



А. П. Відьмаченко

Малі тіла сонячної системи

МАЛІ ТІЛА СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ Тривалий час ними вважали астрономічні об'єкти із прямим обертанням по орбіті навколо Сонця, що не є ні великими планетами, ні кометами, а терміни «астероїди» і «малі планети» були синонімами. Термінологія стала більш складною у зв'язку з відкриттям численних малих планет за орбітою Юпітера, особливо транснептуних об'єктів. Їх, зазвичай, не вважають астероїдами. Існують малі планети, що випускають газ і пил, тобто їх можуть класифікувати і як комети. 24 серпня 2006 на сесії Міжнародного астрономічного союзу запропоновано терміни «малі планети» і «комети» перекласифікувати на: «карликові планети» та «малі тіла Сонячної системи». Тоді ж вирішили, що термін «малі планети» (карликові планети й астероїди) все ще може бути використаний, однак термін «малі тіла Сонячної системи» є досконалішим.

Донині застосовують традиційну відмінність між термінами «малі планети» та «комети» з метою нумерування та найменування. Уважають, що до малих планет також не входять тіла з діаметром менше 30 м – метеороїди. До 2015 Центр малих планет архівував 698 480 малих планет, із них для 452 298 розраховані точні орбіти. Карликові планети – об'єкти, у яких влас. гравітації є достатньо для досягнення гідростатичної рівноваги й утворення еліпсоїдної форми. Тобто М. т. С. с. – офіційно введений Міжнародним астрономічним союзом термін для опису об'єктів Сонячної системи, які не є ні планетами, ні карликовими планетами, ні їхніми супутниками. Нині до них офіційно зараховано астероїди Сонячної системи, більшість транснептуних об'єктів, а також кометні ядра та ін. тіла невеликого розміру (метеороїди та міжпланетний пил).

Водночас немає ясності щодо значення нижньої межі розмірів М. т. С. с., однак астрономи домовилися про їхні групи населення. Астероїди: близько-земні астероїди, орбіти яких знаходяться усередині орбіти Марса (поділяють на підкласи за ім'ям гол. астероїда сімейства: Афінці, Аполонці, Амурці тощо); земні троянці, які перебувають на орбіті Землі та гравітаційно прив'язані до неї (від 2010 єдиним відомим є астероїд 2010 ТК7); марс. троянці, які перебувають на орбіті Марса та гравітаційно прив'язані до неї (від 2007 відомо 8 таких астероїдів); астероїди Гол. поясу, які рухаються по приблизно колових орбітах між орбітами Марса та Юпітера; юпітер. троянці, які перебувають на орбіті Юпітера

та гравітаційно прив'язані до неї. Далекі малі планети (заг. термін для малих планет у зовн. частині Соняч. системи): кентаври – об'єкти між Юпітером і Нептуном (мають нестабіл. орбіти через гравітац. вплив планет-гігантів, тому можуть складатися ще й з тіл, які, ймовірно, утворені за межами Нептуна); нептун. троянці, які перебувають на орбіті Нептуна та гравітаційно прив'язані до неї (відкрито небагато, однак вважають, що їх навіть більше, ніж астероїдів у Гол. поясі або юпітер. троянців); транснептун. об'єкти за межами орбіти Нептуна. Тіла поясу Койпера (транснептун. об'єкти всередині орбіти радіусом бл. 55 астроном. одиниць від Сонця): класичні об'єкти поясу Койпера з орбітами, схожими до орбіти карлик. планети Макемаке, також відомі як кьюбівано, мають майже колові орбіти та не перебувають у резонансі з Нептуном); резонансні об'єкти поясу Койпера з орбітами, схожими до орбіти карлик. планети Плутон, відомі як плутіно, знаходяться в резонансі 2:3 з Нептуном; розсіяні об'єкти диска з орбітами, схожими до орбіти карлик. планети Еріс, мають витягнуті орбіти, виходять за межі поясу Койпера і вважаються резонансно розсіяними Нептуном. Окремо виділяють такі об'єкти, як седноїди, що перебувають за межами поясу Койпера; до них зараховують окремі об'єкти з перигелій. відстанню більшою за 75 астроном. одиниць (станом на 2016 відомо 3 таких об'єкти: Седна, 2012 VP113 і 2015 V774104). Гіпотетично насел. об'єктів хмари Оорта – джерело довгоперіодич. комет, які можуть сягати до 50 000 астроном. одиниць від Сонця. Оцінювання розміру транснептун. об'єктів у припущенні про їх геом. альbedo $A_g = 0,09$ показали (на серед. 2015), що 45 об'єктів мали діаметр більше 500 км, 115 – більше 300 км. Загалом відкрито понад 1000, а в 10 найбільших із них діаметр перевищує 1000 км. Припускають, що всього в поясі Койпера є бл. 500 000 тіл розміром більше 30 км. Оскільки не всі реал. альbedo відповідають прийнятому, то ці оцінювання доцільно розглядати суто порівняльними. Комети мають ядро та хвіст, рухаються по дуже витягнутих орбітах навколо Сонця. Переважна більшість комет. ядер вийшли з хмари Оорта (понад 1000) та поясу Копейра. Вони є залишками косміч. речовини, з якої утворилися тіла Соняч. системи. Ці частинки слабо зв'язані між собою, тому легко розпадаються на фрагменти. Станом на лютий 2015 виявлені 96 комет, що зближуються із Землею. Метеоритним тілом, або метеороїдом можна вважати осколок астероїда або комет. ядра, який, обертаючись навколо Сонця, зіткнувся з нашою планетою. Швидк., з якою метеорит влітає у земну атмосферу, залежить від напряму його руху відносно вектора швидк. Землі. Найбільшу швидк. входження в атмосферу (до 70 км/сек.) мають ті метеоритні тіла, які летять назустріч руху Землі по орбіті. Коли астероїдне тіло «доганяє» Землю, то швидк. метеорит. тіла суттєво менша.

