



**ЖИТТЯ У
ВСЕСВІТІ**



Життя у Всесвіті

Вуса Пуаро
2020

УДК 52
Ж74

Ж74 Життя у Всесвіті / Красношарпа Єлизавета, Гаєвська Поліна,
Тимченко Поліна, Давидюк Наталія, Гончар Марія. – Київ: Вуса Пуаро,
2020. – с. 54 : іл.

ISBN 978-966-6785-90-1

Книга про захоплюючі моменти у астрономії, про деталі життя у Всесвіті. Як функціонує Сонячна система та чи є час на планеті Венера?

Космос - це інший світ, у якому все відбувається фантастично, не звикши для звичайної людини. Ви дізнаєтесь про дію Всесвіту з людьми, з навколишнім середовищем.

Неозброєним оком на небі видно близько 6000 зір. Астрономи античності поділяли їх за яскравістю на шість зоряних величин. Найяскравіші зірки належали до першої величини, найтьмяніші — до шостої. Про все це та більше ви прочитаєте у «Життя у Всесвіті».

УДК 52

© Поліна Тимченко, обкладинка
© Вуса Пуаро, видання
українською мовою, 2020

ISBN 978-966-6785-90-1

Астрономія – давньогрецьке слово, яке складається з двох слів: астрон (астрон) – зоря, ноμος (номос) – закон, звичай, тобто «астрономія» означає «закони зірок». У сучасному розумінні астрономія – це наука про рухи, будову і розвиток небесних світил (космічних тіл), їхніх систем і Всесвіту в цілому. Отож астрономія вивчає тіла Сонячної системи, зорі, міжзоряне середовище, нашу Галактику, інші галактики, тощо.

Методи астрономії дуже різноманітні: одні застосовуються для визначення положень об'єктів на небесній сфері, інші – для вивчення просторових рухів або для визначення будови небесних тіл та їхніх систем, фізичних характеристик тощо.

Астрономія має дуже давню історію. Існують записи про спостереження астрономічних явищ, які було зроблено ще 5 тисяч років тому. Найпершими засобами для спостережень були людські очі та найпростіші кутомірні інструменти, а об'єктами – Сонце, Місяць, найяскравіші зорі та їхні скупчення, туманності, найближчі до Сонця планети та іноді яскраві комети, а ще метеори й боліди. З розвитком людської цивілізації, а також астрономії як однієї з наук, збагачувався арсенал засобів спостережень, коло доступних для спостережень та досліджень небесних тіл розширювалось, що сприяло поглибленню уявлень про фізичні закони, які визначають будову та характеристики небесних тіл, їхній рух та розвиток.

Сучасна астрономія використовує для досліджень такі основні засоби: 1) потужні телескопи та прилади, які здатні реєструвати електромагнітне випромінювання від небесних тіл практично у всьому спектральному діапазоні, а також елементарні частинки, що рухаються у Всесвіті; 2) сукупність фізичних законів, ідей і методів теоретичної фізики і хімії; 3) потужний математичний апарат та можливості обчислювальної техніки та інформатики. Також широко застосовуються космічні засоби досліджень.

Величезна різноманітність об'єктів і засобів та методів їх досліджень зумовила поділ астрономії на декілька (близько десяти) окремих розділів. Це, зокрема, астрометрія, яка визначає положення небесних світил у просторі та вивчає їхній рух, розміри, відстані до них і т.п.; небесна механіка, яка вивчає закони гравітаційної взаємодії небесних тіл та їхніх систем і досліджує їхній взаємний рух; астрофізика, яка вивчає природу, будову та еволюцію зір, міжзоряної матерії, фізичні процеси у різних космічних середовища, тілах та їхніх системах; зоряна астрономія досліджує будову нашої Галактики та інших галактик, закони руху зір у них; радіоастрономія досліджує небесні джерела випромінювання у радіодіапазоні електромагнітних хвиль; гамма-астрономія досліджує джерела γ -випромінювання і т.д. У інших розділах астрономії досліджуються закономірності утворення й еволюції планет та планетних систем, зокрема Сонячної системи (космогонія), а також Всесвіту в цілому (космологія). До кола інтересів астрономів входить також пошук життя у Всесвіті.

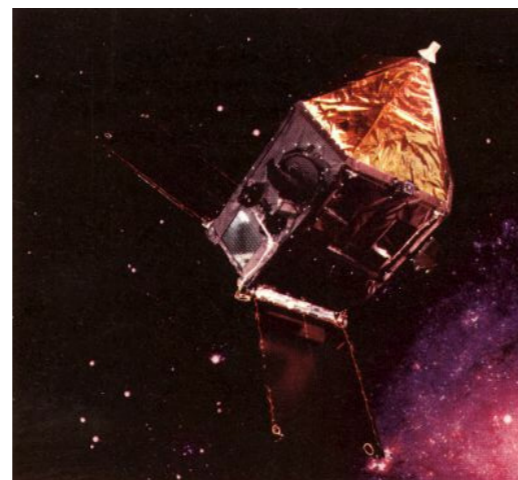
The background is a deep blue-toned astronomical image of a nebula, likely the Helix or Ring Nebula, showing intricate filamentary structures and glowing regions. The text is overlaid on the right side of the image.

Розділ 1
АСТРОМЕТРІЯ

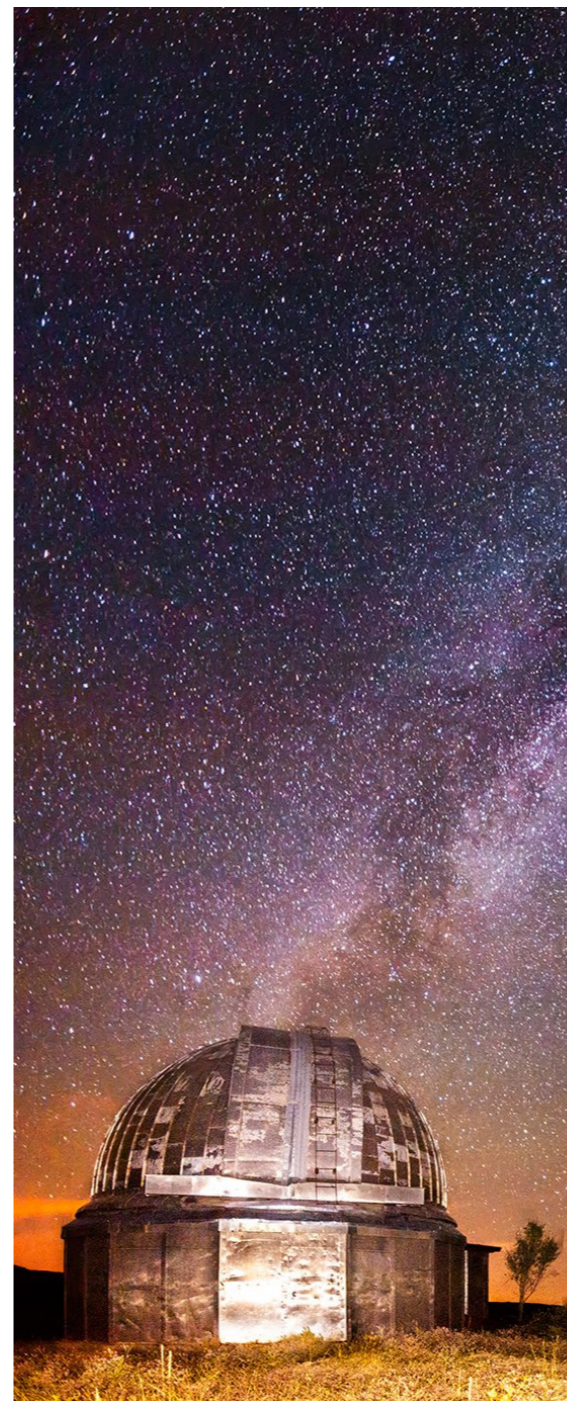
Астрометричний зоряний каталог ФОНАК

Л. М. Свачій - кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Щоби вивчати позаземні об'єкти та пов'язані з ними явища, науковцям потрібно мати інерціальну систему координат у космічному просторі. У наш час в астрономії та суміжних науках стандартом вважається так звана Міжнародна небесна система координат. Її осі задає каталог високоточних положень позагалактичних радіоджерел, які не мають власних рухів. В оптичному діапазоні спектра електро-магнітних хвиль Міжнародна небесна система координат реалізується каталогом зір, створеним на основі спостережень першого астрометричного штучного супутника Землі ГІПАРКОС. Його спостереження охоплюють 1989–1993 рр., а каталог ГІПАРКОС містить високоточні положення, власні рухи та фотометричні характеристики для 118 тис. зір до 11-ї зоряної величини. Проте каталог ГІПАРКОС далеко не задовольняє в оптичному діапазоні спектра сучасних потреб астрономії. Щоби досліджувати кінематику і структуру Галактики, визначати координати слабких зір та ін., науковці потребують високоточного каталогу, який би містив астрометричні та фотометричні величини для більш слабких зір. Інакше кажучи, перед сучасною астрометрією постало завдання поширити систему каталогу ГІПАРКОС на слабкі зорі. Значний внесок у виконання цього завдання зробили астрометристи Головної астрономічної обсерваторії НАН України, створивши оглядовий зоряний каталог ФОНАК.



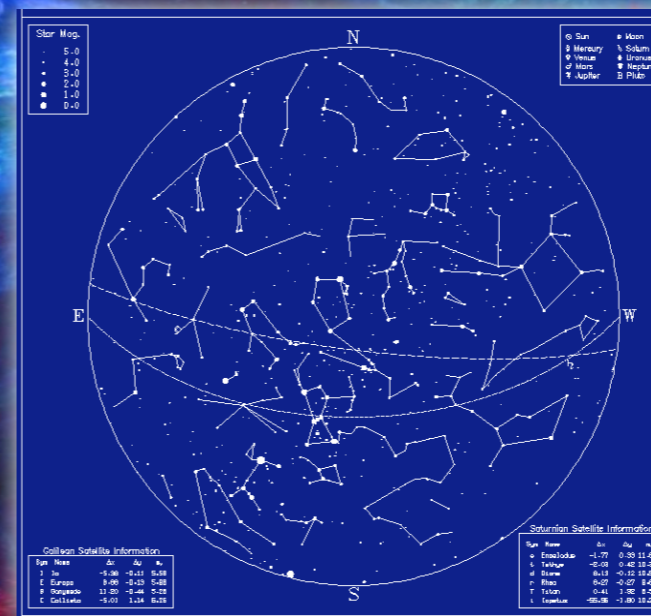
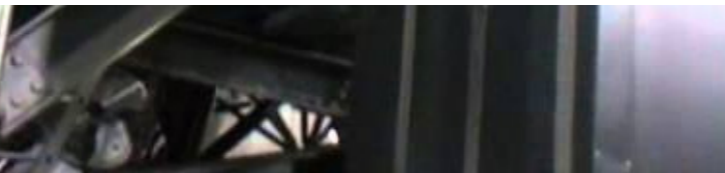
Супутник ГІПАРКОС



Процес побудови цього каталогу охопив кілька десятиліть. Ще 1976 р. астрономи ГАО НАН України запропонували програму спостережень, на основі яких можна було б створити оглядовий каталог зір північної півкулі неба до зоряної величини $m = 14-16$. Планувалося, що декілька обсерваторій колишнього СРСР з допомогою однотипних ширококутних астрографів виконають астрометричні спостереження, які чотири рази перекриють північне небо від полюса до -2° схилення. Ця програма дістала назву ФОН (Фотографічний огляд неба). Згідно з наміченим планом київські астрономи мали фотографувати небо в зоні схилення $+32^\circ < \delta < 90^\circ$. Систематичні спостереження за програмою ФОН розпочались 1982 р., та згодом через розпад СРСР координація цих наукових робіт порушилась. Не всім обсерваторіям вдалося провести спостереження в запланованому обсязі, проте астрономи ГАО виконали намічене завдання, здобувши знімки всього північного неба. За 15 років спостережень київські науковці дістали понад 2300 пластинок, які фіксують положення майже 30 млн зір північного неба до 16-ї зоряної величини на середню епоху 1989,19. Щоби створити оглядовий зоряний каталог, використано 1600 із них і ще 90 пластинок для зони $-2^\circ < \delta < 2^\circ$, здобутих астрономами з Китабської обсерваторії (Узбекистан). З допомогою автоматичного вимірювального комплексу ПАРСЕК астрономи ГАО НАН України визначили координати зображень усіх зір до зоряної величини 14.5m на відібраних пластинках, а згодом здійснили необхідні редуційні обчислення.

