



ОЛЕКСАНДР
ШЕВЧУК

МІСЯЦЬ – ТАКИЙ БЛИЗЬКИЙ ТА НЕЗВІДАНИЙ

ЧАСТИНА 1

Природний супутник нашої рідної Землі – Місяць – привертав увагу людей з доісторичних часів. Другий за яскравістю об'єкт на земному небосхилі після Сонечка і найближчий до нього природний супутник планет, п'ятий за величиною серед них (після супутників Юпітера Іо, Ганімеда, Каллісто та супутника Сатурна Титана).

Давні римляни називали Місяць Луною (лат. Luna). Назва походить від індоєвропейського кореня „louksnā” – світла, блискуча. В елліністичну добу давньогрецької цивілізації наш супутник називали Селеною (дав.-гр. „Σελήνη”), а стародавні єгиптяни – Я'х („Іях”).

Характеристики орбітального руху Місяця

З давніх часів люди намагалися описати і пояснити рух Місяця, використовуючи щоразу точніші теорії. У першому наближенні можна вважати, що Місяць рухається еліптичною орбітою. Найменша відстань між центрами Землі і Місяця – 356 410 км (в перигеї), найбільша – 406 740 км (у апогеї). Середня відстань між центрами Землі і Місяця – 384 400 км. Цю відстань промінь світла проходить

Вид на Землю з поверхні Місяця

за 1,28 с. Найшвидший в історії людства міжпланетний зонд „Нові горизонти”, який нещодавно пролетів повз Плутон, здолав 19 січня 2006 року шлях до орбіти Місяця за 8 год. 35 хв.

Хоча Місяць і обертається навколо своєї осі, він завжди обернений до Землі однією і тією ж стороною. Це тому, що відносно зір Місяць робить один оберт навколо своєї осі за той самий час, що й один оберт навколо Землі – в середньому за 27,321582 доби (27 дів 7 год. 43 хв. 5 с). Цей період обертання називають сидеричним (від лат. „sidus” – зоря; родовий відмінок: sideris). А оскільки напрямки обох обертань збігаються, протилежний бік Місяця із Землі побачити неможливо.

Щоправда, завдяки тому, що рух Місяця еліптичною орбітою відбувається нерівномірно (поблизу перигею він рухається швидше, поблизу апогею – повільніше), а обертання супутника навколо власної осі рівномірне, можна побачити невеличкі ділянки західного і східного країв зворотного боку Місяця. Це явище називають оптичною лібрацією за довготою.

Завдяки нахилу осі обертання Місяця до площини земної орбіти (в середньому на $5^{\circ}09'$) можна побачити краєчки північної та південної зони зворотного боку Місяця (оптична лібрація за широтою). Також існує фізична лібрація, зумовлена коливанням Місяця навколо положення рівноваги внаслідок зміщення центру мас відносно його геометричного центру (центр мас Місяця розташований приблизно за 2 км від геометричного центру в напрямку до Землі), а також у зв'язку з дією припливних сил з боку Землі. Фізична лібрація має величину $0,02^{\circ}$ за довготою і $0,04^{\circ}$ за широтою. Внаслідок усіх видів лібрації із Землі можна спостерігати приблизно 59 % місячної поверхні. Явище оптичної лібрації відкрив видатний італійський учений Галілео Галілей у 1635 році.

Місяць не самосвітне тіло. Бачити його можна лише тому, що він відбиває сонячне світло. У процесі руху Місяця кут між Землею,

