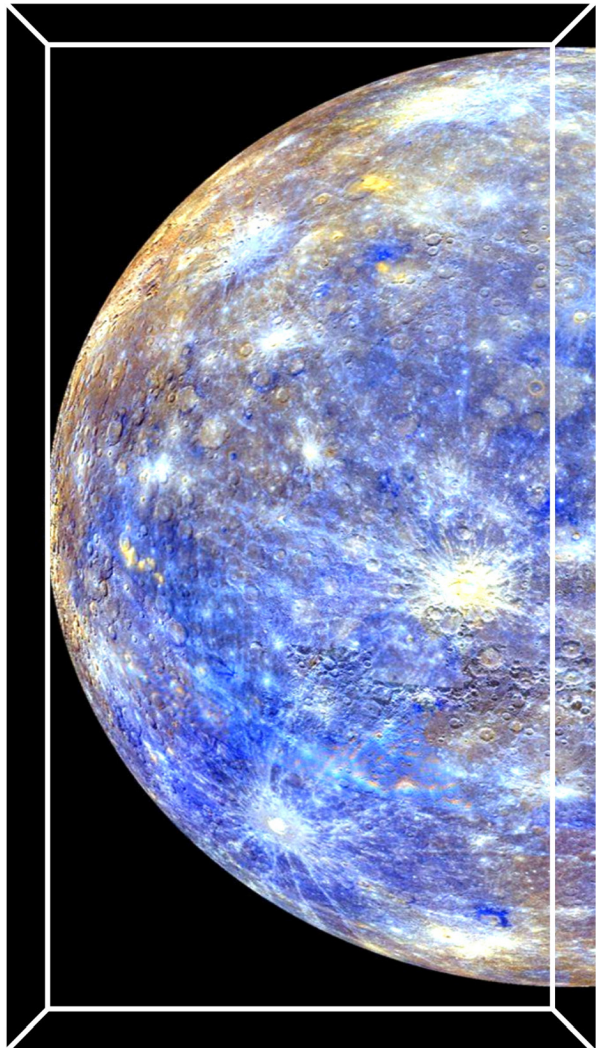


**С.М. Кирилюк
О.В. Кирилюк**

ПРИРОДА МЕРКУРІЯ



СОНЯЧНА СИСТЕМА

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

С.М. КИРИЛЮК
О.В. КИРИЛЮК

ПРИРОДА МЕРКУРІЯ

МОНОГРАФІЯ

Чернівці
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
2019

Рекомендовано вченою радою
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
(протокол № 4 від 25.03.2019 р.)

Рецензенти : **Денисик Г.І.**, доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри географії природничо-географічного факультету Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Воровка В.П., доктор географічних наук, доцент, завідувач кафедри екологічної безпеки та раціонального природокористування Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького;

Іванов Є.А., доктор географічних наук, доцент, завідувач кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка

Кирилюк С.М., Кирилюк О.В.

К 431 **Природа Меркурія : монографія / С.М. Кирилюк, О.В. Кирилюк.**
Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. – 344 с.
ISBN 978-966-423-489-1

У монографії розглядаються питання походження, будови та еволюції географічної оболонки планети Меркурій. Детально описані тектонічні та геологічні процеси, їх прояв і роль у сучасній геодинаміці планети. Особлива увага приділена номенклатурі Меркурія. Висвітлено рельєфні особливості планети з описом типових для Меркурія елементів поверхні. Наводяться авторські концепції щодо виділення й ідентифікації ландшафтів в умовах Меркурія. Детально описуються типові для планети ландшафти. Комплексну характеристику природи планети – від походження окремих природних об'єктів й до набуття ними сучасного вигляду.

Для студентів географічних факультетів.

УДК 523.41

© Чернівецький національний
університет ім. Юрія Федьковича, 2019

© С.М. Кирилюк, О.В. Кирилюк, 2019

ISBN 978-966-423-489-1

© С.М. Кирилюк, обкладинка, 2019

ЗМІСТ

ПЕРДМОВА	6
РОЗДІЛ 1	
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕРКУРІЯ	8
1.1. Загальна характеристика Меркурія	8
1.2. Історія дослідження Меркурія	13
1.3. Характер меркуріанської поверхні	19
РОЗДІЛ 2	
НОМЕНКЛАТУРА МЕРКУРІЯ	23
2.1. Система найменувань на поверхні Меркурія . . .	23
2.2. Номенклатура рівнини Бореаліс (<i>Borealis Planitia</i>)	26
2.3. Номенклатура уступу Вікторія (<i>Victoria Rupes</i>)	33
2.4. Номенклатура кратера Шекспір (<i>Crater Shakespeare</i>)	38
2.5. Номенклатура кратера Радітлади (<i>Crater Raditladi</i>)	43
2.6. Номенклатура кратера Хокусай (<i>Crater Hokusai</i>)	47
2.7. Номенклатура кратера Койпер (<i>Crater Kuiper</i>)	49
2.8. Номенклатура кратера Бетховен (<i>Crater Beethoven</i>)	54
2.9. Номенклатура кратера Толстой (<i>Crater Tolstoj</i>)	59
2.10. Номенклатура кратера Емінеску (<i>Crater Eminescu</i>)	62
2.11. Номенклатура кратера Дерен (<i>Crater Derain</i>)	65
2.12. Номенклатура уступу Діскавері (<i>Discovery Rupes</i>)	67
2.13. Номенклатура кратера Мікеланджело (<i>Crater Michaelangelo</i>)	73

2.14. Номенклатура кратера Неруда (<i>Crater Neruda</i>)	77
2.15. Номенклатура кратера Дебюссі (<i>Crater Debussy</i>)	79
2.16 Номенклатура кратера Бах (<i>Crater Bach</i>)	82