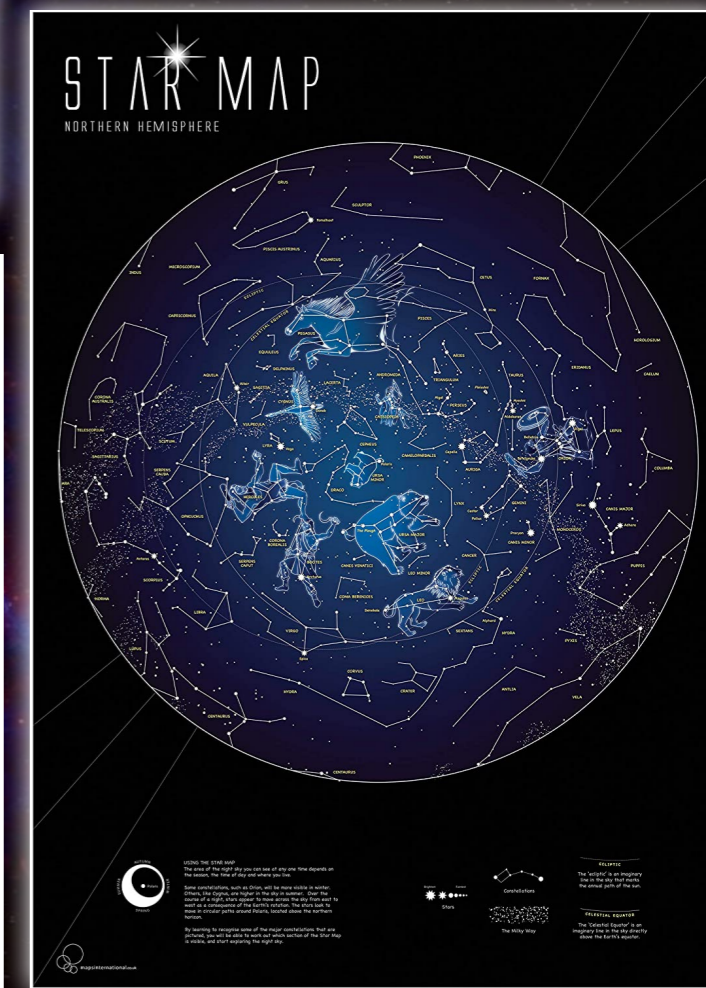


У результаті цієї роботи створено каталог положень, власних рухів і фотометричних величин понад 2 млн зір до зоряної величини 14.5m у зоні $-2^\circ < \delta < +90^\circ$. Він дістав назву ФОНАК (Фотографічний огляд неба — Астрографічний каталог). Середня епоха каталогу — 1989,19, точність прямих піднесень і схилень становить відповідно $\pm 0,18''$ і $\pm 0,19''$, точність власних рухів дорівнює $\pm 0,0037''/\text{рік}$, а точність зоряних величин має значення $\pm 0,18m$ (для зір, яскравіших від сьомої зоряної величини і слабших за 12-ту, точність визначення вказаних характеристик нижча). Системи каталогів ФОНАК і ГППАРКОС практично збігаються. Спочатку ФОНАК мав вигляд окремих файлів (їхня загальна кількість становила майже 1700), які містили астрометричні та фотометричні величини на епоху й рівнодення 12000,0 для зір кожної пластинки. Згодом увесь масив даних був розподілений на 93 файли за одноградусними зонами схилення. Ці файли містять екваторіальні координати, власні рухи, фотометричні величини та номери зір за каталогом AC2000. У такому вигляді каталог ФОНАК розміщено на Web-сторінці ГАО НАН України. Він розповсюджувався у невеликій кількості на СБ-дисках і був переданий до Міжнародного центру астрономічних даних у Страсбурзі, на Web-сторінці якого вперше з'явився 1999 р.



Хоча в наш час щороку з'являється декілька каталогів, що містять характеристики для багатьох мільйонів зір, ФОНАК усе ще залишається найповнішим джерелом інформації про власні рухи зір із зоряними величинами від 12,5 до 14,5m. Він є наймасовішим із каталогів, створених будь-коли на пострадянському просторі. Завдяки високій точності положень і власних рухів зір та відсутності систематичних похибок типу рівняння блиску каталог ФОНАК можна використовувати як опорний у процесі обробки астронегативів і полів ПЗЗ-матриць, що містять зображення слабких об'єктів (астероїдів, штучних супутників Землі та ін.) до 15–16-ї зоряної величини. Крім того, ним можна послуговуватися у дослідженнях кінематики і структури Галактики.

Каталог ФОНАК використовувався для визначення деяких кінематичних параметрів Галактики: сталих Оорта, координат апекса Сонця, вікових паралаксів та ін. До того ж, уміщені в цьому каталозі величини були використані у створенні спеціального зведеного каталогу, призначеного для дослідження комплексу зореутворення в ділянці OB-асоціації Per OB2.





Розділ 2

ЧАС І КАЛЕНДАР

Час і Всесвіт за уявленнями наших пращурів

М. О Чмихов

Матеріал для ілюстрації розвитку науки, лічба часу – це все і є історія календаря. Особливості календаря допомагають збагнути минуле. Запровадження нового календаря часто супроводжує важливі політичні події.

Ось приклад одного з них.

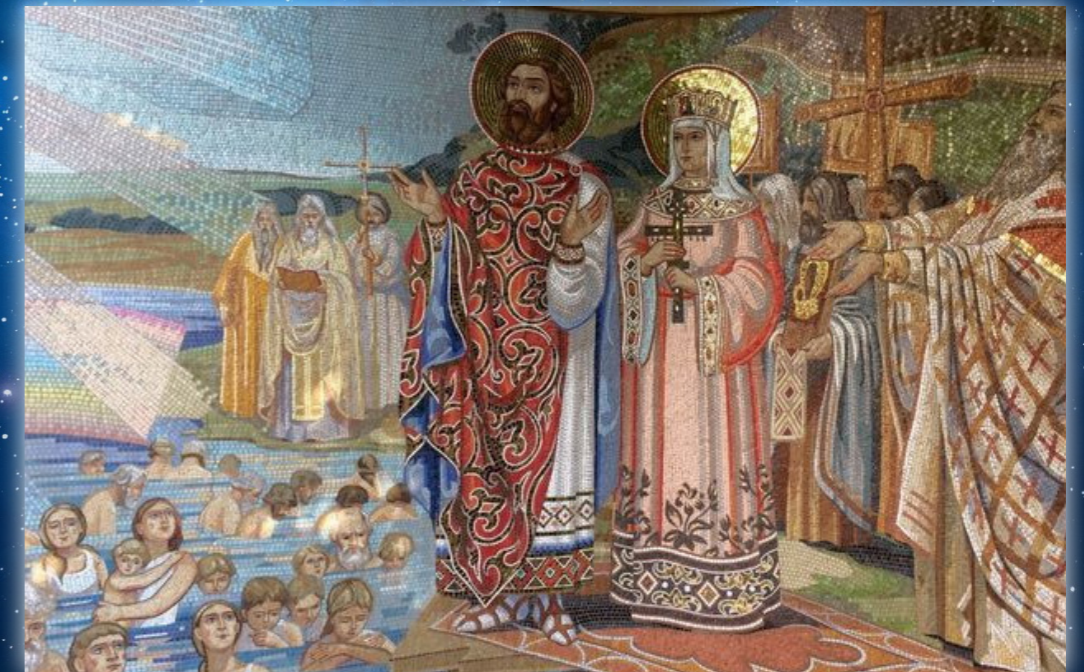
...988 рік. На Русі прийнято християнство як державну релігію. Незважаючи на всю важливість цієї події, літописи обмежуються описом хрещення киян, не називаючи ні дня, ні місяця, ні навіть пори року, коли воно відбулося. Чому?

Численні факти свідчать, що прийняття християнства на Русі не було несподіванкою. За повідомленнями арабських та візантійських джерел, уже в IX ст. серед руських дружинників і купців була чимала кількість християн. Ними, як відомо, була бабуся князя Володимира Ольга та деякі з її близьких осіб. У Києві вже в першій половині X ст. був християнський храм – церква св. Іллі.

Як готувалося прийняття нової релігії, розповідає «Повість минулих літ». Народа бояр і міських старшин, скликана князем Володимиром у 987 р., вирішила направити послів до різних країн, щоб переконатися в перевазі тієї чи тієї форми релігії. Повернувшись додому, послі висловилися на користь прийняття християнства за грецьким зразком. Нова боярська нарада, яка відбулася в тому самому році, схвалила таке рішення й доручила князеві обрати місце хрещення киян. Про дату цієї важливої акції на нараді (наче про всім давно відому річ) не йшлося. Чому?

Важливою стороною прийняття християнства на Русі було, власне, запровадження християнського юліанського календаря, місцевою особливістю якого стало перенесення Нового року на 1 березня за юліанським стилем (далі – ю. ст.). Чому саме цей день був першим у році? Можливо, 1 березня (ю. ст.) 988 р. було обрано князем тому, що цей день вважався у християнстві днем створення Всесвіту? Хоча церковний великодній рік починався 1 березня початком цивільного року в католицьких країнах було 1 січня а в православній Візантії – 1 вересня. Тоді, може, віднесення початку року на Русі на березень спричинено тим, що, вводячи новий календар, князь хотів і розпочати його одразу ж після завершення року старого дохристиянського календаря?

На жаль літописні дані не лише не допомагають у висвітленні цих питань, а навпаки, ставлять під сумнів навіть сам рік прийняття християнства, оскільки з трьох основних подій 988 р., наведених у «Повісті временних літ» – походу Володимира на Корсунь, хрещення князя та хрещення Русі, – за свідченням інших давньоруських та візантійських літописів, перша відбулася 989, а друга – ще 986 р. Отже, джерела епохи християнства на Русі не можуть нам допомогти. Оскільки ж введення християнства уособлювало насамперед докорінну зміну в ідейному житті країни, відповіді на поставлені питання закономірно шукати в дохристиянському світогляді – східнослов'янських моделях Всесвіту та дохристиянському календарі з його святами, що відповідали язичницькій космології.