Історія відкриття малих тіл Сонячної системи

Складаючи каталог положення зір, 1 січня 1801 італ. астроном Дж. Піацці помітив, що одна з них змінила положення щодо поперед. ночі, і вже третьої ночі стало зрозуміло, що це небесне тіло належить Соняч. системі. Дані про його положення на небі він передав нім. математику К.-Ф. Гаусу, який встановив, що воно знаходиться на коловій орбіті за 2,8

астроном. одиниць від Сонця між орбітами Марса та Юпітера. Об'єкт назвали Церера, на честь богині-оберега о-ва Сицилія. 2006 вона стала першою в переліку карлик. планет, а до того понад 205 р. перебувала у статусі астероїда. 28 березня 1802 нім. аматор астрономії Г. Ольберс поруч із Церерою виявив об'єкт бл. 9-ї зоряної величини, також між орбітами Марса і Юпітера та назвав його Паллада. 1 вересня 1804 нім. астроном К. Гардінг уперше помітив Юнону, 29 березня 1807 знову Г. Ольберс – Весту. Оскільки ці тіла під час телескопіч. спостережень не мали видимих дисків, то їх класифікували як астероїди – «зореподібні» об'єкти, а пізніше – малі планети. У грудні 1845 пошт. чиновник із нім. м. Дрезден К. Генке виявив 5-у малу планету 9,5 зоряної величини Астрею. 1 липня 1847 виявлену 6-у малу планету К.-Ф. Гаус запропонував назвати Геба. Того ж року англ. астроном Дж. Хінд відкрив Ірідю та Флору. Відтоді майже щороку фіксували декілька нових астероїдів. 1866 амер. астроном Д. Кірквуд звернув увагу на те, що астероїди відсутні на орбітах, де період їх обертання навколо Сонця кратний періоду обертання Юпітера, а тому в їх розподілі за значеннями періоду існують «провали», які назвали люки Кірквуда. Тривалий час не виникало сумніву, що орбіти астероїдів знаходяться тільки в Гол. поясі астероїдів. Але 14 червня 1873 канад. і амер. астроном Дж. Вотсон відкрив астероїд 132 Аерта з орбітою між Землею та Марсом, а 13 серпня 1898 нім. астроном Г. Вітт – 433 Ерос, який дуже швидко рухався зоряним небом і став першим астероїдом у списку астероїдів, які наближаються до Землі або перетинають її орбіту. Впровадження 1891 (до цього року було відомо 322 астероїди) нім. астрономом М. Вольфом методу фотографування та започаткування 1 квітня 1929 реалізації програми пошуку транснептун. об'єктів на короткофокус. рефракторі обсерваторії П. Ловелла (м. Флагстафф, шт. Аризона, США) активізували темпи виявлення нових астероїдів. 18 лютого 1930 амер. аматор астрономії К. Томбо виявив новий об'єкт за орбітою Нептуна, який назвав на честь грец. бога темряви Плутоном. За кілька місяців Міжнар. астроном. союз офіційно надав йому статус 9-ї планети, а 2006 (разом з Церерою та Макемаке) – карлик. планети. 1932 відкрили ще 2 подіб. до 433 Ерос астероїди: Амур і Аполлон (його орбіта проникала всередину орбіти Венери). 26 червня 1949 у Паламар. обсерваторії (побл. м. Сан-Дієго, шт. Каліфорнія, США) відкрили один з найцікавіших астероїдів цього типу – Ікар, орбіта якого нахилена під кутом 23° до площини орбіти Землі, має ексцентриситет $e=0,83$, період обертання навколо Сонця становить 409 діб. Надалі кількість таких астероїдів стрімко збільшувалася. Вікові збурення Землі та ін. внутр. планет зумовлюють зміну елементів орбіт астероїдів цих груп, а тому вони можуть переходити від груп з великою афелією. відстанню в групи з меншими величинами (напр., з групи Амурса в групу Аполлона). Астероїд із сильно витягнутою орбітою 1566 Ікар, який в афелії знаходиться за орбітою Марса, а в перигелії перетинає орбіту Меркурія та наближається до Сонця на меншу за 28 млн км відстань, 1969 пройшов на відстані 6,36 млн км від Землі. 1992 астероїд 4179 Тутатіс пролетів від Землі за 2,5 млн км, а наприкінці 1994 астероїд 1994 ХМ діаметром бл. 10 м – лише за 100 тис. км. Для активізації пошуку таких астероїдів у грудні 1995 на о-ві Гаваї у Тихому океані США розпочато