РОЗДІЛ 3**ТЕКТОНІЧНІ ТА ГЕОЛОГІЧНІ**

ОСОБЛИВОСТІ МЕРКУРІЯ. РЕЛЬЄФ МЕРКУРІЯ	87
3.1. Тектонічна будова Меркурія	87
3.2. Геологічна історія Меркурія	91
3.3. Геолого-геоморфологічні системи Меркурія. Рельєф Меркурія	95
3.4. Модель формування імпактних структур Меркурія	102

РОЗДІЛ 4

ЛАНДШАФТИ МЕРКУРІЯ	113
4.1. Концепції вивчення ландшафтів Меркурія	113
4.1.1. Анагліфоносферна концепція	114
4.1.2. Аксіоматична концепція	118
4.1.3. Ландшафтна концепція з позицій аксіоматичного методу	122
4.2. Типові ландшафти Меркурія	125
4.2.1. Ландшафтна структура меркуріанських катен (на прикладі <i>Goldstone Catena</i>)	126
4.2.2. Ландшафтна структура меркуріанських кратерів (на прикладі південно-західної окраїни <i>Borealis Planitia</i>)	128
4.2.3. Структура ландшафтів меркуріанських пасем (на прикладі <i>Schiaparelli Dorsum</i>)	131
4.2.4. Структура ландшафтів меркуріанських факул (на прикладі <i>Suge Facula</i>)	133

4.2.5.	Ландшафтна структура меркуріанських борозен (на прикладі <i>Pantheon Fossae</i>)	135
4.2.6.	Ландшафтна структура меркуріанських гір (на прикладі <i>Caloris Montes</i>)	139
4.2.7.	Структура ландшафтів меркуріанських рівнин (на прикладі <i>Borealis Planitia</i>)	141
4.2.8.	Структура ландшафтів меркуріанських плато (на прикладі <i>Catuilla Planum</i>)	144
4.2.9.	Ландшафтна структура меркуріанських уступів (на прикладі <i>Calypso Rupes</i>)	146
4.2.10.	Ландшафтна структура меркуріанських долин (на прикладі <i>Timgad Vallis, Paestum Vallis, Caral Vallis</i>)	148

РОЗДІЛ 5

РЕГІОНАЛЬНИЙ ОГЛЯД ПРИРОДИ МЕРКУРІЯ

ЗА ДАНИМИ АМС MARINER 10	150
5.1. Регіон Бах (<i>Bach region</i>)	150
5.2. Регіон Бетховен (<i>Beethoven region</i>)	160
5.3. Регіон Рівнина Бореаліс (<i>Borealis region</i>)	167
5.4. Регіон Койпер (<i>Kuiper region</i>)	177
5.5. Регіон Мікеланджело (<i>Michelangelo region</i>)	183
5.6. Регіон Шекспір (<i>Shakespeare region</i>)	192
4.7. Регіон Толстой (<i>Tolstoj region</i>)	202
4.8. Регіон Вікторія (<i>Victoria region</i>)	212

ПІСЛЯМОВА	218
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	221
ДОДАТКИ	239
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК	326

ПЕРЕДМОВА

Науково-технічний прогрес, як і географічна наука загалом, інтенсивно розвивається. З початком космічної ери у різноманітних наукових галузях, у тому числі і в географії, накопичилося чимало емпіричних й аналітичних даних стосовно природи планет земної групи, гіпотез їх еволюції та розробок сценаріїв розвитку їхніх поверхонь у майбутньому. Втім, більшість із цих напрацювань спрямовані у порівняно вузькому руслі астрофізики та астрономії і дистанційовані від фізичної географії. Хоча остання мала б займати у вивченні природи планет земної групи та їхніх супутників якщо не головне, то принаймні провідне місце.

Сучасна потреба у розширенні концептуальних підходів до вивчення природи планет земної групи стоїть дуже гостро, оскільки освоєння просторів Сонячної системи виходить на якісно новий рівень, а темпи як освоєння, так і якості космічних досліджень з кожним роком зростають. Це підтверджується і тим фактом, що формуються приватні космічні агентства. Фізична географія може стати вагомим центром впливу та зайняти провідне місце серед наукових напрямів, які вивчають природу планет Сонячної системи.

Важливі також аспекти географічного порівняння природи планет земної групи, зважаючи на їх коеволюційне походження. Це не тільки сприяє кращому усвідомленню природи конкретної планети, а й допомагає відкривати нові форми рельєфу, їх генезис та геоморфологічні процеси на нашій планеті.

Меркурій дотепер залишається однією з найменш вивчених планет земної групи. Його поверхню та фізичні характеристики досліджували лише кілька АМС. Утім, отримані дані дають достатню кількість інформації для здійснення якісної інтерпретації еволюції поверхні планети, геодинамічних процесів на ній, встановлення закономірностей ландшафтної структури.

Монографія «Природа Меркурія» розроблена для навчальних дисциплін, які викладаються на географічному факультеті Чернівецького національного університету імені Юрія Федько-

вича: «Ксенографія з основами астрономії», «Фізична географія Сонячної системи», «Основи фізики Землі».

На основі узагальнених даних різних авторів і власних теоретичних розробок у монографії складається цілісна картина про природу Меркурія – починаючи від історії формування й до розкриття еволюції основних геодинамічних процесів, які мають місце на планеті (кратерне бомбардування, ендегенні та екзогенні процеси).

Окрему увагу приділено вивченню номенклатурних особливостей головних елементів поверхні Меркурія із зазначенням розмірів, центральних координат та походження їхніх назв.