Такі дослідники, як М.В. Степанов, Д.О. Святський, А.М. Зелінський вважають, що до прийняття християнства на Русі вживався сонячно-місячний календар з 19-річним циклом. Існування цього циклу було зумовлено тим, що зміна пір року визначалася за рухом Сонця, довжина місяця — періодом зміни фаз Місяця, а рік починався з молодика, найближчого до дня весняного рівнодення. Оскільки 12 місячних місяців мають 354 дні, а сонячний рік — 365, після закінчення першого року циклу різниця між рівноденням та молодиком становитиме 11 днів, тобто новий рік почнеться за 10 днів до рівнодення. Після закінчення 12-го місяця другого циклу ця різниця зросте вже до 22 днів. Тому для того щоб починати новий рік в молодик, найближче до рівнодення, додається тринадцятий 30-денний місяць, після якого молодик випадатиме аж на 8-й день після рівнодення. Із цього дня й починають наступний рік. Унаслідок періодичних вставок семи тринадцятих місяців протягом 19 років різниця між днями рівнодення й молодиком ліквідується і на початку нового циклу молодик та рівнодення знову відбуватимуться в один і той самий день.

Першим місяцем року був, очевидно, квітень, бо сама його назва відповідала розквітові природи й життя людини, що наставали з приходом астрономічної весни. На противагу цьому, назви інших весняних місяців — березень та травень, що пояснюються, як назви місяців цвітіння берези та буйства трав, є більш конкретними й обмеженими за змістом і не могли надаватися першому місяцю після весняного рівнодення. Роль квітня як першого місяця року підкреслює й місце місяця жнив — серпня. Коли 1 квітня в дохристиянському календарі збігалось би на початку багаторічного циклу з днем весняного рівнодення, початок серпня припадав би в 986 р. на 11 липня — 9 серпня (ю. ст.) або місяць займав би другу половину липня — першу половину серпня в нинішньому григоріанському календарі, що, дійсності відповідає основному періоду жнив, бо, за даними академіка Б.О. Рибаківа, для Київщини та Житомирщини жнива серпом в основному відбувалися з 24 липня до 7 серпня (за ю. ст.). Така особливість місця серпня й пояснює, чому дослідники історії календаря назву давньоруського серпня відносять до теперішніх липня або серпня. З іншого боку, коли б рік починався 1 березня (дохр.), серпень припадав би на теперішні другу половину серпня — першу половину вересня, що неможливо, бо не відповідає періоду жнив, тобто суті місяця серпня.

У такому разі можна вважати, що до введення християнства на Русі рік починався 1 квітня (дохр.), а останнім місяцем року завжди був березень, і в періоди, коли вводився додатковий тринадцятий місяць року, саме березень, як це було прийнято в календарях з багаторічними циклами, подвоювався, тобто тринадцятий місяць називався березнем-другим.

Оскільки в 988 р. початок місяців за юліанським і дохристиянським календарями не збі-

галися — 1 березня (ю. ст.) відповідало 16 березня-другого (дохр.), — Володимирові треба було ліквідувати місячні місяці, а рік почати першого числа одного з місяців юліанського календаря. За таких умов князь мав, здавалося б, два варіанти: обрати днем нового року або 1 березня (ю. ст.), тобто дохристиянське 10 березня, або 1 квітня (ю. ст.), тобто 10 квітня (дохр.) Але 1 квітня (ю. ст.) не могло стати днем Нового року християнського календаря, бо тоді треба було б святкувати спочатку Новий рік за язичеським календарем (масляну) ще з дохристиянського 18 по 24 березня, або з 9 по 15 березня (ю. ст.), а після цього — Новий рік за юліанським календарем — 1 квітня (ю. ст.). Іншими словами, внаслідок кількох причин саме 1 березня (ю. ст.) 988 р. виявилось найсприятливішою датою для дня Нового року давньоруського християнського календаря.

За такої умови, першим місяцем року став березень, бо на 1 березня (ю. ст.), перебуваючи в межах березня, припадало дохристиянське 10 березня. Відповідно до цього відбувся послідовний зсув народних назв і наступних місяців року, число днів у яких zarazом було збільшено за рахунок ліквідації вставного тринадцятого місяця. Загалом все це привело до нинішньої тепер невідповідності давньоруських народних та латинських назв.

Новий календар сприймався водночас і як символ нової релігії. У такому разі й саме хрещення киян не могло відбуватися ні в який інший день, крім 1 березня (ю. ст.) 988 р. Безумовно, саме в цьому й полягає причина замовчування літописцем дати прийняття християнства, адже для нього, як і для його сучасників, вибір цього дня здавався цілком природним і не вимагав ніяких додаткових пояснень.





Розділ 3

ЗЕМЛЯ І МІСЯЦЬ



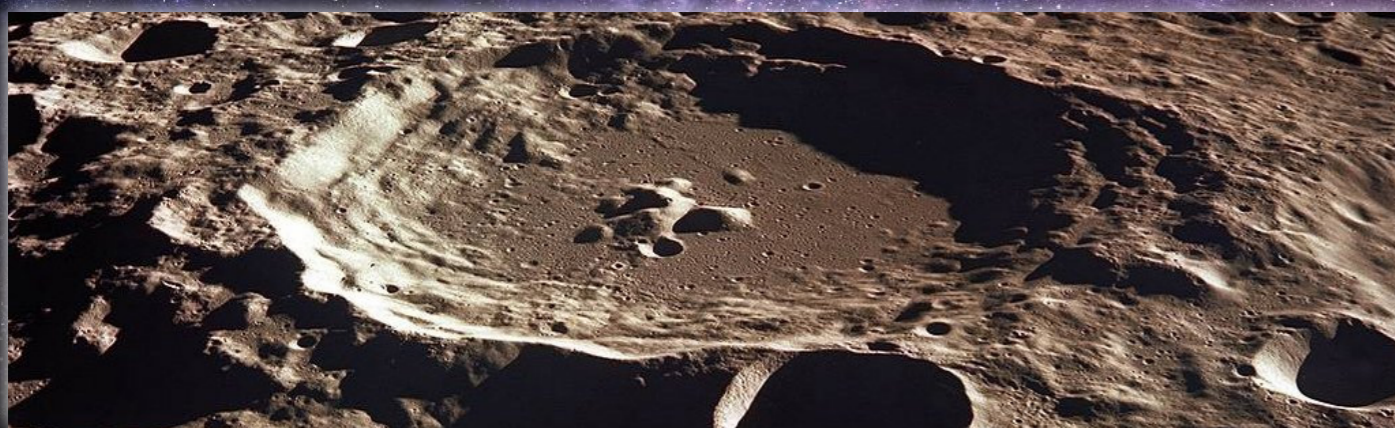
Місячна криниця

**В. С. Кислюк - доктор фізико-математичних наук, професор
Головна астрономічна обсерваторія НАН України**

Вода на планеті та можливість її видобування є одним з основних чинників, які роблять можливим активне освоєння планети, бо вода є джерелом життя на ній. Ще донедавна вважали, що Місяць (природний супутник Землі) є надзвичайно сухим небесним тілом. Про це свідчили проби зразків місячного ґрунту, доставленого на Землю космічними апаратами серії «Аполлон» та «Луна». З аналізу цих ґрунтів випливає, що, очевидно, Місяць ніколи й не мав помітної кількості власної води. Саме власної, бо вже давно відомо, що серед багатьох космічних тіл, які постійно бомбардують місячну поверхню, утворюючи ударні кратери, є й комети, які понад на 90% складаються з водяного льоду.

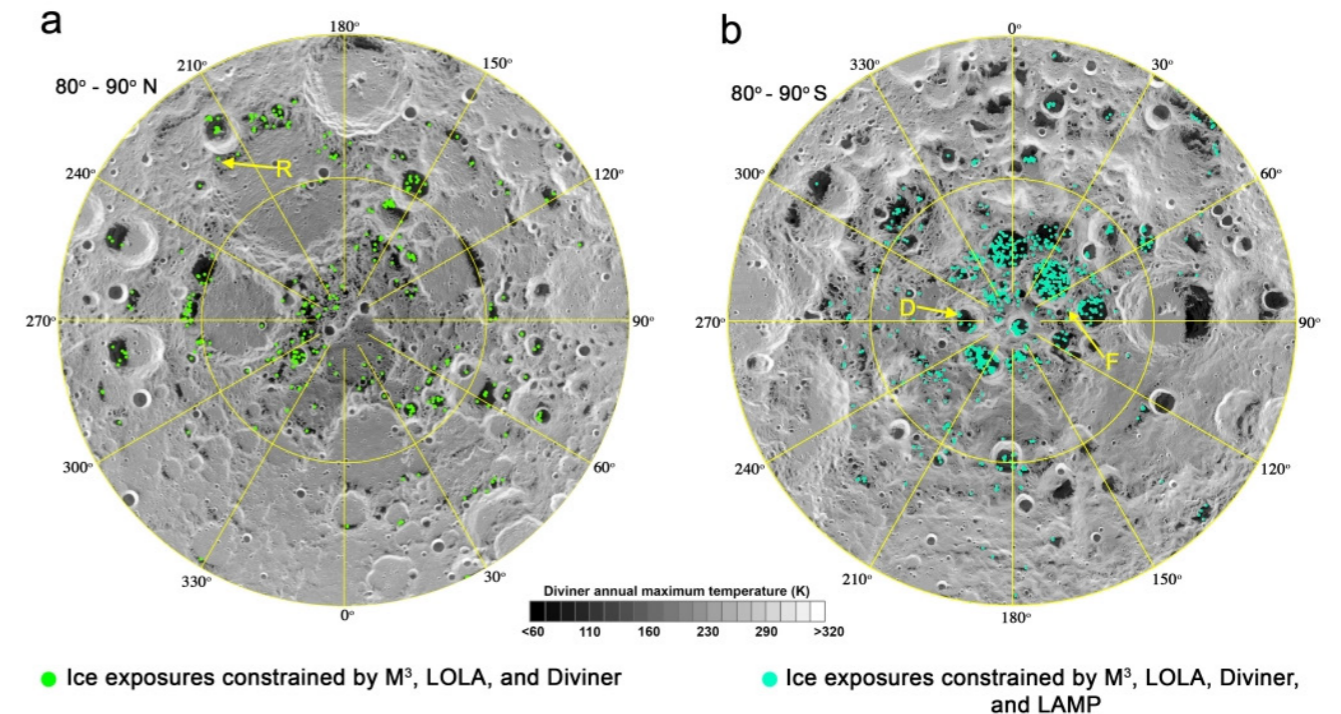
Виникає питання — звідки взялася ця вода, якщо в зразках місячного ґрунту її не виявлено? Але відповідь на це питання є, і вона дуже прозаїчна. Справа в тому, що Місяць — порівняно невелике небесне тіло з малою силою тяжіння й дуже високими денними температурами. Упродовж місячної доби (тривалістю у 29 земних днів) усі регіони Місяця освітлюються сонячним промінням і температура (за браком атмосфери) на сонячній частині поверхні Місяця сягає +130° за Цельсієм. Отже, за короткий проміжок часу лід на ньому перетворюється на пару води, яка швидко вивітрюється в космічний простір, бо мала гравітація не в змозі утримувати газ протягом тривалого часу.

Водночас, навіть ще до початку космічної ери припускали, що на Місяці, поблизу полюсів, є зони вічної тіни, у яких можливе скупчення водяного льоду. Але це були лише припущення.