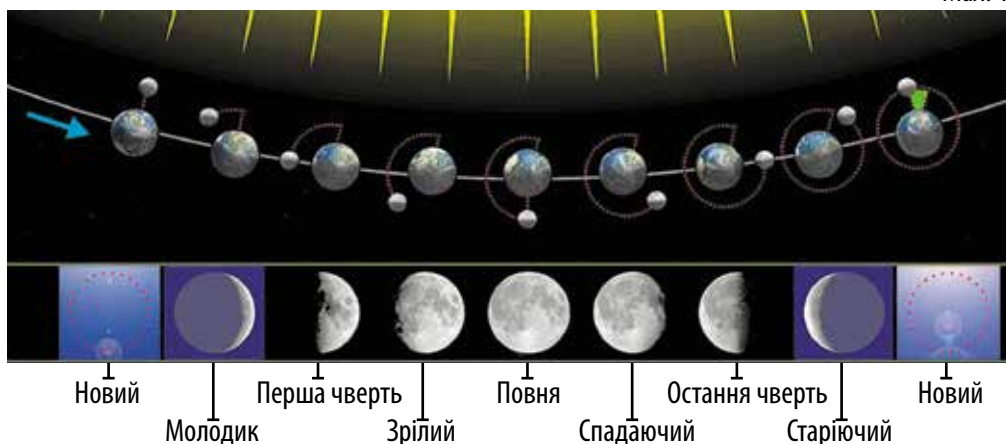


Місяцем і Сонцем змінюється, тому умови освітлення поверхні Місяця та умови її спостереження з поверхні Землі теж змінюються. Ми спостерігаємо це явище як цикл фаз Місяця (мал. 1).

Молодик – фаза, коли неосвітлений Місяць перебуває між Землею і Сонцем. У цей час він невидимий для земного спостерігача. Повня – фаза, коли Місяць знаходиться в протилежній точці своєї орбіти і його освітлена Сонцем півкуля видима земному спостерігачеві повністю. Проміжні фази – положення Місяця між молодиком і повнею – називають чвертями (перша та остання). Період часу між двома послідовними фазами становить у середньому 29,530588 доби (708 год. 44 хв. 3 с). Саме цей період – синодичний (від грецького „σύνωδος” – сполучення, з’єднання) – і є однією зі структурних частин календаря – місяцем.

Описані вище закономірності у русі Місяця аж ніяк не вичерпують усі його особливості. Реальний рух Місяця доволі складний. Основою сучасних розрахунків руху Місяця є теорія Ернеста Брауна (1866–1938), створена на рубежі XIX–XX століть. Вона передбачає положення Місяця на орбіті з величезною точністю і враховує багато чинників, які впливають на рух Місяця: сплюснутість Землі, вплив Сонця, а також гравітаційні збурення від планет і астероїдів. Похибка в розрахунках за теорією Брауна не перевищує 1 км за 50 років! Уточнюючи положення теорії Брауна, сучасна наука може розраховувати рух Місяця і перевіряти розрахунки на практиці зі ще більшою точністю.

Мал. 1



Фізичні характеристики та будова Місяця

Місяць має майже кулясту форму – він дещо сплюснутий вздовж полярної осі. Його екваторіальний радіус дорівнює 1738,14 км, що становить 27,3 % величини екваторіального радіуса Землі. Полярний радіус дорівнює 1735,97 км (27,3 % величини полярного радіуса Землі). Отже, середнє значення радіуса Місяця – 1737,10 км (27,3 % земного), а площа поверхні приблизно $3,793 \cdot 10^7 \text{ км}^2$ (7,4 % площі поверхні Землі). Об’єм Місяця дорівнює $2,1958 \cdot 10^{10} \text{ км}^3$ (2,0 % об’єму Землі), а його маса $7,3477 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ (1,23 % маси Землі). За даними супутників „Лунар

Орбітер” створена гравітаційна карта Місяця та виявлені гравітаційні аномалії – маскони – зони підвищеної густини. Ці аномалії набагато більші, ніж на Землі.

Атмосфера Місяця вкрай розріджена. Коли поверхня не освітлена Сонцем, вміст газів над нею не перевищує $2,0 \cdot 10^5$ частинок/см³ (для Землі цей показник становить $2,7 \cdot 10^{19}$ частинок/см³ – так зване число Лошмідта), а після сходу Сонця збільшується приблизно в сто разів за рахунок дегазації ґрунту.

Розрідженість атмосфери призводить до високого перепаду температур на поверхні Місяця (на екваторі від -170°C перед сходом Сонця до $+120^\circ \text{C}$

в середині дня, який на Місяці триває 14,77 земних доби). Завдяки малій теплопровідності ґрунту температура порід, що залягають на глибині 1 м, майже постійна та дорівнює -35°C . Зважаючи на практичну відсутність атмосфери, небо на Місяці завжди чорне, навіть коли Сонце перебуває над горизонтом, і на ньому завжди видно зорі.

Місячна кора на зворотному боці товща, ніж на видимому. Максимальна її товщина в околицях кратера Корольов, де перевищує середню приблизно вдвічі, а мінімальна – під деякими великими кратерами. Середнє ж її значення становить, за різними оцінками, 30–50 км. Під корою знаходиться мантія і невелике двохарове ядро. Оболонка внутрішнього ядра, з радіусом 240 км, багата на Ферум, зовнішнє ядро складається переважно з рідкого заліза і має радіус приблизно 300–330 км. Маса ядра складає 2 % маси Місяця. Навколо ядра розташований частково розплавлений магматичний шар з радіусом приблизно 480–500 км (мал. 2).