Розроблено ряд концепцій, спрямованих на ідентифікацію та інтерпретацію ландшафтних комплексів Меркурія. Наводяться детальні описи та авторські картографічні зображення типових для планети комплексів.

У монографії важливий розділ, у якому розкриваються природні особливості деяких великих регіонів Меркурія, з детальним висвітленням питань походження, розвитку та сучасного стану головних елементів їхньої поверхні.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕРКУРІЯ

- 1.1. Загальна характеристика Меркурія.
- 1.2. Історія дослідження Меркурія.
- 1.3. Основні елементи поверхні Меркурія.
- 1.4. Характер меркуріанської поверхні.

1.1. Загальна характеристика Меркурія

Планета Меркурій – перша та найближча до Сонця планета (рис. 1.1). Середня відстань від Сонця становить усього 57 909 176 км. Однак ця відстань не постійна і змінюється від 46,08 до 68,86 млн км (Short, 1975¹). Відстань від Меркурія до Землі теж непостійна і варіює від 82 до 217 млн км (Murray, et al., 1981). Характерною особливістю Меркурія є його майже перпендикулярна вісь обертання щодо площини його орбіти та відсутність природних супутників (Ward, et al., 1976). Завдяки цьому на поверхні Меркурія не спостерігається жодних, навіть ледь помітних сезонних змін; цьому також сприяє практично відсутність атмосфери (Potter, Morgan, 1985). Загальні орбітальні та фізичні характеристики наведені в додатку 1.

Меркурій – порівняно невелика планета, його маса складає лише двадцяту частину маси Землі, а радіус у 2,5 рази менший за земний. Для прикладу, супутник Юпітера Ганімед має діаметр на 8% більший.

Внутрішня будова Меркурія. Більшість учених сходяться на думці, що центральну частину планети займає велике залізне ядро зі значною часткою домішок нікелю. За своїми розмірами ядро Меркурія близьке до земного й на його частку припадає майже 80% маси планети. Верхні шари займає мантія, яка здебільшого складається із силікатних порід (Peale, 1976).

¹ Тут і далі, всі імена у посиланнях вказані мовою оригіналу.

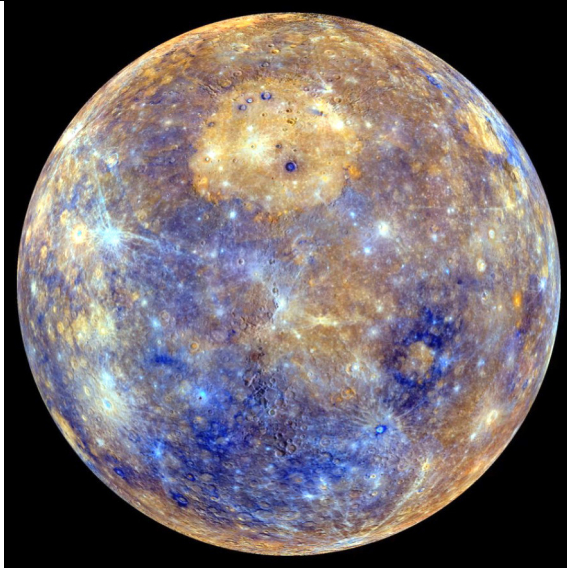


Рис. 1.1. Вигляд Меркурія з пролітної траєкторії (зображення отримане завдяки комбінації знімків, отриманих з камер АМС Messenger. Кольори підсилені)

Численні астрономічні спостереження та космохімічні розрахунки свідчать, що планета Меркурій, як й інші планети земної групи, формувалася з речовини, яка містилася у протопланетній хмарі навколо молодого Сонця й, подібно до окремих ділянок Місяця, може мати кору базальтового складу. Ці та інші висновки про те, що Меркурій значно багатший залізом, ніж інші планети земної групи, спонукали [Siegfried II, Solomon \(1974\)](#) застосувати їх у розробленій ними еволюційній моделі щільності та теплової структури планети. Їхні розрахунки щодо теплової історії Меркурія включають різні теплові властивості заліза та силікатів, а також сегрегацію активної зони Меркурія, плавлення та диференціацію джерел постачання тепла, моделювання конвекції під час внутрішньопланетарного плавлення.

Радіоспостереження АМС *Messenger* стали підставою для створення моделі гравітаційного поля Меркурія [Smith, et al. \(2012\)](#). У північній півкулі було виявлено кілька значних граві-

таційних аномалій, включаючи «концентрації мас» (маскони), де спостерігається перевищення прискорення вільного падіння у межах 100 мГал. Кора Меркурія у Північній півкулі товща у низьких широтах і тонша у полярній області та демонструє загалом переконливі докази поступового потоншення під деякими ударними басейнами. Така модель розподілу радіальної щільності Меркурія, яка до того ж узгоджується з результатами, отриманими АМС *Messenger*, включає тверду силікатну кору, верхню мантію, яка складається з твердого шару сульфіду заліза, рідкого зовнішнього ядра, багатого залізом і, можливо, твердого внутрішнього ядра (рис. 1.2).

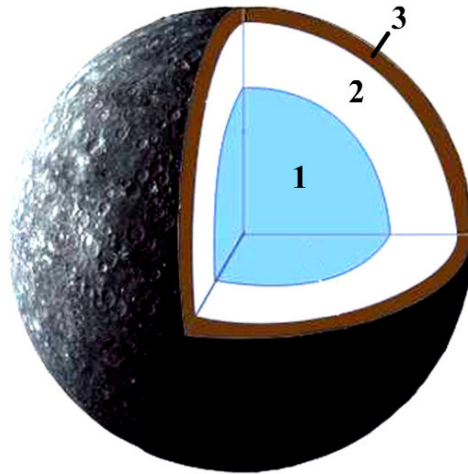


Рис. 1.2. Внутрішня будова Меркурія:

1 – ядро (внутрішнє тверде та зовнішнє рідке (?)); 2 – мантія; 3 – кора.