«Холодні пастки» на Місяці

Відомо, що вісь обертання Місяця майже перпендикулярна до площини його орбіти навколо Сонця (нахил становить усього приблизно 1,6°). Це означає, що на Місяці немає зміни пір року, а на полюсах Сонце постійно знаходиться на обрії, або поблизу горизонту. Отже, гора заввишки в декілька сотень метрів, що розташована в районі одного з полюсів, постійно освітлена Сонцем, у той час, як такої ж величини заглибина тут ніколи не отримує сонячного проміння. Такі заглибини є своєрідними «холодними пастками». Брак атмосфери на Місяці призводить до того, що температура в них постійно становить (-160 чи -170)°С, а на горі, що розташована поряд буде постійна спека. Такі різко контрастні умови дуже сприятливі для розташування баз тривалого перебування людей із метою подальшого освоєння Місяця. Наявність постійно освітленого місця розв'язує проблему енергозабезпечення місячної бази, а «холодні пастки» є цінним природним холодильником, який можна застосувати, зокрема для розташування там криогенної (яка працює лише в холодних умовах) апаратури. Крім того, «холодні пастки» можуть розв'язати проблему водопостачання місячної бази. Виявляється, що на Місяці є величезна западина, про яку науковці раніше не здогадувалися.



Найдавніший кратер у Сонячній системі

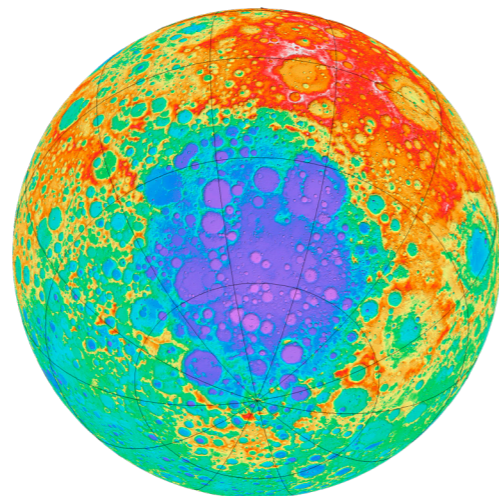
Про існування великої западини поблизу південного полюса на зворотному боці Місяця свідчили дані попередніх досліджень Селени. Зокрема, на це вказували профілі Місяця, отримані за допомогою КА серії «Зонд». Пізніше було встановлено, що така западина має гігантські розміри. Вона починається біля кратера Айткен (16° пд. широти) і простягається за південний полюс Місяця. Виявляється, що басейн «Південний полюс — Айткен» (така його умовна назва) є найдавнішим з усіх об'єктів Місяця. Напевно, він виник, коли велетенське небесне тіло впало на Місяць, що відбулося приблизно 4 млрд років тому. До того, це — найдавніший кратер у Сонячній системі. Його вік був встановлений через підрахунок кількості більш дрібних кратерів, які розташовані всередині басейну. Приблизна частота падінь небесних тіл, які утворили ці кратери, відома, що й дало змогу зробити подібні висновки щодо віку цього гігантського кратера. Такий величезний «шрам» на Місяці могло залишити тіло діаметром приблизно 200 км.

Басейн «Південний полюс — Айткен» глибиною орієнтовно 13 км має діаметр приблизно 2500 км. Тепер відомо, що перепад між найвищою й найнижчою точками на Місяці становить понад 16 км. Раніше вважалося (зокрема, за даними експериментів програми «Аполлон»), що цей розмах дорівнює 11—12 км.

До цього моменту район південного полюса Місяця був досліджений недостатньо. Оцінюється, що південний полюс розташований нижче середнього рівня Місяця приблизно до 2 км. Тому можна було припустити, що тут є «холодні пастки», а, отже, там можливе скупчення льоду. Ось чому увага американського космічного апарата (КА) «Клементина» була сконцентрована на вивченні саме околиць південного полюса Місяця.



Космічний зонд «Клементина»



Прощальний подвиг «Клементини»

Космічний зонд «Клементина» стартував із космодрому Ванденберг 25 січня 1994 р. для того щоб вивчити одного з біляземних астероїдів у разі зближення з ним. Назва для КА була обрана на честь Клементини — дочки рудокопа зі старовинної шотландської балади «Моя дорога Клементина». Назва виявилася символічною, бо призначенням КА було визначити мінералогічний склад Місяця та астероїда і згодом, як і героїня балади, загубитися і зникнути назавжди. Іронія долі така, що «Клементина» дійсно загубилася і зникла, але набагато раніше, ніж планувалося. А що ж планувалося?

Дорогою до астероїда КА мав здійснити великий комплекс досліджень Місяця. І це було зроблено. 19 лютого 1994 р. КА «Клементина» був виведений на досить видовжену еліптичну полярну орбіту навколо Місяця, з мінімальною відстанню до місячної поверхні приблизно 400 км, а максимальною — орієнтовно 2900 км. За 71 день активної роботи станція отримала винятковий обсяг інформації щодо природного супутника Землі, відзнявши 38 млн км² площі місячної поверхні та передавши на Землю понад 1,6 млн знімків. Після успішно виконаної навколomisячної місії була здійснена спроба перевести станцію на траєкторію польоту до астероїда Географ, але зв'язок із нею припинився. «Клементина» зникла в просторах Всесвіту.

Станція «Клементина» була оснащена чотирма знімальними камерами, які дали змогу знімати місячну поверхню в широкому діапазоні видимого та інфрачервоного спектра та з дуже великою роздільною здатністю. Отримані дані дали змогу провести детальне картографування типів порід місячної кори й детально вивчити геологію полярних регіонів та зворотного боку Місяця. Особливо треба зазначити результати лазерних вимірювань місячної поверхні, які дадуть змогу отримати глобальну топографічну фігуру Місяця. На основі топографічних та гравітаційних даних здобули глобальну мапу товщини місячної кори.

Хоча на борту КА «Клементина» не було приладу, спеціально призначеного для пошуків льоду, але був проведений експеримент, який дав можливість пролити світло на цю проблему. Це так званий бістатичний радіолокаційний експеримент. Відомо, що радіохвилі відбиваються від поверхні планети по-різному, залежно від складу речовини, з якої складається ця поверхня. В експерименті на «Клементині» використовувався бортовий радіопередавач, сигнали якого спрямовувалися в темні райони південного полюса Місяця. Відбиті сигнали реєстрували антени мережі далекого космічного зв'язку на Землі. Характер сигналів, відбитих від постійно затемнених місць на Місяці, різко відрізняється від тих, що відбиті від гірських порід, характерних для інших регіонів місячної поверхні. Радіолокаційні вимірювання привели до висновку, що на південному полюсі Місяця присутній поверхневий матеріал, який відповідає параметрам водяного льоду.

Якою б сенсацією не здавалися результати «Клементини», але все ж вони були опосередковані. Вони швидше не заперечували можливість існування льоду на Місяці, ніж підтверджували таку можливість. Потрібні були більш прямі докази. І вони не забарилися.

«Лунар проспектор»: лід на Місяці є

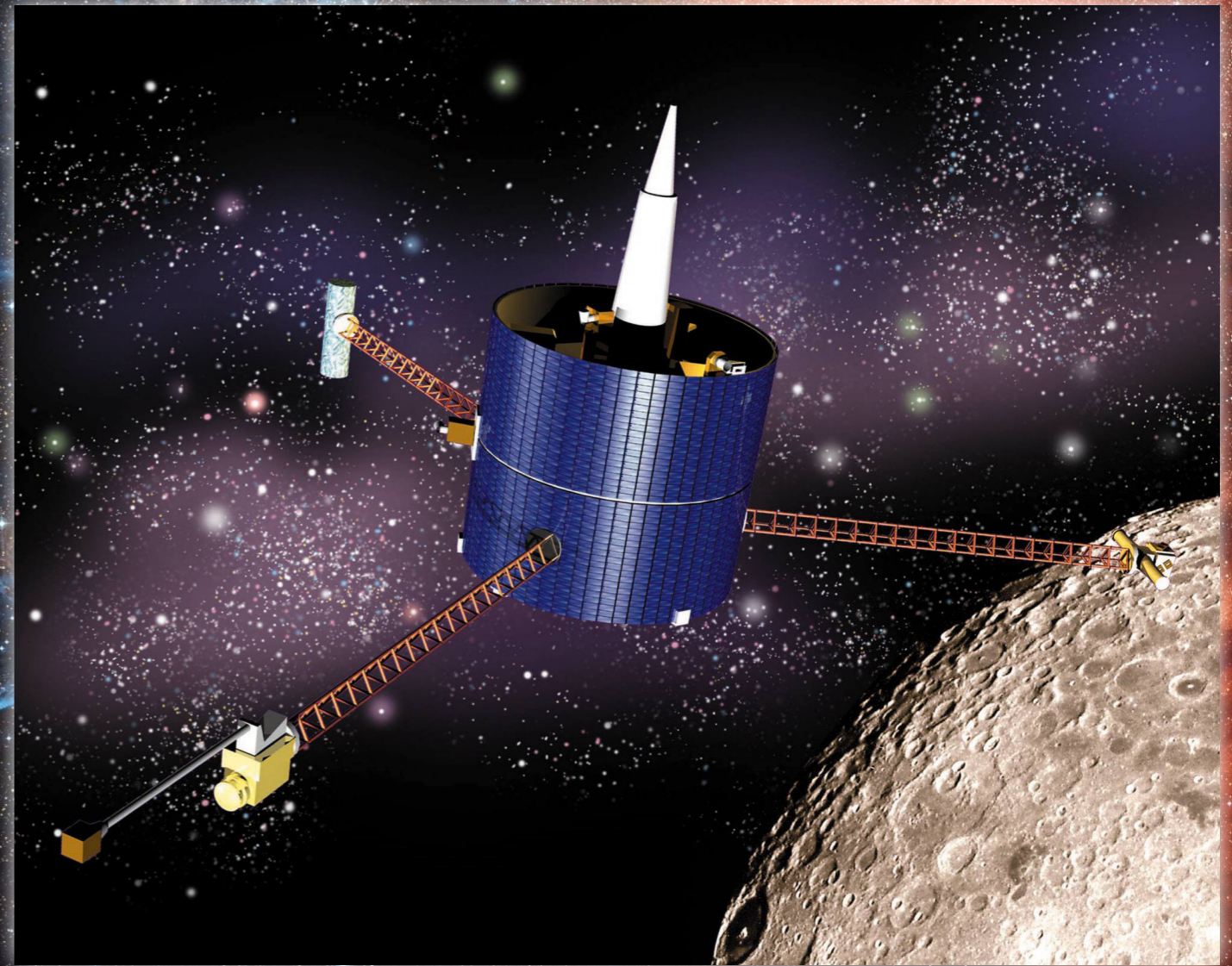
7 січня 1998 р. з космодрому Кеннеді був запущений КА «Лунар проспектор» (місячний розвідувач). Цим запуском розпочалося здійснення чергового проекту за програмою «Дискавери». Цю програму розпочали в 1992 р. за ініціативи NASA. Вона призначена для планомірного дослідження об'єктів Сонячної системи. Завданням КА «Лунар проспектор» є дослідження з низької полярної орбіти складу поверхневих порід Місяця, відкладень льоду в полярних районах Місяця, вивчення структури магнітного і гравітаційного полів Місяця, а також вивчення природи короткотривалих явищ, можливо, пов'язаних із процесами дегазації місячних порід.

Після низки орбітальних маневрів у навколomisячному просторі 15 січня 1998 р. апарат вийшов на штатну орбіту для регулярного виконання програми дослідження місячної поверхні. Це майже колова полярна орбіта (99 км у периселенії — найменшій відстані від місячної поверхні і 100 км в апоселенії — найбільшій відстані від місячної поверхні) з періодом орієнтовно 2 год. Програма роботи супутника рекомендована на один рік, після чого ще протягом двох років заплановано провести детальне дослідження місячної поверхні зі зміною його орбіти, поступово зменшуючи периселеній (до 50 і навіть 10 км) для отримання інформації більш високої роздільної здатності для окремо вибраних районів.

