

За даними JPL NASA та ESA в INTERNET

GALILEO: від Європи до Каллісто

Юпітеріанський зонд GALILEO (КНІТ, 1997, 3, № 3/4), запущений в жовтні 1989 року, за два роки повністю виконав заплановану програму дослідження атмосфери планети. Отримані в 1996-1997 рр. при перших наближеннях до супутників Юпітера дані та відмінний стан КА дозволили продовжити дослідження. В 1998 році місія GALILEO перейшла до етапу вивчення супутників планети. Етап розрахований на два роки і передбачає 10 наближень до Європи (останнє з запланованих успішно завершено 31 січня 1999 року), 4 наближення до Каллісто та 2 наближення до Іо.

Головна мета досліджень Європи — встановити чи існує рідкий океан під крижаною корою поверхні супутника. Виявлення на знімках поверхні Європи досить великих відносно рівних ділянок без кратерів поруч з рифтовими полями свідчить про значно тонший і молодший шар криги ніж вважалося досі. Тому можливе існування підповерхневого океану.

Порівняння зображень з VOYAGER і GALILEO дозволяє відслідкувати зміни в часі поверхонь супутників. На отриманих на протязі 1998 року знімках Європи помітні деталі, які свідчать про інтенсивні геологічні деформації: темні ділянки розламаної та перевернутої криги, темну смугу, вздовж якої йдуть розломи, подрібнення крижаної кори та вивернення підстилаючого матеріалу. Один з розломів поблизу південного полюса Європи, т.з. Astypalaea Linea, завдовжки з каліфорнійський сегмент відомого розлому Сан-Андреас на Землі. Його повна довжина складає 810 км. На знімках виявлено ділянку розлому довжиною біля 50 км, на якій в минулому відбувалися поздовжні рухи блоків кори в протилежних один одному напрямках. В місцях, де ці рухи зустрічали коліна розлому, відбувалося ніби розтягнення поверхні в поперечних напрямках, що створювало передумови для виходу на поверхню підповерхневих більш теплих шарів та формування полів відносно нової криги в границях початкового розлому. Загальний поздовжній рух протилежних боків розлому викликав появу середньої вузької тріщини на всьому його протяжінні, в місцях розтягнення поверхні вона набувала виду сходинок.

Найімовірнішою причиною рухів в ділянці розлому вважаються припливні деформації крижаної кори під впливом гравітації Юпітера.

На поточний момент після завершення програми вивчення Європи виконується коригування траєкторії КА для виконання зближення з другим за розмірами супутником Юпітера Каллісто. 4 зближення з Каллісто повинні відбутися в травні-вересні 1999 року.

Аналіз магнітометричних даних GALILEO зафіксував зміни магнітного поля Європи, що викликані хаотичним протіканням електричних струмів поблизу поверхні планети. Власне це й дало можливість запідозрити існування рідкого океану під поверхнею криги, адже джерелом зарядів може бути шар розталого сольового розчину. Підтвердженням цього за магнітометричними даними є постійна зміна напрямків струмів, узгоджена з ефектами обертання Юпітера. Повторний аналіз магнітометричних даних, отриманих для Каллісто, несподівано виявив аналогічні ефекти. Тобто Каллісто може виявитись другим місцем Юпітера з солоним океаном під крижаною корою. Тим не менше, не зважаючи на вагомі дані на користь цієї гіпотези, вчені не схильні розглядати Каллісто як ще одне можливе джерело виникнення життя в Сонячній системі. Адже розігрівання океанів на Каллісто у протилежність Європі йде не за рахунок припливного тертя, а за рахунок радіоактивних елементів.

У світі нових даних почато повторний аналіз магнітометричних даних для Ганімеда з метою виявлення аналогічних ефектів.

Після візиту КА до Каллісто його орбіта буде дистанційно скоригована так, щоб наприкінці року він підійшов до Іо, найближчого з супутників Юпітера, і пройшов через так званий тор Іо — хмару заряджених частинок навкруги її орбіти.

Висота наближення зонду до поверхні Іо складатиме від 300 до 500 км. В його програму входить картографування з роздільною здатністю 6 м викидів сірки та інших хімічних сполук з вулканів супутника, а також вивчення змін інтенсивності радіації Юпітера з наближенням до нього.

Серед найважливіших надбань місії GALILEO можна вважати:

- відкриття наявності магнітного поля навкруги найбільшого супутника Юпітера Ганімеда;
- відкриття крижаних вулканічних потоків та подрібненої криги на поверхні Європи, що свідчить про наявність рідкого океану під її поверхнею;
- спостереження водних випаровувань та аврори на Юпітері;
- відкриття атмосфери, що складається з водню та двоокису вуглецю на Каллісто;
- наявність металевих ядер у Європі, Іо та Ганімеда та свідочтва про відсутність такого у Каллісто;
- свідочтва дуже потужної вулканічної діяльності на Іо та пивидких змін деталей її поверхні за період роботи зонда.