спостереження в автомат. режимі за програмою «NEAT» – кожні 6 ночей покривається бл. 10 % небес. сфери, що дозволяє відкривати тисячі астероїдів та кілька комет. 1998 амер. конгрес доручив НАСА розпочати пошук, облік і відстеження у навколосем. просторі всіх астероїдів діаметром ≥ 1 км. Станом на серед. 2015 зареєстровано бл. 12 745 об'єктів, які наближаються до Сонця на відстань 1,3 астроном. одиниць. 872 з них класифіковано як потенційно небезпечні через те, що їхні відстані від Землі можуть бути меншими за 0,05 астроном. одиниць. Із розвитком нових методів спостережень і вдосконаленням апаратури на поч. 20 ст. з'явилися перші спостереження, які свідчили про можливу кратність деяких малих планет. 1901 астроном Ч. Андре, зважаючи на подібність кривих блиску астероїда 433 Ерос і змінно-затемнюваних зірок, висловив припущення про його подвійність. 28 серпня 1993 біля астероїда 243 Іда пролітав амер. косміч. апарат «Галілео», який сфотографував його супутник Дактиль розміром 1,4 км. 2001 і 2004 навколо астероїда 87 Сільвія виявлено супутники Ромул і Рем. Водночас дослідж. 33-х астероїдів Гол. поясу дозволили знайти супутники навколо 4-х астероїдів: 45 Євгенія, 107 Камілла, 121 Герміона та 130 Електра. Відкриття 1977 об'єкта 1977 UB, 1992 – 5245 Фолус, 1993 – Несс з орбітами між орбітами Юпітера та Нептуна започаткували новий клас астероїдів – кентаври. Характер. властивістю кентаврів є хаотичність їхніх орбіт і те, що вони мають ознаки як комети (наявність коми й хвоста), так і астероїда, але за розмірами значно перевищують ядра відомих комет. Завдяки цьому об'єкт 1977 UB назвали на честь давньогрец. кентавра Хірона (напівлюдини-напівконя) та віднесли до класу комет з позначенням 95/P Хірон.

Мінералогія астероїдів

Спостереження астероїдів у теплій ділянці спектра (10–70 мкм) використовують для визначення їх яскравіс. т-ри, мінералог. складу поверхневого шару, альbedo і розміру. Астероїди різняться відбив. здатністю (майже на порядок) та формою спектрал. залежності; найтемнішими є астероїди С-типу (напр., 511 Давида), найяскравішими – Е-типу (напр., 44 Ніза). Представники малих планет цих типів найбільше різняться формою спектрал. залежності. Вчені це пояснюють електрон. поглинанням можливими вкрапленнями заліза чи марганцю в скел. породи та самими скел. породами, які складаються із силікат. порід, зокрема й з піроксенів. Порівняння цих спектрів зі спектрами метеоритів і зразками з поверхні Місяця вказало на подібність спектрал. властивостей поверхневого шару Вести до спектрів ахондритів. Найпоширеніші серед метеоритів – хондрити – кам'яні від світло-сірого до дуже темного забарвлення зі структурою із круглого зерна (хондри), що іноді добре видимі на поверхні розлому. Розміри хондр становлять від мікронів до майже сантиметра. Вони іноді займають до половини об'єму метеорита і слабо зцементовані міжхондр. осн. речовиною. Склад речовини буває ідентичний до складу хондр, а іноді й суттєво відрізняється від нього. У міжхондр. речовині нерідко знаходять роздроблені хондри та їхні уламки. Така структура властива тільки метеоритам (причому багатьом з них) і не зустрічається більше ніде. Деякі з астероїдів є більш як на 50 % металічними (16 Психея,