Але повернімося до льоду. Уже на початку березня 1998 р. були оголошені результати обробки даних, отриманих за допомогою нейтронного спектрометра, що міститься на борту КА, за перші два місяці роботи. Вони виявилися вражаючими. Насамперед були повністю підтверджені результати-припущення «Клементини». Крім того, запаси льоду виявлені як на південному, так і на північному полюсі Місяця. А постійно затінених місць («холодних пасток») на північному полюсі, навіть, більше, ніж на південному («Клементина» вказувала на більші запаси льоду саме на південному полюсі).

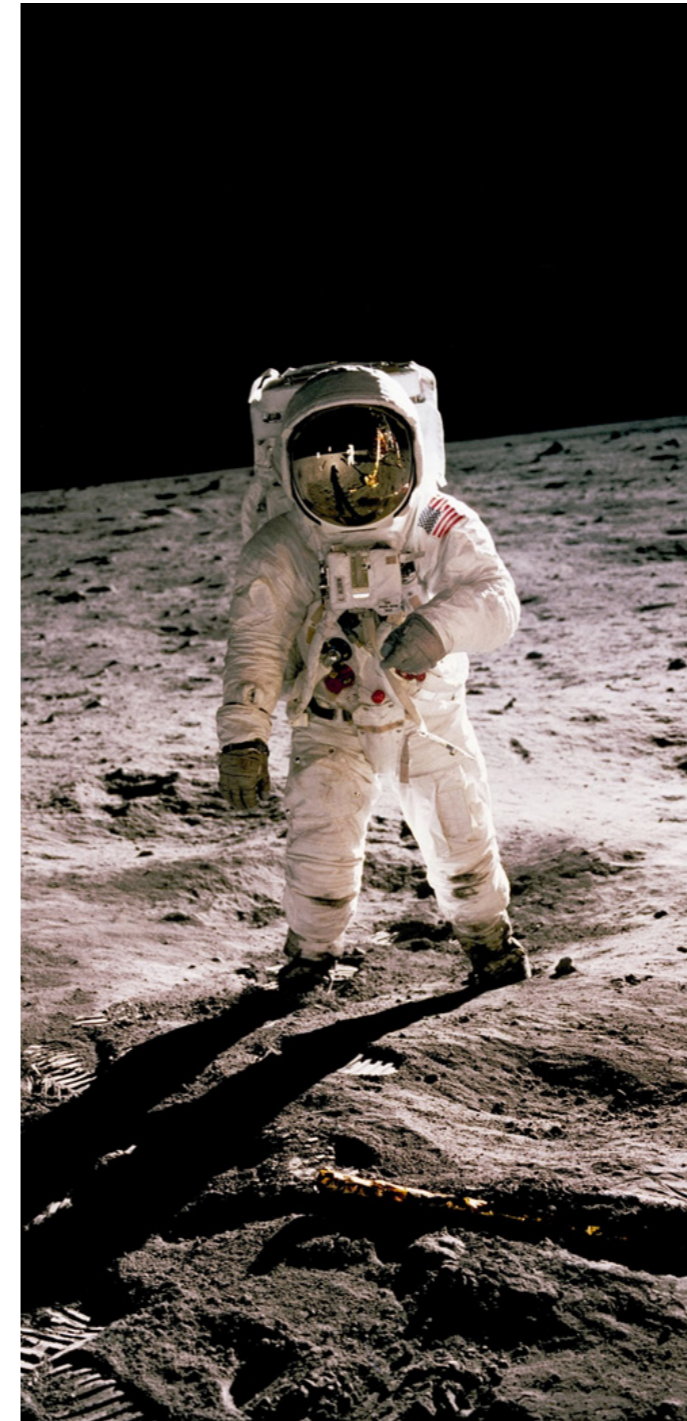
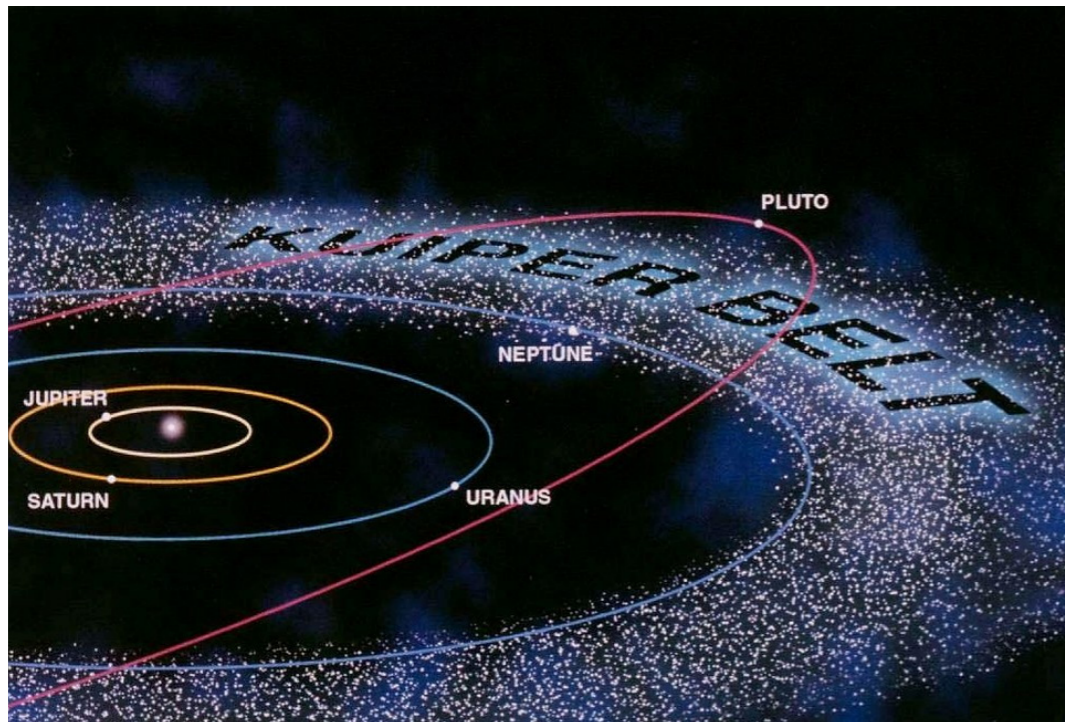
Оцінюється, що розміри передбачуваних ділянок, що містять силікатно-льодяну суміш, на північному полюсі досягають від 10 тис до 50 тис км², а на південному полюсі — від 5 тис до 20 тис км². Спеціалісти з NASA вважають, що на обох полюсах Місяця може бути понад 6 млрд тонн льоду, причому з них до 15 % переважно на північному полюсі.

Але чому ми маємо довіряти результатам «Лунар проспектора»? Як лід був виявлений? Як уже згадувалося, на борту КА «Лунар проспектор» міститься нейтронний спектрометр, прилад вагою 3,9 кг, який реєструє потік «повільних» нейтронів, що виникають у процесі зіткнення нейтронів космічних променів з атомами водню, і має здатність виявляти навіть невеликі відкладення водяного льоду при рівні його вмісту в місячному ґрунті менше ніж 0,01%. За висоти орбіти 100 км роздільна здатність на поверхні становить 150 м. Аналіз кількості зареєстрованого водню якраз і свідчить про запаси води на Місяці й дає можливість оцінити розміри цих запасів.



Звідки взявся лід у «холодних пастках»?


Місячна поверхня постійно бомбардується метеоритами й мікрометеоритами, більшість із яких містять водяний лід, а також кометами. Судячи з величини місячних кратерів, багато з космічних тіл були досить масивними об'єктами. У результаті бомбардування місячної поверхні кометами, молекули води утворюють велику хмару, яка швидко розповсюджується над поверхнею місяця. Деяка частина таких молекул потрапляє в «холодні пастки», яких вони вже залишити не можуть. Це, звичайно, незначна частка загальної кількості води, що потрапляє на Місяць. Проте за понад 4-мільярдну історію Місяця в постійно затінених місцях може накопичуватися значна кількість льоду. У цих місцях льодяний шар не лише збережеться, але й постійно накопичуватиметься завдяки новим падінням комет. Не виключено також, що колись навколоземний простір відвідав «рій» незвичайних гігантських комет, що рухалися з величезними швидкостями. Ці комети прилетіли з поясу Койпера (недавно виявленого скупчення кометоподібних транснептунових тіл на відстані від 30 до 100 а.о. від Сонця). Оцінено, що є принаймні 35 тисяч об'єктів поясу Койпера розмірами більшими ніж 100 км у діаметрі, а розмірами до 20 км — понад 100 млн таких льодяних тіл. Вважається, що пояс Койпера є джерелом короткоперіодичних комет.



Практична цінність виявленого льоду

Якщо на Місяці справді є райони з великим запасом водяного льоду, то детальне вивчення його важливе найперш з космогонічної точки зору, бо цей лід привнесений ззовні й містить у собі цінні відомості про будову Сонячної системи. Подальшим кроком до дослідження місячного льоду буде, очевидно, доставка проб його на Землю за допомогою апаратів-роботів, перш, ніж експедиції людей займуться цим.

Проте не менш важливе значення льоду для цілей практичної космонавтики: для створення нормального життєзабезпечення людей, які населятимуть місячну базу. Одним із вирішальних чинників вибору місць для таких баз буде можливість організації водозабезпечення. З цього погляду приплюсні райони, а саме «холодні пастки», або сусідні з ними місця можна розглядати як один із найекономічніших варіантів створення місячних баз. Наявність джерел води на Місяці дуже важлива, бо транспортування її з Землі надзвичайно дороге. Крім того, кисень і водень, з яких складається вода, є чудовим ракетним паливом, що може підвищити економічність перельотів на Місяць і назад принаймні в 10 разів. Дуже важливим є й наявність постійно освітлених місць поряд із «холодними пастками». Постійне освітлення має два важливі наслідки: є можливість набувати енергію для місячної станції безпосередньо за допомогою сонячних батарей, що виключає необхідність ядерних реакторів на місячній базі й майже постійне сонячне освітлення забезпечує щодо «м'які» температурні умови на поверхні.

A futuristic space scene. In the center, a large planet with a prominent ring system is illuminated from the right, showing orange and yellow bands. To the left, a blue crescent moon is visible. In the foreground, a dark, rocky landscape with reddish-brown spots is shown. The sky is dark with some nebulae and a few stars. The text "Розділ 4" and "СОНЯЧНА СИСТЕМА" is overlaid on the right side of the image.

Розділ 4
СОНЯЧНА СИСТЕМА

Найближча до Землі планета – Венера

**А. П. Відьмаченко - доктор фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України**

Планета Венера — найяскравіше світило після Сонця та Місяця. Стародавні греки називали її або вечірньою, або ранковою зорею. Захід Сонця означає, що ця зоря-алмаз виходить на полювання поглядів у світі. Вона купається в променях, яснішає. Інколи її можна побачити на блакитному денному небі.