Атмосфера Меркурія дуже розріджена. Цей повітряний шар складається, здебільшого, із водню, гелію, кисню, парів кальцію, натрію та калію (Cheng, et al., 1987). Легкі елементи, такі як водень і гелій, Меркурій, імовірно, отримує, захоплюючи та тимчасово утримуючи частинки сонячного вітру, а метали по-

трапляють до її складу внаслідок дегазації поверхневих гірських порід. Звичайно, цю повітряну оболонку називати «атмосферою» можна лише умовно, адже тиск біля поверхні Меркурія у 500 млрд разів (!) менший, ніж на Землі.

У спектрі Меркурія на фраунгоферових лініях натрію D проявляються чіткі емісійні лінії, які пояснюються резонансним розсіюванням сонячного світла парами натрію в атмосфері планети. Загальна кількість натрію була оцінена [Potter, Morgan \(1985\)](#) у $8,1 \cdot 10^{11}$ атомів на кубічний сантиметр, що відповідає поверхневій щільності у підсонячній точці близько $1,5 \cdot 10^5$ атомів на кубічний сантиметр. Важливо, що найінтенсивнішою складовою атмосфери Меркурія, виявленою до цього АМС *Mariner 10*, був гелій, з поверхневою щільністю $4,5 \cdot 10^3$ атомів на кубічний сантиметр. Згідно з цими даними, пари натрію є вагомою складовою атмосфери Меркурія.

Пізніше цими ж авторами ([Potter, Morgan, 1990](#)) отримані монохроматичні зображення Меркурія на лінії випромінювання натрію D₂, які показали надлишковий локальний викид натрію у високих північних і південних широтах, а також щоденних глобальних варіаціях розподілу викидів натрію. Ці явища підтримують раніше запропоноване припущення, що найвірогіднішою причиною їхнього виникнення можуть бути магнітосферні ефекти. Дегація поверхневих гірських порід, очевидно, приводить до утворення парів натрію у полярних регіонах під час магнітних бур, коли магнітосферні йони безпосередньо впливають на поверхню. Іншим важливим процесом є транспортування йонів натрію вздовж ліній магнітного поля до полярних областей, де вони безпосередньо впливають на поверхню Меркурія і нейтралізуються під час регенерації до нейтральних атомів натрію. Повсякденні зміни у розподілі планетарного натрію можуть бути результатом зміни сонячної активності, що також спричинює тимчасові зміни магнітосфери Меркурія. Спостереження за зміною кількості натрію у меркуріанській атмосфері можуть стати хорошим інструментом для дистанційного моніторингу магнітосфери планети.

У меркуріанській атмосфері простежуються слабкі сліди водяної пари та метану. Присутність парів води вказує, що десь на поверхні планети існує водяна крига. Її поклади були виявлені на полюсах планети у межах кратерних днищ, які ніколи не освітлюються Сонцем. Метан, як вважають, потрапляє в атмосферу завдяки вулканізму, геотермальним процесам і гідротермальній діяльності. Метан є вкрай нестійким газом і вимагає постійного та дуже активного джерела. Отже, його наявність в атмосфері Меркурія свідчить про можливість існування сучасного слабого вулканізму, оскільки метан руйнується менш ніж за рік.

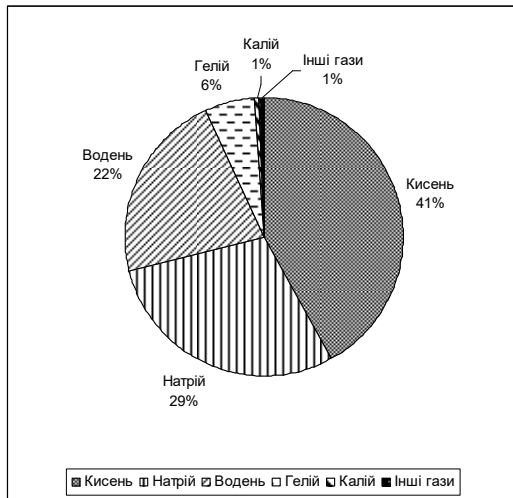


Рис. 1.3. Газовий склад атмосфери Меркурія

Незважаючи на розрідженість повітряної оболонки Меркурія, вона була поділена на чотири шари: нижню, середню, верхню атмосферу й екзосферу. Нижні шари достатньо теплі (близько $-63\text{ }^{\circ}\text{C}$). Вони нагріваються від пилу, здиьнятого у повітря, та теплового випромінювання безпосередньо від поверхні.

У середній частині меркуріанської атмосфери виявлені потоки повітря, як і на Землі. Верхні шари нагріваються від соняч-

ного вітру і температура там набагато вища, ніж біля поверхні. Екзосфера розпочинається приблизно в 200 км від поверхні й не має чітких меж – вона просто плавно переходить у космос.

Магнітне поле Меркурія допомагає утримувати її, тоді як гравітація притягує гази до поверхні. Магнітне поле Меркурія також допомагає стримувати сонячний вітер, подібно до того, як це відбувається на Землі.

Склад меркуріанської атмосфери, за осередненими даними, такий (рис. 1.3): кисень 42,0%, натрій 29,0%, водень 22,0%, гелій 6%, калій 0,5%, решта 0,5% (криптон, метан, водяна пара, окис азоту та ін.)

