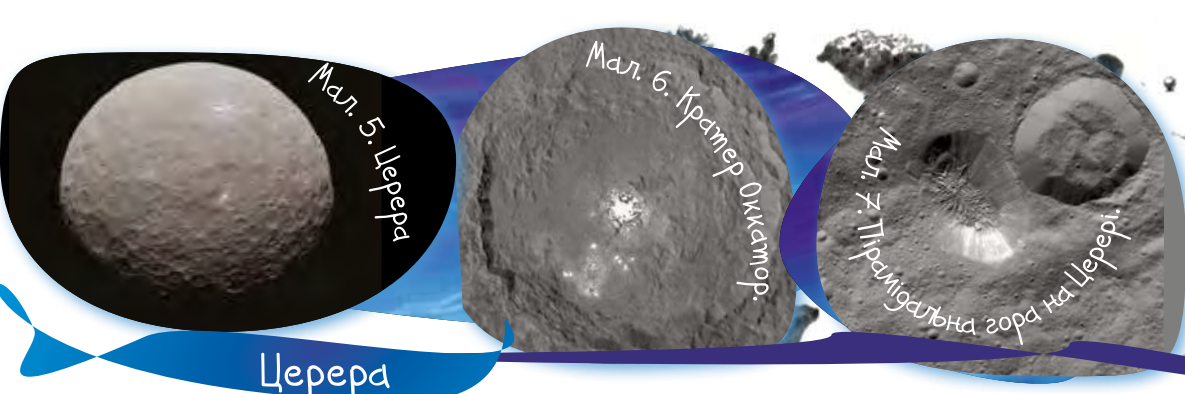
Новий астрономічний об'єкт, якому тимчасово присвоїли номер 2005 FY9, був відкритий 31 березня 2005 року групою астрономів, яку очолював Майкл Браун. Він запропонував назвати 2005 FY9 на честь Макемаке – творця людства і бога достатку в міфології рапануйців, корінних жителів острова Пасхи.

Середня відстань від Макемаке до Сонця дорівнює 6,8 млрд. км, вона в 45,44 рази далі від Сонця, ніж Земля. Орбіта Макемаке – еліптична. Максимальна відстань від Макемаке до Сонця становить 7,9 млрд. км, а мінімальна – 5,69 млрд. км. Період обертання Макемаке навколо Сонця майже 305 років. Найближче проходження перигелію очікується в 2187 році.

Розміри Макемаке оцінюють у 1450×1500×1500 км. Їх вдалось обчислити завдяки спостереженням покриття Макемаке слабенької зорі у 2011 році. Світло зорі під час покриття зникло і з'явилося майже миттєво. За наявності у небесного тіла атмосфери це відбувається поступово, бо світло частково розсіюється в газовій оболонці. Отже, Макемаке не має атмосфери. Встановлено, що середня температура в підсонячній точці на поверхні Макемаке ледь сягає (-244) °С. Не засмагнеш! За зміною блиску Макемаке вдалося встановити, що поверхня карликової планети неоднорідна і вкрита метановим снігом.

У квітні 2016 року за допомогою орбітального телескопа „Хаббл” у Макемаке відкрили супутник. Він має тимчасовий номер S/2015 (136472) 1 і „прізвисько” МК 2. Супутник у 1300 разів темніший порівняно з Макемаке. МК 2 обертається на відстані приблизно 21 000 км від карликової планети. За спостереженнями його діаметр становить приблизно 160 км (мал. 3). Відкриття супутника допомогло обчислити масу Макемаке. Вона дорівнює $3,0 \times 10^{21}$ кг (0,05 % маси Землі).





Церера

Цереру відкрив 1 січня 1801 року італійський астрономом Джузеппе Піацці². Вона єдина карликова планета в головному поясі астероїдів і найближча до Землі: наближається до нас на відстань 263 млн. км.