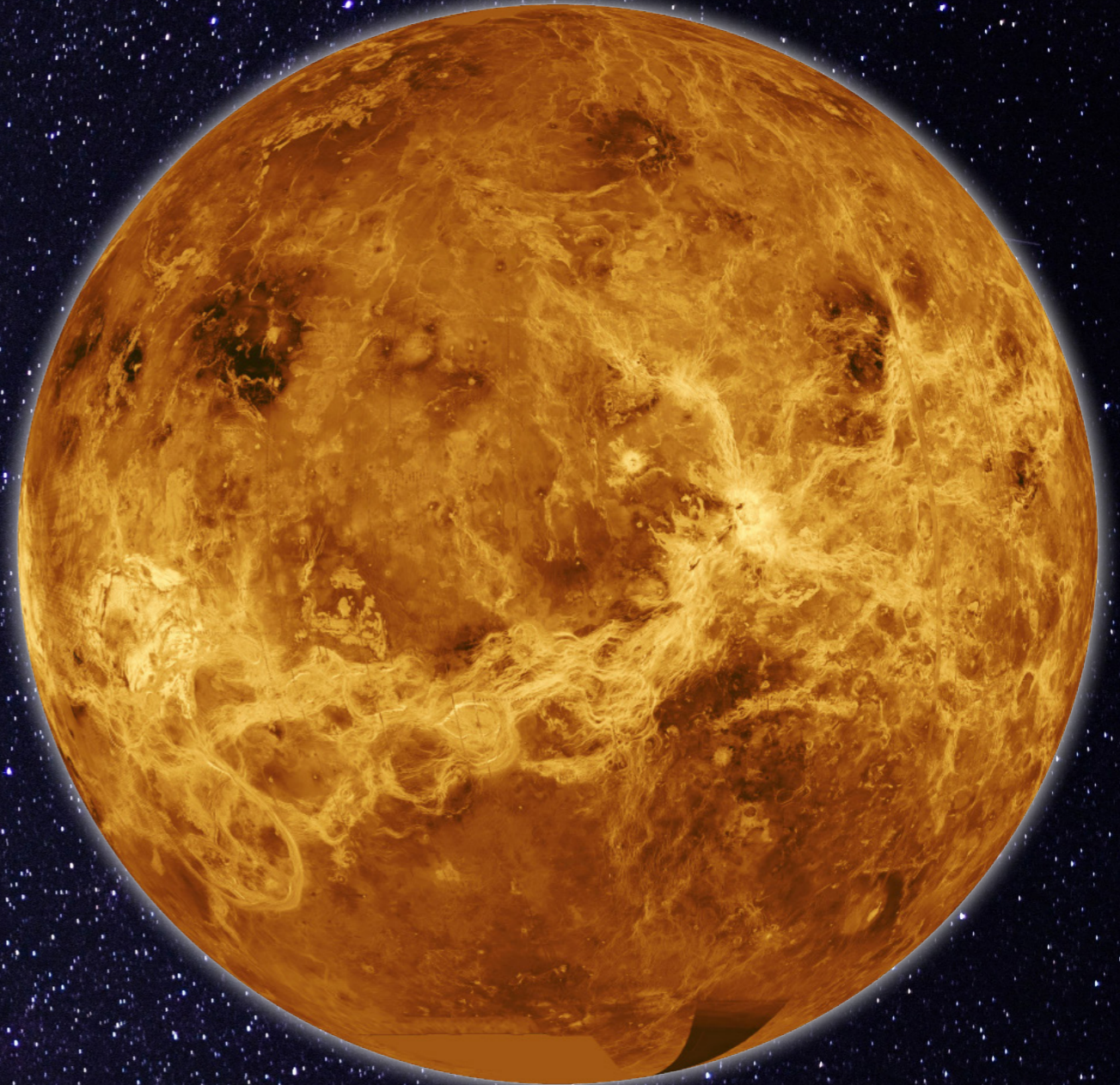
Через те, що Венера має видимий рух та переганяє Сонце, то її в давньоєгипетських текстах назвали «зоря, що перетинає». Іншу назву «ранкова зоря» можна вже побачити в новітніх текстах. Також планету зображували з двома соколиними головами.

Божество кохання, краси, шлюбу — це все про Венеру. У Месопотамії планета була небесним втіленням богині Інанни («Світлої Цариці неба») у стародавнього народу, що населяв південь нижнього Межиріччя й богині Іштар в аккадців. У Стародавній Персії Венеру порівнювали з богинею Анахітою. У Стародавній Греції Венера вважалася зорею Афродіти, а в часи еллінізму її «божественне» ім'я було «Зоря Ісиди» («Фосфор»). В Індусів Венеру називали Шукра, в арабів — Зухра, а в давньоруських текстах — Афродикта. У Китаї планету порівнювали з міфічним правителем Заходу Бай-ді.

У північно-західній частині сучасної китайської провінції Сичуань у середні віки дух планети Венера змальовували у вигляді жінки з лютнею в руках і з зображенням курки в її зачісці. У народу ашанті (Західна Африка) Венера — символ богині родючості Асасе Афуа. У бурятській міфології Венера разом із Сонцем і Місяцем вважається доброю силою, що охороняє людину.

Сучасна назва планети була взята від імені давньоримської богині Венери — захисниці садів і городів. Коли поширилися перекази про Енея, то Венеру почали порівнювати з його матір'ю — покровителькою римлян, богинею краси й кохання Афродітою.

Популярною Венера стала в I ст. до н.е., коли її заступництвом широко користалися Помпей і Юлій Цезар. У міфах і переказах Венера має численні епітети: щаслива, переможниця, милостива, та, що очищає, кінна й навіть лиса. Останній епітет говорить про самовідданість римлянок, які під час війни з галлами пожертвували своє волосся на виготовлення канатів. Хтось припускає, що Венера може бути своєрідною персоніфікацією абстрактного поняття *venia* — «милість богів».

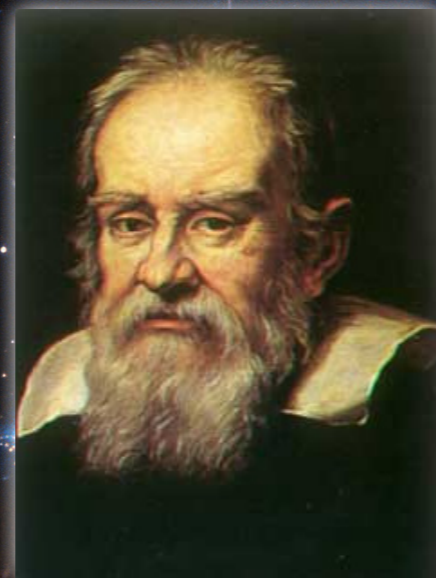


На початку XVII ст. Галілео Галілей довідався про винайдення зорової труби. Цей пристрій наближав віддалені предмети та збільшував їх. Учений відразу ж заходився конструювати такий прилад. Тобто Галілей не винайшов телескоп. Він просто першим спрямував його на небо. Спостереження принесли несподівані відкриття: Галілей побачив кратери на Місяці, плями на Сонці й виявив чотири супутники навколо Юпітера. Спостерігаючи 1610 р. Венеру через свою трубу, він побачив замість диска серп. Ці спостереження здалися вченому не дуже правильними: його труба давала тоді ненадійні зображення. Щоби закріпити за собою пріоритет і мати час для підтвердження свого відкриття, обережний Галілей опублікував, за тодішнім звичаєм, анаграму (зашифроване повідомлення): «Ці речі, незакінчені і приховувані поки, що від інших, прочитано мною». Тільки виготовивши досконалішу трубу й переконавшись у правильності свого відкриття, він розшифрував анаграму так: «Фазам Цінтії наслідуює мати кохання» (Цінтією тоді називали Місяць, а кохання ж асоціюється з Венерою).

Відкриття фаз Венери стало могутнім ударом на супротивників геліоцентричної системи. Адже вони одним із головних заперечень Коперникові вважали саме брак фаз у Венери й Меркурія. Деякі люди з особливо гострим зором можуть спостерігати фази Венери навіть неозброєним оком.



Фази Венери

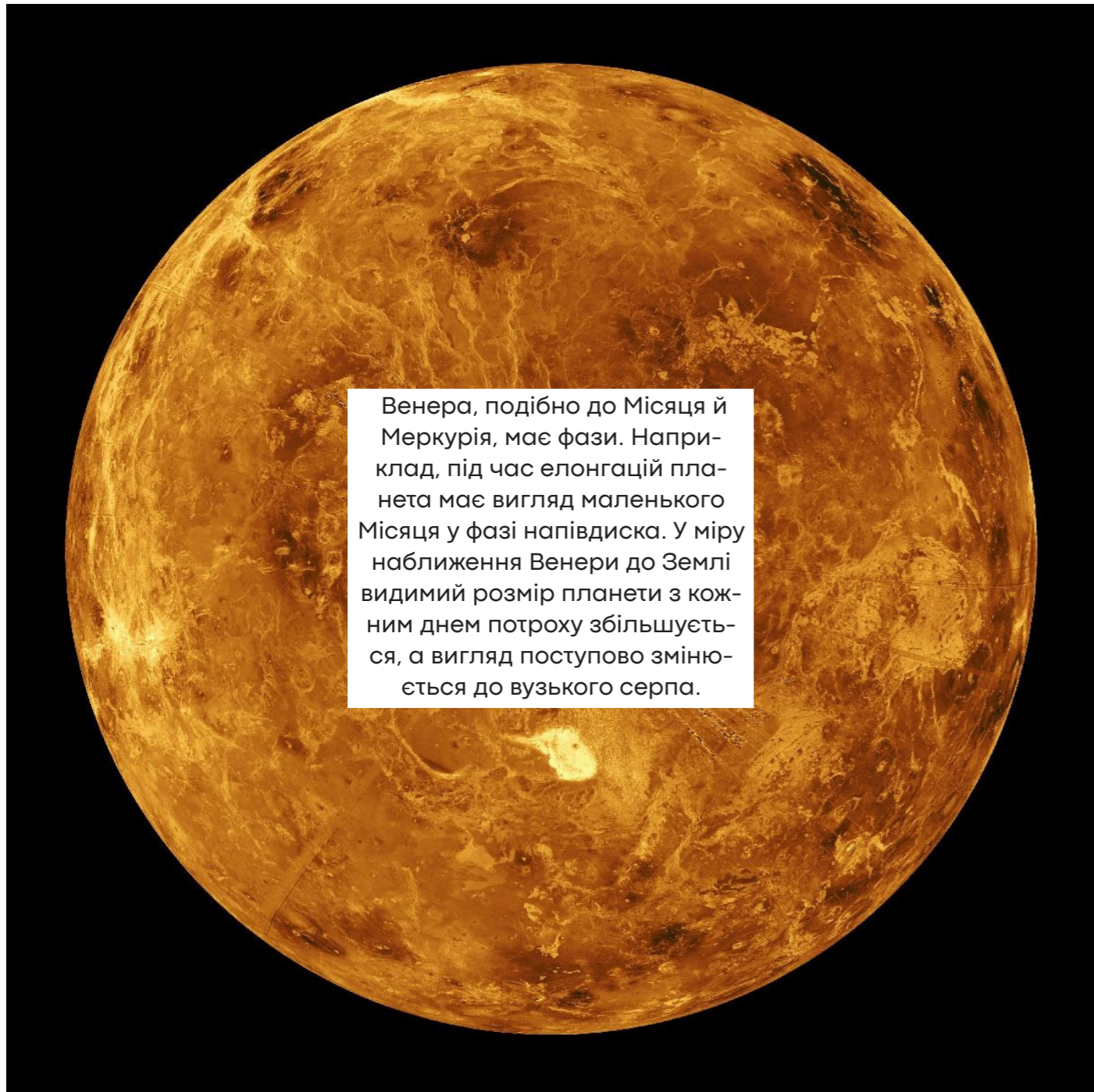


Галілео Галілей



Венера — друга від Сонця планета, тому вона отримує вдвічі більше сонячного світла й тепла, ніж Земля. За розміром Венера подібна до Землі, а маса її становить приблизно 80% від земної. Орбіта Венери майже колова, проте видимі кутові розміри планети змінюються дуже сильно, бо відстань між Венерою та Землею варіюється від 40 до 260 млн км (залежно від їхнього взаємного положення на орбітах). Густі хмари не дають змоги безпосередньо бачити венеріанську поверхню. Знімки, зроблені за допомогою радара, демонструють дуже велику різноманітність кратерів, вулканів і гір. Температура поверхні досить висока — достатня для плавлення свинцю.