ISO — головне надбання десятиріччя в інфрачервоній астрономії

В квітні 1998 року завершила свою роботу місія ISO (Infrared Space Observatory), яка була запущена ESA в 1995 році з метою дослідження наявності водної пари та криги в космічному просторі та на небесних тілах, наявність котрих відіграє велику роль в процесі формування зірок (КНіТ, 1995, 1, № 2/6.). Супутник складався з криостата на рідкому гелії, телескопа з первинним дзеркалом діаметром 60 см, сервісних модулів та був обладнаний фотополариметром ISOPHOT, відеокамерою ISOCAM, короткохвильовим спектрометром SWS та довгохвильовим спектрометром LWS. За допомогою криостату телескоп та інструменти підтримувались в охолодженому стані при температурах близьких до абсолютного нуля -271 °С.

Головним результатом більш ніж успішної роботи обсерваторії було встановлення того, що вода є достатньо поширеною у всесвіті сполукою. За допомогою SWS знайдено молекули водяної пари поблизу старої зірки W Hydrae, зареєстроване яскраве інфрачервоне джерело GF 2591 навкруги новоутвореної масивної зірки. На LWS вперше зареєстрована водяна пара, що утворилася в результаті світлових ударних хвиль, породжених газовими струменями від молодих зірок (джерело HH-54). На цьому ж спектрометрі виконані спостереження об'єкту IRAS 16293-2422, в якому, як передбачається, йде формування зірки типу Сонця. При цьому чітко зареєстрована характерна емісія водяної пари на 108, 113, 174 і 179 мкм. При дослідженнях центру Галактики замість випромінювання знайдені лінії поглинання на довжинах хвиль водяної пари. Це свідчить про наявність темних холодних молекулярних хмар, які є первинним джерелом утворення нових зірок. Біля яскравого інфрачервоного джерела Sagittarius B2, близького до центру Галактики, також знайдені сліди водяної пари.

Точність спостережень LWS настільки велика, що він дає змогу розрізнити окремі молекулярні хмари в напрямку до галактичного центра та знайти швидкість їх переміщення відносно Землі за доплерівськими збуреннями в довжинах хвиль водяної пари.

Спостереження зовнішніх планет Сонячної системи за допомогою SWS на довжинах хвиль 28.43—44.19 мкм показали наявність молекул води в верхніх шарах атмосфер Сатурна, Урана та Нептуна і поставили питання про її походження. При формуванні цих планет вони отримали достатню кількість води, яка тим не менше не могла опинитися у зовнішніх шарах їх атмосфер завдяки процесам, які відбуваються в середині планети. Тому джерело постачання води може бути тільки зовнішнє. Ним можуть виявитись комети, що складаються з великої кількості криги і в разі зіткнення з планетою збагачують водою її атмосферу, як це було з кометою Шумейкера—Леві в 1994 році.

За допомогою відеокамери ISOCAM отримано близько 90 зображень Юпітера на різних довжинах хвиль від 2.3 до 11.6 мкм, що дало поширену картину атмосфери планети. На довжині 3.3 мкм зображення Юпітера зникло за рахунок поглинання метаном інфрачервоного випромінювання планети. Зображення поблизу 5 мкм показали наявність в атмосфері ділянок, вільних від хмар, де ISOCAM зміг отримати знімки більш глибоких шарів. Верхні шари атмосфери добре спостерігались на хвилях 7.7 мкм.

Велика Червона Пляма добре розпізнавалась на нижньому кінці діапазона. Зокрема, спостереження ISO допомогли засувати результати, отримані зондом, що був відправлений з GALILEO, та потрапив в одне з вільних від хмар сухих вікон антициклону, видиме на хвилях 5 мкм.

Супутник працював на орбіті на 10 місяців більше ніж за попередніми розрахунками і перестав функціонувати після повного випаровування 2000 літрів гелію, що застосовувався для охолодження. Додатковий час дав змогу астрономам отримати виключно цікаві спостереження ділянок зореутворення в хмарах сузір'їв Оріона і Тельця.

За оцінками групи американських астрономів результати, отримані ISO, є головною подією десятиріччя в інфрачервоній астрономії.

Deep Space — технології 21 сторіччя

В жовтні 1998 року NASA запущено на орбіту довкола Сонця КА Deep Space 1 (DS1). На борту апарата знаходяться дві новітні розробки, що вперше проходять випробування в космічному просторі: великі сонячні антени з 720 циліндричними лінзами Френеля для концентрації світла на 3600 сонячних комітках (проект SCARLET) та малий високочастотний радіопередавач для глибокого космосу. На поточний момент обидві працюють в розрахунковому режимі тестування. На КА встановлений розроблений спеціально для місії іонний двигун нового типу. Двигун пройшов заплановані тести в листопаді 1998 року, але на робочий режим не вийшов. Після тривалих досліджень причин відмови було створене нове програмне забезпечення для його запуску, який успішно відбувся наприкінці листопада.