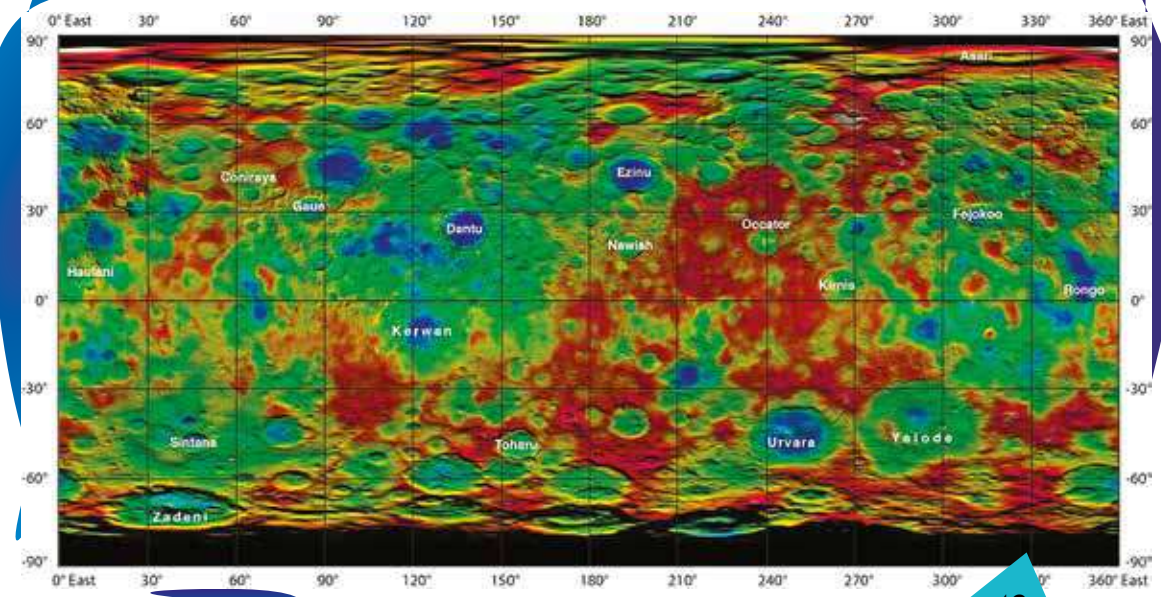
До 2015 року Цереру вивчали лише за допомогою телескопічних спостережень. Якісно новим етапом у вивченні Церери стала місія AMC Dawn (NASA), яка розпочалася 27 вересня 2007 року. 13 січня 2015 „Dawn” передала на Землю перші детальні знімки поверхні Церери (мал. 5), а 6 березня 2015 року апарат вийшов на орбіту Церери. Отже, Церера стала першою карликовою планетою, яку досліджував КА, та ще й з орбіти штучного супутника, а не з прольотної траєкторії. 16 травня 2015 року автоматична міжпланетна станція „Dawn” передала найякісніше на сьогоднішній день зображення таємничих білих плям на поверхні карликової планети (мал. 6). За допомогою інфрачервоного спектрометра вченим з команди місії „Dawn” вдалося дізнатися, що це плями карбонату і бікарбонату натрію. Очевидно, він міг синтезуватися при контакті з водою. Звідки вода? Ймовірно, випарувалася крижана мантія, в яку потрапив метеороїд, утворивши кратер. „Dawn” зафіксував цікаве метеорологічне явище: ранковий туман над плямами. Астрономи пояснюють це сублімацією (переходом з твердого стану в газоподібний, оминаючи рідку фазу) водяного льоду, що виходить на поверхню в районі плям. „Dawn” сфотографував дивну за формою пірамідальну гору на поверхні Церери (мал. 7).

Дані КА „Dawn” допомогли уточнити масу і розмір Церери. Церера має форму сфероїда розмірами 965×961×891 км. Її маса становить $9,39 \times 10^{20}$ кг, що складає майже третину (32 %) загальної маси астероїдів головного поясу. Водночас вона менша за масою, ніж Земля у понад 6000 разів (мал. 8). Середнє значення густини Церери дає змогу припустити, що вона містить значну кількість водяного льоду (до 30 % за масою), що еквівалентно крижаній мантії товщиною приблизно 100 км! „Dawn” зробила фотозйомку поверхні карликової планети, і астрономи створили першу високоточну карту цього небесного тіла (мал. 9).

²Читай „КОЛОСОК” № 2/2017.