Венера обходить навколо Сонця впродовж 225 земних діб. Оберт навколо осі вона робить за 243 земних дні: це найдовший період серед усіх планет Сонячної системи. Причому осьове обертання відбувається в напрямку, що є протилежний напрямковому руху за орбітою. Унаслідок такого повільного й до того ж зворотного обертання планети Сонце на Венері сходить і заходить усього двічі на рік.



Венера, подібно до Місяця й Меркурія, має фази. Наприклад, під час елонгацій планета має вигляд маленького Місяця у фазі напівдиска. У міру наближення Венери до Землі видимий розмір планети з кожним днем потроху збільшується, а вигляд поступово змінюється до вузького серпа.

Знайти Венеру на небі простіше, ніж будь-яку іншу планету: вона дуже яскрава, бо її щільні хмари до бре відбивають сонячні промені. Земний спостерігач ніколи не бачить, щоби Венера набагато віддалася від денного світила. Максимальна кутова віддаленість (на небі) становить 48° . Це відбувається під час найбільшої елонгації: східної (Венера ліворуч від Сонця) і західної (Венера праворуч від Сонця).

VENUS

Surface Temperature:	462°C
Diameter:	12,104 km
Distance from Sun:	108.2 million km
Orbit Period:	225 days
Length of day:	116d 18h 0m

VENUS

This view of the planet Venus is a composite of images taken by the Magellan and Pioneer spacecraft. The surface of Venus is shrouded by a dense atmosphere of carbon dioxide and nitrogen, the features of its terrain normally hidden from view.

Кожні сім місяців впродовж кількох тижнів Венера є найяскравішим об'єктом у західній частині неба ввечері. Тоді її називають «вечірня зоря». У ці періоди видимий блиск Венери у 20 разів перевершує блиск Сиріуса, найяскравішої зорі нашого неба. Через три з половиною місяці Венера сходитиме раніше від Сонця, стаючи «ранковою зорею». Найкраще спостерігати Венеру приблизно через годину після заходу Сонця (у східній елонгації) чи за годину до сходу його (у західній елонгації).

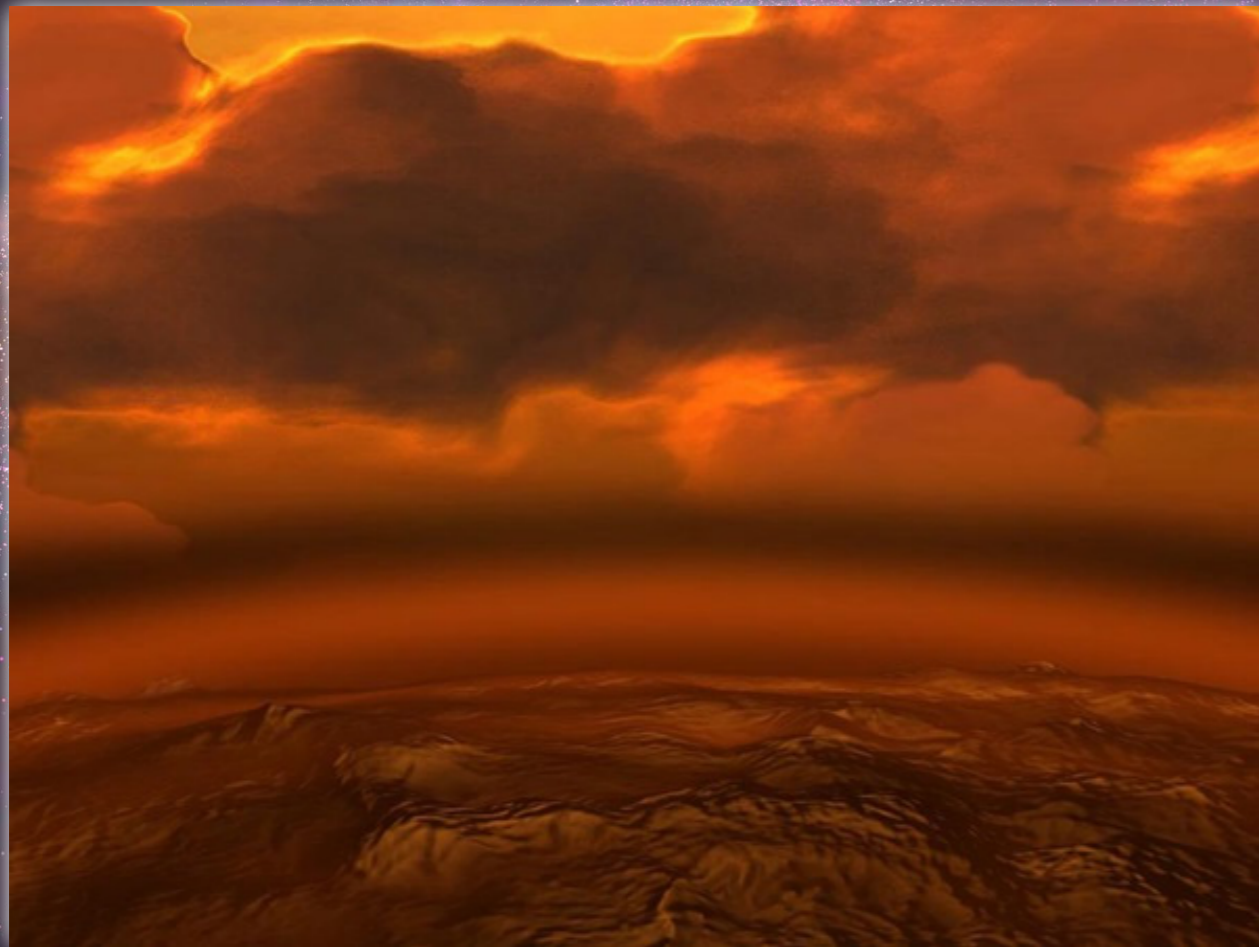
6 червня 1761 р. очікувалося рідкісне небесне явище: проходження Венери перед диском Сонця. Багато астрономів готувалися до цієї події й навіть виряджали експедиції в далекі краї для спостережень. У російських учених організатором був М. В. Ломоносов. Він направив дві експедиції в Сибір і організував спостереження в Петербурзі, в університетській обсерваторії. Сам же спостерігав удома в невелику трубу. Коли чорний диск Венери вже сходив із сонячного диска, Ломоносов помітив, що тонка дуга скраю Сонця зігнулася й оповила весь лімб планети. Припустивши, що це явище спричинене заломленням сонячних променів у венеріанській атмосфері, учений підсумував своє дослідження твердженням про наявність товстої повітряної оболонки. Характерно, що з багатьох спостерігачів у той день тільки Ломоносов зрозумів: Венеру оповито «атмосферою знатною», такою ж, як у Землі, «якби не більшою».

У 1956 р. астрономи Морської дослідницької лабораторії США вперше зареєстрували теплове випромінювання Венери: воно відповідало температурі поверхні аж у 600 К. Тобто нижня атмосфера Венери виявилася дуже гарячою та сухою. Максимальна температура на поверхні становить приблизно +480 °С.

Венеріанська атмосфера містить у 105 разів більше різноманітних газів, ніж земна, тиск її біля поверхні планети майже в 92 рази вищий, ніж на Землі. Ще 1972 р. американські дослідники Луїза й Ендрю Янг, а також незалежно від них Годфрі Сіл дійшли висновку, що хмари Венери складаються з крапель концентрованої сірчаної кислоти (це припущення найкраще відповідає спостереженим даним). Такі краплі трапляються й у земній стратосфері, але в хмарах Венери вони відіграють основну роль.

У 1970 р. перший космічний корабель, що прибув на Венеру, зміг витримати високу температуру, величезний тиск і руйнівну дію сірчаної кислоти лише близько однієї години. Цього часу вистачило саме на те, щоби повідомити на Землю про умови на поверхні планети. Літальні апарати, які зробили посадку на Венеру 1982 р., послали на Землю перші кольорові фотографії із зображенням гострих скелястих уламків.





Висока температура на поверхні Венери спричинюється так званим парниковим ефектом. Адже атмосфера, що складається переважно з вуглекислого газу, являє собою своєрідну щільну укривало, яка утримує сонячне тепло. У результаті накопичується величезна кількість теплової енергії. На Землі, де вуглекислого газу в атмосфері небагато, природний парниковий ефект може підвищити глобальну температуру всього на кілька десятків градусів. А на Венері парниковий ефект збільшує температуру майже на 400 градусів. Вивчаючи фізичні наслідки сильного парникового ефекту на Венері, ми можемо наочно уявити, до чого призведе нагромадження надлишків тепла на Землі, спричинене все більшою концентрацією вуглекислого газу в атмосфері через спалювання вугілля й нафти.

На основі всіх даних, здобутих за допомогою космічних апаратів (КА) серій «Маринер» і «Венера», учені склали досить повну картину венеріанської атмосфери. Виявилось, що на верхній межі хмар (висота приблизно 65 км над поверхнею планети) температура низька, порядку $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Із наближенням до поверхні Венери температура швидко зростає, досягаючи на поверхні $+475\text{ }^{\circ}\text{C}$. Нагадаємо для порівняння, що типова полуденна температура на Меркурії становить усього $+430\text{ }^{\circ}\text{C}$. На відміну від позбавленого атмосфери Меркурія, який вночі остигає, нічна сторона Венери ніколи не вихолоджується. Охолодженню перешкоджає її густа атмосфера. Пільоти КА показали також, що атмосфера Венери майже цілком складається з вуглекислого газу — приблизно 97%, майже 2% припадає на азот і приблизно 1% — на всі інші гази (атмосфера Землі містить приблизно 80% азоту, 20% кисню й менш ніж 0,1% вуглекислого газу). Найповніша інформація про Венеру була здобута в результаті польотів радянських і американських КА в середині 70-х років минулого століття. Так, наприклад, 5 лютого 1974 р. «Маринер -10» пролетів повз Венеру на шляху до Меркурія. На численних фотографіях, зроблених під час його зближення з Венерою, видно турбулентну атмосферу, яка дуже швидко обертається навколо планети. Зі спостережень за деякими деталями в хмарах встановлено, що атмосфера робить повний оберт навколо планети всього за чотири дні. Сама планета обертається навколо осі значно повільніше — за 243 дні. Це означає, що на Венері швидкість вітру має бути гігантською — понад 100 м/с. Причому атмосфера, як і планета, має зворотне обертання.

The background is a composite of two cosmic scenes. On the left, a bright, glowing tunnel of light, colored in shades of red and purple, curves through space, suggesting a gravitational well or a wormhole. On the right, a vast field of stars is visible, with a prominent purple and blue nebula or galaxy structure stretching across the upper right portion of the frame.