1.2. Історія дослідження Меркурія

Історія дослідження Меркурія насичена численними подіями та фактами. Найдавніші свідчення про Меркурій можна знайти ще в шумерських клинописних текстах, датованих третім тисячоліттям до н. е. (Оппенхейм, 1990). А у стародавніх схемах астрологічного каталогу «Мул Апін» виявлені найдавніші з відомих записів спостереження за Меркурієм, які, найімовірніше, були виконані астрономами Ассирії у межах XIV ст. до н. е. (Schaefer, 2004). Шумерська клинописна назва Меркурія у таблицях «Муль Апін» найчастіше перекладається як «планета, що стрибає» (Hunger, Pingree, 1989). Що ж стосується вавилонських записів про планету, то вони належать до 1-го тисячоліття до н. е. Меркурій асоціювався з богом Нінуртою, проте у пізніших записах цієї культури вже з «Набу», на честь вавилонського бога писців та покровителя наук (Куртик, 2007).

У Стародавній Греції Меркурій був відомий під назвами «Стілбон» (Στίλβων – мерехтіння) та «Гермаон» (Ἑρμῶν – одна з форм імені бога Гермеса) (Liddell, et al., 1996). Дещо пізніше, коли планета була добре видимою на ранковому небі, античні греки почали називати її «Апполон» і «Гермес», коли її було видно ввечері. Близько IV ст. до н. е. грецькі астрономи усвідоми-

ли, що ці два об'єкти – одне й те саме небесне тіло (Первый Ватиканский Мифограф, 2000).

Завдяки тому, що планета рухалася по небу швидше за всі інші планети, римляни назвали її іменем бога торгівлі Меркурія, який є аналогом грецького Гермеса (Dunne, Burgess, 1978; Antoniadis, 1974). У своїй праці «Планетні гіпотези» античний астроном Клавдій Птолемей написав про можливе проходження планети по сонячному диску. Він вважав, що це явище ніколи не спостерігалось, оскільки воно буває надто рідко або Меркурій надто маленький (Goldstein, 1996).

У Стародавньому Китаї Меркурій називали Чень-сін (辰星 – «Ранкова зоря») (Kelley, et al., 2004). Згідно з відомостями хроніки «Ханьшу», синодичний період Меркурія вважався рівним 115,91 дню, а за відомостями «Хоу Ханьшу» – 115,88 днів (Духовная культура Китая, 2009). У сучасній китайській, корейській, японській та в'єтнамській культурах назва планети буквально означає «Водяна зірка» (水星) (De Groot, 1912). У індійській міфології для Меркурія використовували ім'я бога Будги, сина Сомі і покровителя середи (Pujari, et al., 2006). У германоскандинавській міфології планета Меркурій асоціювалася з Богом Одіном (Bakich, 2000) і середою. У віруваннях племен майя Меркурій представав як сова (або, можливо, як чотири сови, причому дві відповідали ранковому Меркурію, а дві – вечірньому), яка була посланцем замогильного світу (Milbrath, 1999).

За даними «Сур'я-сиддханта» – Індійського астрономічного трактату, написаного у V ст., діаметр Меркурія становить 4840 км, що відрізняється від сучасного значення (4880 км) з похибкою менш ніж на 1%. При цьому кутовий діаметр планети вважали за 3 мінуту, що набагато більше справжнього, але це компенсувалося заниженою у стільки ж разів відстанню (Thompson, 1997).

Арзахель, андалузський середньовічний астроном, описав деферент геоцентричної орбіти Меркурія як овал. Слід зауважити, що цей здогад не мав значного впливу на його подальші астрономічні теорії й обчислення (Hartner, 1955). У межах XII сто-

річчя Ібн Баджа спостерігав дві планети у вигляді крихітних чорних плям на фоні диска Сонця. У середині XIII ст. астроном Кутб ад-Дін Аш-Ширазі в Марагінській обсерваторії зауважив, що Ібн Баджа спостерігав проходження Меркурія та Венери по диску Сонця (Razaullah Ansari, 2002). Варто наголосити, що абсолютна більшість подібних середньовічних спостережень стосовно проходження планет по диску Сонця згодом було перекваліфіковано як спостереження сонячних плям (Goldstein, 1969). У XV ст. в Індії астроном кералійської школи Нілаканса Сомаяджи розробив частково геліоцентричну модель, в якій Меркурій обертався навколо Сонця, причому яке оберталося навколо Землі. Ця система була подібна на гео-геліоцентричну систему Тихо Браге, розроблену в XVI ст. (Ramasubramanian, et al., 1994).

Галілео Галілей на початку XVII ст. зробив перше телескопічне спостереження Меркурія. Однак його телескоп був недостатньо потужним, щоб спостерігати фази Меркурія. Перше телескопічне спостереження проходження планети перед диском Сонця у 1631 року здійснив П'єр Гассенді. До того Йоганн Кеплер обчислив момент проходження. У 1639 році за допомогою телескопа Джованні Зупі було відкрито, що орбітальні фази Меркурія подібні фазам Місяця і Венери (Strom, Sprague, 2003). Такі спостереження довели, що Меркурій все ж обертається навколо Сонця.

28 травня 1737 року у Гринвічській обсерваторії Джон Бевіс спостерігав затемнення Меркурія Венерою (Sinnott, Meeus, 1986). Затемнення Меркурія Венерою із Землі відбувається вкрай рідко, всього раз на кілька століть, й спостерігалось в історії лише раз. Наступне затемнення Меркурія Венерою відбудеться 3 грудня 2133 року (Ferris, 2003).