21 Лютеція, 89 Юлія тощо). Це підтверджують залізні метеорити, які інколи падають на поверхню Землі. Таким був відомий Сіхоте-Алін. метеорит, який 12 лютого 1947 упав в уссурій. тайзі в Примор. краї (РФ). Метал. глиба діаметром кілька метрів і масою бл. 1000 т влетіла в атмосферу Землі зі швидк. ~15 км/сек. Значна частина матеріалу випарувалася та оплавилася і лише бл. 100 т усіяло заліз. осколками кілька квадрат. км земної поверхні. Нині зібрано бл. 40 т таких метеорит. уламків. Порівняння спектрів метеорит. речовини, астероїдів і назем. зразків дозволяє точніше визначити склад поверхонь і провести класифікацію астероїдів. Вважається, що до С-типу належить більше 75 % відомих астероїдів, які є надзвичайно темними (альbedo 0,03–0,09) та названі вуглец. астероїдами. Вони подібні до вуглецево-хондрит. метеоритів і мають приблизно такий самий хім. склад, як і Сонце (за виключенням водню, гелію, ін. летких і легко випаровуваних речовин). Вуглец. астероїди населяють зовн. області Гол. поясу астероїдів. До S-типу належать майже 17 % досить яскравих (альbedo 0,10–0,22) астероїдів. Вони є метал. тілами, що складаються із суміші залізонікелю, заліза й силікатів та магнію. До M-типу належить більшість з 8-відсотк. залишку. Вони також досить яскраві (альbedo 0,10–0,18) і складаються практично із залізонікелю.

Рекомендована література

1. Додд Р. Т. Метеориты: петрология и геохимия / Пер. с англ. Москва, 1986;
2. C. A. Trujillo, M. E. Brown, D. L. Rabinowitz, T. R. Geballe. Near-Infrared Surface Properties of the Two Intrinsically Brightest Minor Planets: (90377) Sedna and (90482) Orcus // *Astrophys. J.* 2005. Vol. 627, № 2, pt. 1;
3. Відьмаченко А. П. Седна: історія відкриття і її особливості // *Астроном. календар.* 2006. К., 2005;
4. Відьмаченко А. П., Відьмаченко Г. А. Чи такі вже небезпечні астероїди? // *Астроном. календар.* 2007. К., 2006;
5. M. E. Brown, K. M. Barkume, D. Ragozzine, E. L. Schaller. A collisional family of icy objects in the Kuiper belt // *Nature.* 2007. Vol. 446, № 7133;
6. M. E. Brown. The Largest Kuiper Belt Objects // *The Solar System Beyond Neptune.* Tucson, 2008;
7. O. S. Barnouin-Jha, A. F. Cheng, M. Tadashi et al. Small-scale topography of 25143 Itokawa from the Hayabusa laser altimeter // *Icarus.* 2008. Vol. 198, № 1;
8. I. N. Belskaya, S. Fornasier, Y. N. Krugly. Polarimetry and BVRI photometry of the potentially hazardous near-Earth Asteroid (23187) 2000 PN9 // *Там само.* 2009. Vol. 201, № 1;
9. S. Bagnulo, I. Belskaya, K. Muinonen et al. Discovery of two distinct polarimetric behaviours of trans-Neptunian objects // *Astron. Astrophys.* 2009. Vol. 491, № 2;
10. S. S. Sheppard. The Colors of Extreme Outer Solar System Objects // *Astron. J.* 2010. Vol. 139, № 4;

11. Відьмаченко А. П., Мороженко О. В. Дослідження поверхні супутників і кілець планет-гігантів. К., 2012;
12. Вони ж. Магнітні поля планет, супутників та астероїдів // Астроном. календар. 2013. К., 2012;
13. Вони ж. Порівняльна планетологія: Навч. посіб. К., 2013;
14. Вони ж. О точности косвенных методов оценивания размеров астероидов // КФНТ. 2013. Т. 29, № 5;
15. Вони ж. Фізичні характеристики поверхонь планет земного типу, карликових і малих планет та їх супутників за даними дистанційних досліджень. К., 2014;
16. Чурюмов К. И., Стеклов А. Ф., Відьмаченко А. П., Дашкиев Г. Н. Наблюдения фрагментов кометного ядра в атмосфере Земли над Киевом // Вісн. астроном. школи. 2015. Т. 11, № 1.

Бібліографічний опис:

Малі тіла сонячної системи / А. П. Відьмаченко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2018. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-63101>

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