Розділ 5

КОСМІЧНІ МІСІЇ

Світи навколо інших зір

**А. П. Відьмаченко - доктор фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України**

Існування Сонячної системи з її вісьмома великими планетами, кількома десятками супутників навколо них, численними малими планетами та кометами — незаперечний факт. Однак дослідників завжди цікавило питання про наявність планет навколо інших зір нашої Галактики. За наближеними оцінками, у тій частині Всесвіту, яку астрономи спостерігають у найпотужніші телескопи, є 50 млрд галактик, найбільші з котрих містять по декілька тисяч мільярдів зір. Отже, у Всесвіті щогодини мало б утворюватися близько одного мільйона планетних систем. На основі таких спостережень, здобутих наприкінці 1980-х і впродовж 1990-х рр., відкрито вісім планет, які обертаються навколо зір сонячного типу.



Методи реєстрації навколозоряних об'єктів

Основними методами пошуку позасонячних планет є: астрометрична реєстрація; здобування прямих зображень; метод покриттів, або фотометричний; спостереження в інфрачервоному діапазоні; дослідження радіальних швидкостей зір.

В астрометричному методі для визначення власного руху вибраної зорі, що зацікавила науковців, залучають поруч розташовані зорі як контрольні реперні точки. Якщо навколо досліджуваної зорі обертається масивне тіло, то можна спостерігати її видиме зміщення відносно спільного центра мас.

Прямий метод базується на тому, що планети відбивають світло зорі, навколо якої вони обертаються. Планети практично не випромінюють власного світла, і те, що в нічному земному небі ми бачимо деякі планети, є результат відображення ними сонячних променів. Аналогічно планети навколо інших зір також віддзеркалюють випромінювання своїх центральних світил. Тому в принципі цей метод можна застосовувати для реєстрації відбитого світла від позасонячних планет. Очевидно, що за його допомогою можна виявити тільки планети з надзвичайно великими лінійними розмірами. Головна проблема такої методики полягає в тому, що зоря яскравіша від планети.

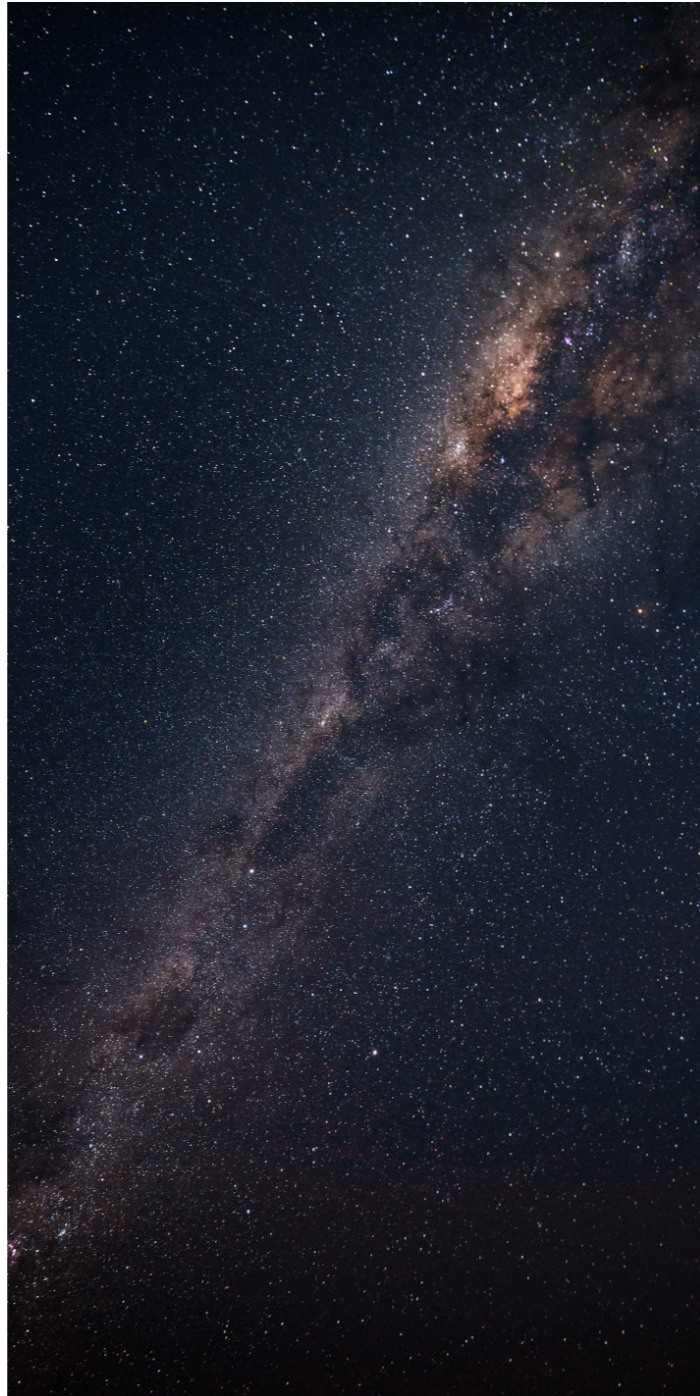
Фотометричний метод (або метод покриттів) застосовують для реєстрації змін яскравості зорі в той винятковий момент, коли планета під час свого руху по орбіті покриває зорю. Зміни яскравості зорі можуть вказувати на наявність біля неї планетного тіла.

Ще одна методика — диференціальний спосіб. Ним можна зареєструвати позасонячну планету й навіть здобути деякі її характеристики безпосередньо зі спостережуваного спектра. Цей підхід ґрунтується на існуванні відмінностей порівняно «гладким» інфрачервоним спектром зорі та спектром планети із сильними смугами поглинання в інфрачервоній ділянці, які зумовлені наявністю, наприклад, води й метану.

Лідер серед цих методів — вимірювання радіальних складників швидкості переміщення зір на основі доплерівського методу вимірювання зміщень спектральних ліній. Саме цим методом зареєстровано практично всі відомі тепер екзопланети, а наявність деяких із них підтверджено або астрометричним методом, або фотометричним. Радіальна швидкість, котру визначають за доплерівським зміщенням ліній у спектрах зір, — це складник швидкості зміщення, узятий по прямій, яка з'єднує зорю та спостерігача. Отже можна визначити напрямок, у якому зміщується зоря. Якщо навколо зорі обертаються планети (навіть тільки одна), то її розташування в просторі змінюється відносно центра маси всієї системи. Спектр такої зорі матиме періодичний зсув.

Зорі з планетами

Трохи більше, ніж сотня зареєстрованих зір із планетами — це досить бідна вибірка. Проте ці зорі «розпорошено» по всьому небу, що дало змогу нам вивчити їхній просторовий розподіл і порівняти його з аналогічним розподілом зір, розташованих близько біля Сонця. Аналіз наявних даних показує, що 97 зір із 105 — яскравіші за восьму зоряну величину, 89 зір перебувають на відстанях менших від 50 пк. Приблизно в 5% досліджуваних зір виявлено планети. Із 105 зір 69 — це зорі спектрального класу O. Вказуючи на цей факт, чимало дослідників робить висновок, що планети треба шукати переважно біля зір вказаного спектрального класу. Зорі з планетами містяться на небі нерівномірно. Можна виділити ще три великі зони, де практично немає зір з планетами: перша простягається за довготою від 80° до 260° й за широтою від -45° до південного полюса; друга — від 0 до 250° за довготою й за широтою від $+50^\circ$ до північного полюса; третя — від 0 до 50° за довготою й від південного до північного полюса, за винятком кількох зір у вузькій екваторіальній смузі. На основі аналізу даних найповнішого каталогу «Тіхо-2» можна зробити такий висновок: здобуття надійної інструментальної можливості проводити пошук планет поблизу зір із блиском хоча б до 12-ї зоряної величини збільшить кількість зір із зареєстрованими біля них планетами щонайменше у 25 разів. Тобто у вказаному вище процентному співвідношенні зір із планетами розширення кількості програмних зір дасть змогу відкрити ще приблизно 2300 позасонячних планет-гігантів. Водночас особливу увагу треба звернути на зорі спектральних класів F5—F8, G0, G2, G5, G8, K0, оскільки саме ці зорі становлять понад 70% від загальної кількості зір нашого найближчого оточення.



Планети біля зір по типу 51PEG

Найнезвичайніші з позасонячних планет — ті, що обертаються навколо так званих зір типу 51 Peg. Спочатку до них належало тільки декілька зір: сама зоря 51 Peg, а також зорі τ Boo, 55 Cnc, υ And. У середині 2002 р. була відома вже 21 така короткоперіодична планета.

Ці позасонячні планети-гіганти з малими періодами обертання категорично не вписуються в загальноприйнятую тепер теорію планетного формування. Згідно з цією теорією виникнення таких планет-гігантів, як Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун, можливе тільки у порівняно холодній околиці протопланетного диска на відстанях понад 5 а. о. (астрономічна одиниця) від центральної зорі. У наш час неможливо пояснити формування планет у газозово-пиловому диску як дуже близько до зорі, так і дуже далеко від неї. Це пов'язано з браком задовільного фізичного механізму, котрий може спричинити інтенсивну акрецію або за дуже низьких, або за дуже високих температур.

Екзопланетні системи

З-поміж 105 зір, навколо котрих обертаються планети, 13 мають планетні системи: в 11 з них виявлено по дві планети й у двох — по три. Практично всі відкриті екзопланети — це планети-гіганти, подібні до Юпітера. Розподіл кількості зір за ексцентриситетами (параметр (позначають e), який характеризує форму орбіти небесного тіла) показує яскраво виражену особливість. Так, орбіти понад 60% позасонячних планет мають досить великі ексцентриситети. Цей факт науковці пояснюють дією найрізноманітніших механізмів, серед яких найімовірніші за сучасними уявленнями — гравітаційне розсіяння іншими планетами, іншими зорями і протопланетним диском, за межами якого вони сформувались.

Зміст

Розділ 1. Астрометрія Астрометринчний зоряний каталог ФОНАК	10
Розділ 2. Час і календар Час і Всесвіт за уявленнями наших пращурів	16
Розділ 3. Земля і Місяць Місячна криниця	22
Розділ 4. Сонячна система Найближча до Землі планета — Венера	32
Розділ 5. Космічні місії Світи навколо інших зір	44

Науково-популярне видання

Життя у Всесвіті

Головний редактор *Красношапка Є.*
Відповідальний за випуск *Гаєвська П.*
Художній редактор *Тимченко П.*
Технічний редактор *Давидюк Н.*
Коректор *Гончар М.*
Дизайнер обкладинки *Тимченко П.*

Підписано до друку 16.11.2020. Формат 210x210/16.
Папір книжково-журнальний. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 15,8.
Тираж 500 прим. Зам. № 5-1080.

Віддруковано згідно з наданим оригінал-макетом на ПрАТ
«Ніжинська книжкова фабрика»
03048, м. Ніжин, вул. Бобровицька,10
Тел.: +380567653209

Свідоцтво серія ДК №7641 від 09.01.2018
Видавець ТОВ «Видавництво Вуса Пуаро»
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників і
розповсюджувачів видавничої продукції ДК №7453
02096, Київ, вул. Пулюя, 2. Тел. (044) 7683911
www.vusapuarо.ua E-mail: info@vusapuarо.ua



Книга про захоплюючі моменти у астрономії, про деталі життя у Всесвіті. Як функціонує Сонячна система та чи є час на планеті Венера?

Космос - це інший світ, у якому все відбувається фантастично, не звикши для звичайної людини. Ви дізнаєтесь про дію Всесвіту з людьми, з навколишнім середовищем.

Неозброєним оком на небі видно близько 6000 зір. Астрономи античності поділяли їх за яскравість на шість зоряних величин. Найяскравіші зірки належали до першої величини, найтьмяніші — до шостої. Про все це та більше ви прочитаєте у «Життя у Всесвіті».

ISBN 978966678590-1



9 786176 791270