Важкі умови, які проявляються під час спостереження Меркурія, роблять планету найменш вивченою серед інших. У 1800 році Йоганн Шретер спостерігав поверхню Меркурія. При цьому він засвідчив, що виявив на планеті гірські системи висотою до 20 км. У свою чергу Фрідріх Бессель, користуючись замальовками Шретера, дуже помилково визначив період обер-

тання Меркурія навколо своєї осі і встановив це обертання у 24 години, а нахил осі у 70° (Colombo, Shapiro, 1965). У кінці ХХ ст. Джованні Скіапареллі здійснив картографування планети набагато точніше та припустив, що період обертання складає 88 днів і збігається з його сидеричним періодом обертання навколо Сонця, які спричинені припливними силами (Holden, 1890). Слід наголосити, що він був близький до істини. Це явище, відоме як синхронне обертання, властиве також Місяцю й більшості супутників планет гігантів. Картографування поверхні Меркурія продовжував Ежен Антоніаді. У 1934 році він опублікував книгу – в ній було здійснено порівняння старих мап і його власних, виконаних на основі багатьох спостережень (Beatty, et al., 1999). Запропоновані ним назви деталей поверхні Меркурія, визначених на основі альbedo, пізніше були затверджені Міжнародним астрономічним союзом та на сьогоднішній день є загальноприйнятими (Бурба, 1982).

Червень 1962 року ознаменувався здійсненням перших радіолокаційних спостережень Меркурія групою науковців з Інституту радіотехніки й електроніки Академії наук СРСР під безпосереднім керівництвом В. Котельникова. Цією групою було виявлено значну схожість відбивних властивостей Меркурія та Місяця (Evans, et al., 1965). У 1965 році схожі спостереження були здійснені американськими науковцями Г. Петтенгіллом та Р. Дьюсом із застосуванням радіотелескопа в обсерваторії Аресібо, що знаходиться у Пуерто-Рико. Вони експериментально довели, що період обертання планети навколо своєї осі складає 59 ± 5 днів (Pettengill, Dyce, 1965).

Джузеппе Коломбо, італійський астроном, у 1965 році припустив, що зазначений період наближений до $2/3$ сидеричного періоду обертання Меркурія й зазначив, що це співвідношення достатньо стабільне й дуже подібне до синхронного обертання (Colombo, 1965). Незабаром значення цього періоду було скореговано завдяки порівнянню фотографій Меркурія, виконаних земними телескопами (Murray, et al., 1972) та АМС «Марінером-10» (Klaasen, 1975). Нові дані спростували достовірність картографічних зображень, виконаних Скіапареллі й Антоніаді. Ймо-

вірно, ці астрономи спостерігали одні й ті самі елементи поверхні планети під час кожного другого оберту її навколо Сонця, але інтерпретували їх по-різному; до того ж вони не мали змоги вести спостереження планети та її поверхні у той час, коли Меркурій «ховався» у сонячній короні або за ним (Colombo, Shapiro, 1965).

Для спостереження Меркурія телескопи можуть використовуватися вкрай обмежено, оскільки незначна відстань до Сонця погіршує умови щодо телескопічних обстежень. Для прикладу, орбітальний телескоп «Хабл» у жодному разі не може бути використаний для спостереження планети та об'єктів на наближених до нього орбітах (Robberto, et al., 2000).



Рис. 1.4. АМС «Mariner 10» («Марінер-10»)

Меркурій, у порівнянні з іншими планетами земної групи, найменш вивчений. При його дослідженні було використано лише дві атоматичні міжпланетні станції. Перша з них – «Марінер-10», яка у 1974-1975 роках тричі наближалася до планети, при цьому максимальне зближення з Меркурієм складало 320 км (рис. 1.4). Робота станції дозволила здійснити фотографування поверхні. Апарат зробив декілька тисяч фотознімків із роздільною здатністю близько 1 км/пікс, які охопили лише 45% поверхні планети (Spohn, et al., (eds), 2014). Пізніші спостереження із

Землі забезпечили одержання низки даних про меркуріанську поверхню й атмосферу. Радіотелескопічні дослідження підтвердили можливість наявності водяної криги у полярних областях планети. Впродовж 2008-2015 років Меркурій досліджувала АМС *Messenger* (рис. 1.5). Вона була запущена 3 серпня 2004 року й летіла до Меркурія дуже складною траєкторією при здійсненні кількох гравітаційних маневрів біля Землі, Венери та самого Меркурія. У березні 2011 АМС стала супутником планети. *Messenger* сфотографувала всю поверхню Меркурія (Srinivasan, et al., 2007). У результаті було отримано значну кількість даних щодо внутрішньої будови планети, атмосфери та її еволюції. Внесок АМС, у порівнянні з попередніми спостереженнями та дослідженнями планети, революційний (Spohn, et al., (eds.), 2014).

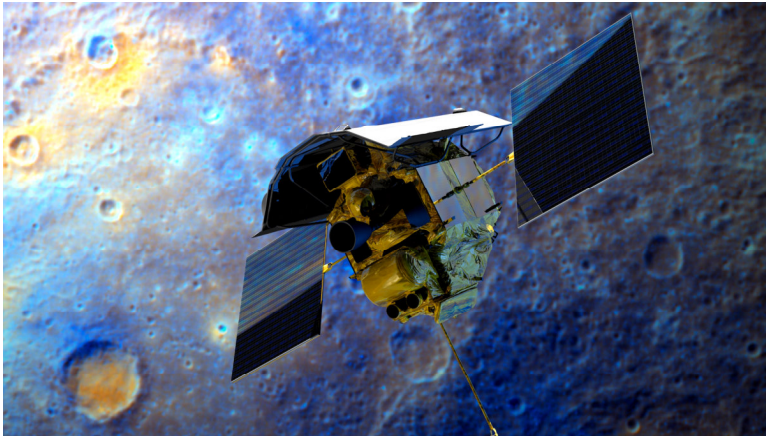


Рис. 1.5. АМС «*Messenger*» («*Месенджер*»)