Мал. 9. Мапа Церери

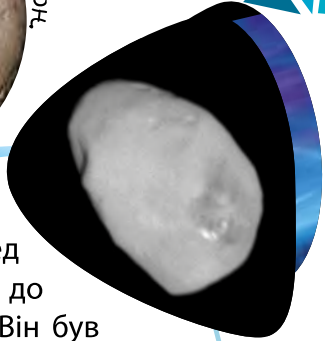
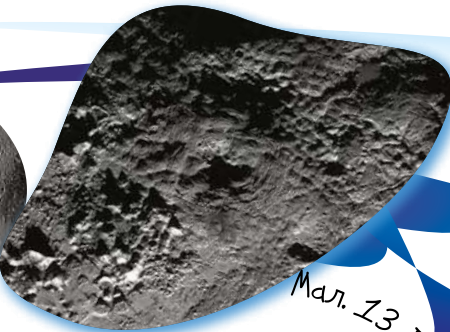
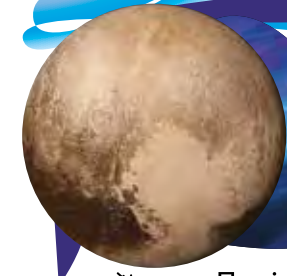
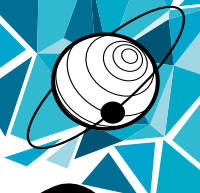


Плутон

Плутон – найбільша з відомих карликових планет Сонячної системи та найбільший транснептуновий об’єкт. З дня його відкриття у 1930 році й до 2006 року Плутон вважали дев’ятою планетою. Але Плутон не зміг розчистити околиці своєї орбіти від „сторонніх” тіл, тому згідно резолюції МАС у серпні 2006 року його позбавили статусу планети і перевели до нової категорії небесних тіл – карликових планет (мал. 10). Можливо, щоб не ображати Плутона, астрономи зробили його родоначальником підгрупи карликових планет – плутоїдів)). Плутоїд – небесне тіло, що обертається навколо Сонця на орбітах, радіус яких більший, ніж радіус орбіти Нептуна, а маса якого достатня, щоб гравітація надала йому кулястої форми. Так само, як і Плутон, плутоїди не розчистили околиці своєї орбіти. Отже, плутоїди є підмножиною карликових планет. Усі описані в цій статті небесні тіла (крім Церери) є плутоїдами.

Середня відстань від Плутона до Сонця становить 5,91 млрд. км. Він у 39,53 рази далі від Сонця, ніж Земля. Орбіта еліптична, тому відстань від Плутона до Сонця змінюється від 4,44 млрд. км в перигелії до 7,38 млрд. км в афелії. Період обертання Плутона навколо Сонця – 248 років. Середня температура поверхні Плутона становить -253 °С.

Плутон позбавлення статусу планети



Мал. 11. Плутон

Мал. 13. Тори на Плутона

Мал. 14. Атмосфера Плутона

Мал. 17. Нікка

Період осевого обертання Плутона – 6,387 земних діб. Маса Плутона $1,30 \times 10^{22}$ кг, що становить 0,22 % від маси Землі. За даними, отриманими у 2015 році космічним апаратом (КА) New Horizons, діаметр Плутона становить 2374 ± 8 км. Таким чином, радіус Плутона приблизно вп'ятеро, а маса – в 460 разів менші, ніж у Землі, але він у 14 разів масивніший і в 2,5 рази більший, ніж Церера (мал. 11).

Поверхня Плутона неоднорідна. Зонд New Horizons виявив на Плутоні докази інтенсивної геологічної активності. Для планетологів це стало справжньою сенсацією. Різноманіття форм рельєфу та геологічних модифікацій на поверхні Плутона вчені пояснюють ударами астероїдів, тектонічними процесами, рухом льодовиків, ерозією, конвекцією, сублімацією та конденсацією газів і навіть дією вітрів, які, начебто, дмуть над плутоніанськими долинами (вітрова ерозія).