DS1 несе на собі нову автономну навігаційну систему AutoNav, що також є однією з 12 розробок, що тестуються. Вона визначає положення КА в Сонячній системі шляхом спостереження декількох астероїдів з відомими орбітами на тлі зірок та коригує його в разі необхідності, подаючи відповідні команди системі іонних двигунів.

Встановлене на DS1 обладнання для проведення досліджень космічної плазми дозволяє проводити одночасні з КА CASSINI (КНіТ, 1998, 4, № 2/3) спостереження сонячного вітру.

DS1 — перший запуск в рамках довгострокового проекту New Millennium Program, головною метою якого є випробування новітніх технологій для їх використання в космічних дослідженнях 21 сторіччя.

Mars Polar Lander: Марс на смак та колір

Місія Mars Polar Lander була запущена 3 січня 1999 року з мису Канаверал (США, Флоріда), маючи на меті дослідження водяного циклу Марса поблизу його південної полярної зони (73°—76° південної широти) з поверхні планети. Політ продовжуватиметься 11 місяців. Під час спуску на планету буде виконуватись фотографування поверхні планети з високою роздільною здатністю для визначення геологічного та фізичного середовища місця посадки.

Після приземлення за допомогою роботизованих маніпуляторів та двох мікрозондів планується отримати проби ґрунту на глибині до одного метра для досліджень кліматичної історії планети та виконати їх первинний хімічний аналіз на вміст води, газів та пилу, а також провести вимірювання поверхневої температури, вітрів, тиску, кількості пилу в атмосфері та інші метеорологічні дослідження.

Mars Global Surveyor: широкомасштабне картографування Марса

Місія Mars Global Surveyor, запущена в грудні 1996 року, є складовою частиною програми дослідження Марса Mars Surveyor Program і вже третій рік працює на орбіті навколо планети. По завершенні першої фази програми досліджень КА встановився на тимчасовій еліптичній полярній орбіті (найбільше наближення 170 км над поверхнею, 11.5 годин обертання) з періодичним зануренням в найвищі шари марсіанської атмосфери для продовження збору наукових даних.

Вперше за весь час досліджень Марса отримані дані про повну еволюцію марсіанської пилової бурі гігантських розмірів. Дані Surveyor свідчать, що буря почалася як низка малих за розмірами бур вздовж краю південної полярної шапки, які пізніше злились в єдине явище, що розтягнулось на 180° за довготою та 20° за широтою. За допомогою теплового емісійного спектрометра (ТЕС) отриманий поверхневий розподіл температур та непрозорості атмосфери. Вплив бурі в атмосфері відчувався на значних висотах (до 80 км) у вигляді підвищеної густини та перемінності атмосфери, що виливало навіть на орбіту КА. Перед самою бурею атмосферний пил був розподілений майже однорідно. Атмосферна турбуленція порушила раніше стабільний стан захмарення завдяки великим викидам пилу в атмосферу.

Магнітометричні вимірювання надали нові дані про локалізацію магнітних полів. Зокрема були знайдені ділянки марсіанської кори з аномально сильним магнітним полем, що вказує на наявність у Марса в минулому такого ж сильного глобального магнітного поля, як у Землі. Такі структури малих розмірів (до 50 км) були знайдені тільки в ділянках старих кратеризованих територій.

Завдяки знімкам стін каньйонів, кратерів та долин кора планети виявилась значно більше стратифікованою і на більшу глибину, ніж вважалось досі. Поки ще невідомо, якими саме породами складені ці страти. Інфрачервоні емісійні спектри поверхні показали наявність піроксена та плагіоклаза — мінералів, загальних для вулканічних порід. Не знайдено ні карбонатних мінералів, ні глини, ні кварца. Якщо вони і присутні в цих породах, то їх вміст складає не більше 10 %. Найбільші плити затверділої вулканічної лави виявлені поблизу північного полюса планети. Невелика кількість імпактних кратерів на цих плитах свідчать про їх відносну молодість.

Отримані за допомогою ТЕС дані щодо акумуляції поблизу екватора мінерала гематита, кристалізованого оксида заліза, який зазвичай виникає в місцях гідротермальної активності, незаперечно свідчать про наявність в минулому на Марсі стабільної води на/або поблизу поверхні, а також про існування на ранніх стадіях історії планети атмосфери більшої потужності.

За допомогою лазерної альтиметрії вперше отримане тривимірне зображення північної полярної шапки Марса. Більше ніж 50 000 топографічних вимірів дали вихідні профілі з великою кількістю дрібних деталей топології каньйонів. Наприкінці 1998 року були розпочаті чергові маневри коригування орбіти КА з тим, щоб в березні 1999 року він перейшов на розрахункову кругову орбіту над полюсами з періодом обертання 2 години для глобального картографування поверхні Марса на протязі двох років.