Значний розвиток електронно-інформаційних методів дозволили проводити якісні наземні спостереження Меркурія при допомозі приймачів випромінювання з подальшою електронною обробкою отриманих знімків та інтерпретацією природних умов на його поверхні. Першу серію таких спостережень планети з використанням приймачів випромінювання було здійснено у

1995-2002 роках Йоханом Варелом в обсерваторії Ла-Пальма півметровим сонячним телескопом (Rothery, 2015). Варел самостійно вибирав найкращі знімки, при цьому не використовуючи широко розповсюдженого методу програмного комбінування. Метод, запропонований Варелом, також почали використовувати в Абастуманській обсерваторії для кількох серій фотографій поверхні Меркурія, отриманих у 2001 році (Cole, 2001; Balogh, et al., 2008), та в обсерваторії Скінакас Іракліонського університету для подібних серій фотографій планети 2002 року (Clark, 2007; Hawkins, et al., 2007). Для обробки обширних результатів цих спостережень в обох обсерваторіях застосували метод кореляційної сумісності Варела. Отримані роздільні зображення Меркурія були схожими з фотокомбінаціями АМС Марінер-10. На основі цих фотомозаїк було укладено сучасну карту Меркурія для довгот з 210 по 350° (Cook, Robinson, 2000). На початку 2013 року NASA заявило про складення повної точної карти поверхні планети за результатами роботи АМС Messenger, який знаходиться на орбіті Меркурія з 2011 року (Preusker, et al., 2014).

1.3. Характер меркуріанської поверхні

Поверхня Меркурія дуже подібна до місячної. Проте, на відміну від нашого супутника, у Меркурія є деякі деталі поверхні, які не притаманні Місяцю – це, передусім, гігантські відкоси з крутими схилами субпланетарного масштабу та ескарпи, які січуть усю планету та тягнуться на сотні кілометрів, розділяючи сусідні ландшафти планети стрімкими урвищами та уступами, які подекуди сягають понад 2 км. Походження ескарпів досі залишається дискусійним. Найпоширенішою гіпотезою є твердження про те, що надзвичайно велике залізисте ядро змусило планету на ранніх етапах формування сильно розширюватися. Згодом, унаслідок поступового остигання, планета почала стискатися, що призвело до просідання кори. Оскільки площа кори залишилася незмінною, а об'єм зменшився, вона, в окремих мі-

сяцях, зазнала складкоутворення (Kochemasov, 2009). Це відбулося уже після того, як закінчився етап формування більшої частини кратерів планети під час ери важкого метеоритного бомбардування у Сонячній системі. Ландшафти великих кратерів Меркурія досі зберігають сліди просідання меркуріанської кори, що загалом пояснюється контракційною гіпотезою.

Дійсно, морфологія меркуріанських кратерів напрочуд близька до місячних, і їх ударне походження не викликає жодних сумнівів. Адже вони володіють звичними для ударних кратерів елементами: чітким обрамленням, брекчієподібними викидами роздробленого під час удару й вибуху матеріалу з подальшим утворенням, у ряді випадків, характерної яскравої променевої системи й осередків вторинних кратерів. Найбільші кратери характеризуються наявністю центральних піків і терасованих внутрішніх кратерних схилів. Важливо, що такими ключовими особливостями володіють не лише великі кратери, діаметр яких сягає понад 40 – 70 км, але і значна кількість кратерів дрібніших розмірів – у межах 5 – 70 км. Слід зауважити, що така структура характерна лише для добре збережених кільцевих структур. Такі особливості можна пояснити значно більшою кінетичною енергією тіл, які падали на поверхню Меркурія, переважно впродовж пізнього важкого бомбардування, характером самої меркуріанської поверхні та її речовинного складу.

Потужність ерозії та загальне вивітрювання меркуріанських кратерів значно диференційоване. Наприклад, чіткі променеві системи свідчать про те, що вивітрювання незначне – це й не дивно, оскільки на Меркурії чинники вивітрювання майже не активізовані (завдяки практичній відсутності атмосфери та гідросфери), що призводить до своєрідної «консервації» поверхні планети. Однак існує цілий ряд кільцевих структур, у яких збереглися лише ледь помітні сліди обрамлень. Загалом, меркуріанські кратери, якщо їх порівнювати з місячними, менш глибокі, що також пояснюється більшою кінетичною енергією ударників унаслідок вищої, ніж на Місяці, сили тяжіння. Це призводить до того, що під час удару, після якого утворюється кратер, його котловина ефективніше заповнюється викинутим матеріалом. Ці ж

причини зумовлюють ближче розташування вторинних кратерів по відношенню до головного, ніж це відбувається на Місяці, а шлейфи викинутого матеріалу не так інтенсивно маскують первісні форми рельєфу. Більшість вторинних меркуріанських кратерів значно глибші за місячні аналоги – це викликано тим, що уламки, які формуються під час екскаваційного етапу, повторно випадають на поверхню та зазнають значно більшого прискорення, ніж на Місяці.