Мал. 2



Рельєф Місяця

Ландшафт Місяця доволі цікавий та різноманітний. Наука, що вивчає будову поверхні Місяця, називається селенографією. Більшу частину поверхні Місяця вкрито реголітом – сумішшю тонкого пилу і скелястих уламків, утворених зіткненнями з метеоритами.

Поверхню можна поділити на два типи: дуже стара гірська місцевість з великою кількістю кратерів (материки) і відносно гладенькі й молоді місячні моря. Місячні моря, які займають приблизно 16 % всієї поверхні Місяця, – це величезні кратери, що виникли в результаті зіткнень з небесними тілами. Ці кратери були пізніше затоплені рідкою лавою (мал. 3). Сучасна селенографія виділяє на поверхні Місяця 22 моря, з них 2 розташовані на невидимій із Землі поверхні Місяця. Невеликі ділянки деяких морів селенографи називають затоками, яких налічується 11 (мал. 4), а ще дрібніші залиті лавою частини поверхні Місяця – озерами (їх налічується 22, з них 2 знаходяться на невидимій із Землі частині Місяця) та болотами (їх є 3).

Місяць вкритий кратерами різних розмірів – від сотень кілометрів до міліметрів. Більшість кратерів назвали на честь видатних дослідників: Тихо Браге (мал. 5), Коперника (мал. 6), Архімеда (мал. 7), Клавія (мал. 8) та інших. Кратери на невидимій із Землі частині поверхні Місяця здебільшого названі на честь видатних особистостей сучас-

ності: Гагаріна, Корольова, Герцшпрунга (мал. 9) тощо. Найбільший кратер Місяця розташований на півдні його зворотного боку. Він такий великий, що його називають басейном „Південний полюс – кратер Ейткен” (мал. 10). Розміри басейну 2 400×2 050 км, глибина коливається у межах 6–8 км. Південний край басейну видно із Землі.

Крім цих структур на Місяці трапляються й інші деталі рельєфу: куполи, хребти, долини, ескарпи й тріщини (борозни).

Перші відносно якісні карти Місяця склали Міхаель ван Лангрен (1645 рік), Ян Гевелій (1647 рік) та Джованні Річчолі (1651 рік). Вони ж заклали основу сучасної номенклатури деталей його поверхні. Винахід телескопів сприяв виявленню дрібніших деталей рельєфу Місяця. Зараз існують дуже детальні карти обох півкуль Місяця. У колишньому СРСР було створено „Повну карту Місяця” у масштабі 1:5 000 000 та глобус Місяця у масштабі 1:10 000 000. У 2011 році в Інтернеті було розміщено найдокладнішу фотографію зворотного боку Місяця. Зображення було складене з тисяч світлин, отриманих зондом LRO*.



Мал. 3



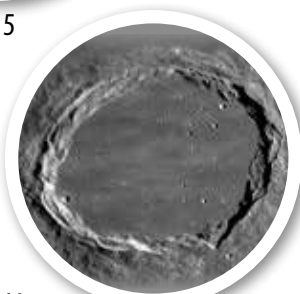
Мал. 4



Мал. 5



Мал. 6



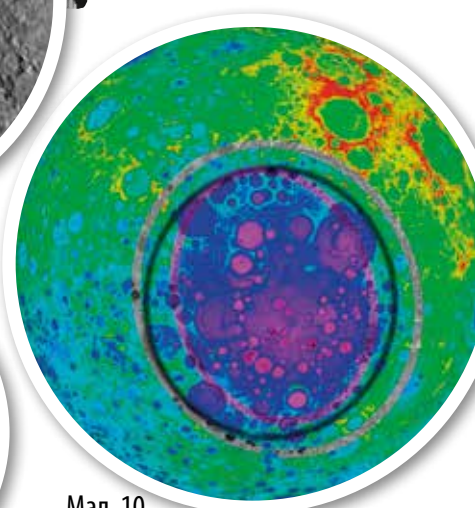
Мал. 7



Мал. 8



Мал. 9



Мал. 10

*Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO, Місячний орбітальний зонд) – автоматична міжпланетна станція NASA, штучний супутник Місяця. Запуск відбувся 19 червня 2009 року.