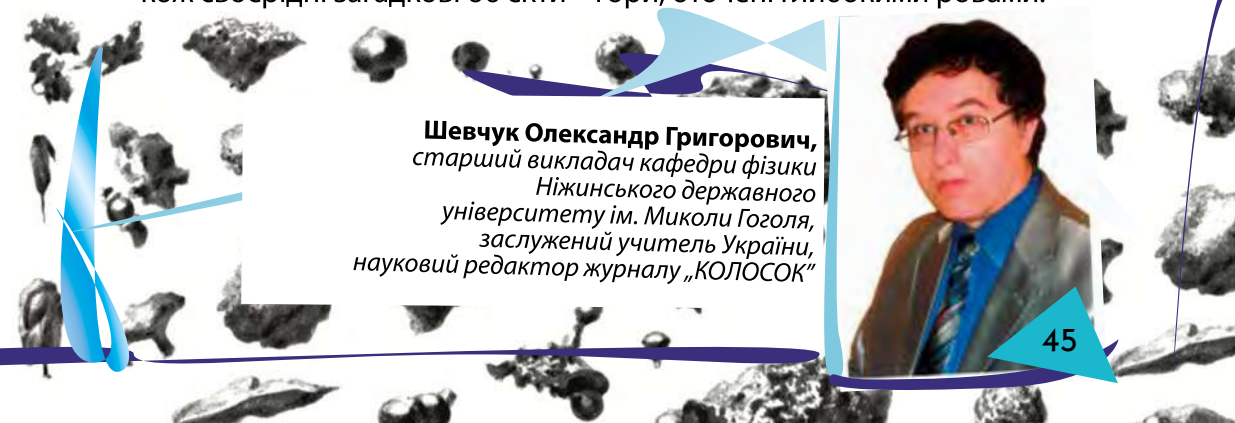
На поверхні Плутона є дві характерні деталі. Перша – темна червоно-коричнева неоднорідна смуга, що простягається на південь від екватора планети майже по всій його довжині. Друга – яскраво-біла ділянка завбільшки 1800×1500 км на протилежній від Харона півкулі з неофіційною назвою „серце Плутона”. Її західна частина з дуже рівним рельєфом розмірами 1500×800 км має назву „долина Супутника” (мал. 12) і займає 5 % площі всієї поверхні Плутона. Водяний лід де-не-де виходить на поверхню карликової планети, але переважно вкриває поверхню доволі товстим (до 2 км) шаром легкого льоду, азотного (97–98 %) та метанового. Серед різноманітних пагорбів та западин трапляються метеоритні кратери (найбільший сягає 260 км) та каньйони тектонічного походження (довжиною до 600 км). Деякі ділянки перетинають розгалужені долини – ймовірно, викарбувані азотними льодовиками (за земними критеріями – справжня екзотика!). Висота деяких хребтів з водяного льоду до (3–4) км, а відстань між ними – (5–10) км. Є тут й дві округлі вершини діаметром 150 та 225 км заввишки 4 та 6 км (мал. 13).

Атмосфера Плутона дуже розріджена й складається з газів, що сублімують з поверхневих льодів, особливо при наближенні Плутона до перигелію. Попри розрідженість атмосфери, серпанок із сублімованих газів доволі помітний (мал. 14).

У Плутона найбільша кількість супутників серед карликових планет – п'ять (мал. 15). Найближчий до нього супутник Харон набагато більший, ніж інші. Він був відкритий у 1978 році (а інші – значно пізніше) за допомогою космічного телескопа „Хаббл”. Далі за Хароном – Стикс, Нікка, Кербер та Гідра. Всі вони обертаються по майже колових орбітах, що лежать приблизно в площині екватора Плутона, у той же бік, що й він обертається навколо своєї осі. Чотири маленькі супутники Плутона мають неправильну форму (мал. 17) й доволі яскраві. Ймовірно, вони вкриті чистим водяним або азотним льодом.

Діаметр Харона 1212 ± 6 км, а маса становить приблизно 1/8 маси Плутона. Це найбільше співвідношення в системі „планета-супутник”, тому систему „Плутон-Харон” вчені часто розглядають як подвійну планету. Радіус орбіти Харона 19600 км, а період обертання 6,4 земної доби. Харон обертається синхронно (завжди повернутий до Плутона однією стороною).

Дослідження, проведені КА New Horizons, підтверджують, що Харон укритий водяним льодом. Аналіз даних, надісланих бортовою апаратурою New Horizons, допоміг виявити на поверхні Харона гідрати аміаку та водяні кристали, що вказує на можливу (декілька мільйонів років тому) роботу кріогейзерів³. На полюсі Харона є велика темна червона пляма невідомого походження – її неофіційна назва „макула Мордор”. Поверхню супутника перетинають чисельні каньйони та уступи, свідчення тектонічної активності, яка закінчилась мільярд років тому. Є там і чимало метеоритних кратерів, а також своєрідні загадкові об'єкти – гори, оточені глибокими ровами.



Шевчук Олександр Григорович,
старший викладач кафедри фізики
Ніжинського державного
університету ім. Миколи Гоголя,
заслужений учитель України,
науковий редактор журналу „КОЛОСОК”



³Гейзери, які діють в умовах наднизьких температур.