Кратери на Меркурії мають широкий спектр розмірів. Деякі являють собою крихітні чашоподібні морфоскульптури, тоді як інші являють собою багатокільцеві басейни діаметром сотні кілометрів. Вони знаходяться на різних етапах деградації: одні відносно молоді кільцеві структури з добре розвинутими променевими системами, інші – майже непомітно проявляються на поверхні. Басейн *Caloris* – найбільший відомий кратер на планеті з діаметром близько 1550 км. Удар, що спричинив його утворення, викликав надпотужні потоки лави і сформував кільце на периферії басейну висотою до 2 км. На іншому боці планети знаходиться велика горбиста місцевість, «*Weird Terrain*», яка, можливо, була витіснена ударною хвилею, створеною під час формування басейну *Caloris*.

Подібно до Місяця, залежно від рельєфу, на поверхні Меркурія вдається виділити переважаючі нерівні «материкові» та значно виположеніші «морські» регіони. Останні представлені улоговинами, які, здебільшого, є стародавніми ударними басейнами, кількість яких істотно менша, ніж на Місяці, а їхні лінійні розміри, зазвичай, не перевищують 400 – 600 км. До того ж деякі невеликі басейни слабо помітні на тлі навколишнього рельєфу. Винятком є лише гігантський басейн *Caloris*.

Вважається, що поверхня Меркурія геологічно неактивна й у практично незмінному стані існує останні мільярди років. Серед основних елементів поверхні на Меркурії переважають кратери, ізольовані хребти, гірські місцевості, рівнини, уступи та долини. Меркурій піддався інтенсивному бомбардуванню метеоритами, астероїдами та кометами близько 3,8 мільярдів років тому, у період пізнього важкого бомбардування. Протягом цього

етапу планета отримала неймовірно велику кількість ударів по всій поверхні. Власне, характер сучасної поверхні був сформований саме на цьому етапі.

У той час планета була вулканічно активною і басейни, подібні до *Caloris*, заповнювалися розпавами, формуючи гладкі рівнини. Рівнина Жари (*Caloris*) – це гігантський ударний басейн (другий за розмірами у Сонячній системі після місячного басейну *Aitken*).

Максимальну температуру поверхня Меркурія має в екваторіальних частинах освітленої півкулі та досягає $+425\text{ }^{\circ}\text{C}$. За усередненими даними, середня температура неосвітленої півкулі опускається до $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Williams, 1974). Такі різючі амплітуди температур відбуваються за рахунок видовженості орбіти, повільного обертання планети навколо своєї осі та практично відсутньої газової оболонки. За різними даними, вже на глибині 1 м температура більш-менш постійна і близька до $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Evans, et al., 2012). Це пояснюється тим, що пориста поверхнева гірська порода характеризується низькою теплопровідністю.

Загалом, поверхня Меркурія являє собою розбитий і спотворений ландшафт. *Mariner 10* передав зображення приблизно половини поверхні планети, а *Messenger* робить усе можливе, щоб завершити недописану картину, яка вже чітко вказує на безплідний пейзаж, який ніколи не мав шансів бути нічим, окрім пустелі.

РОЗДІЛ 2 НОМЕНКЛАТУРА МЕРКУРІЯ

- 2.1. Система найменувань на поверхні Меркурія.
- 2.2. Номенклатура рівнини Бореаліс (*Borealis Planitia*).
- 2.3. Номенклатура уступу Вікторія (*Victoria Rupes*).
- 2.4. Номенклатура кратера Шекспір (*Crater Shakespeare*).
- 2.5. Номенклатура кратера Радітладі (*Crater Raditladi*).
- 2.6. Номенклатура кратера Хокусай (*Crater Hokusai*).
- 2.7. Номенклатура кратера Койпер (*Crater Kuiper*).
- 2.8. Номенклатура кратера Бетховен (*Crater Beethoven*).
- 2.9. Номенклатура кратера Толстой (*Crater Tolstoj*).
- 2.10. Номенклатура кратера Емінеску (*Crater Eminescu*).
- 2.11. Номенклатура кратера Дерен (*Crater Derain*).
- 2.12. Номенклатура уступу Діскавері (*Discovery Rupes*).
- 2.13. Номенклатура кратера Мікеланджело (*Crater Michaelangelo*).
- 2.14. Номенклатура кратера Неруда (*Crater Neruda*).
- 2.15. Номенклатура кратера Дебюссі (*Crater Debussy*).
- 2.16. Номенклатура кратера Бах (*Crater Bach*).

2.1. Система найменувань на поверхні Меркурія

Уся поверхня Меркурія умовно розділена на 15 регіонів (рис. 2.1): 1. Рівнина Бореаліс (*Borealis Planitia*); 2. Уступ Вікторія (*Victoria Rupes*); 3. Кратер Шекспір (*Crater Shakespeare*); 4. Кратер Радітладі (*Crater Raditladi*); 5. Кратер Хокусай (*Crater Hokusai*); 6. Кратер Койпер (*Crater Kuiper*); 7. Кратер Бетховен (*Crater Beethoven*); 8. Кратер Толстой (*Crater Tolstoj*); 9. Кратер Емінеску (*Crater Eminescu*); 10. Кратер Дерен (*Crater Derain*); 11. Уступ Діскавері (*Discovery Rupes*); 12. Кратер Мікеланджело (*Crater Michaelangelo*); 13. Кратер Неруда (*Crater Neruda*); 14. Кратер Дебюссі (*Crater Debussy*); 15. Кратер Бах (*Crater Bach*). Детальна номенклатура цих регіонів подана в наступних параграфах розділу (рис. 2.2-2.16; додатки 4-18).

Типовими формами рельєфу цих регіонів є катени – ланцюжки кратерів (*Catena/Catenaе*); кратери (*Crater/Crateres*); пасма – лінійні височини неправильної форми (*Dorsum/Dorsa*); невеликі, яскраві області – ідентифікуються не лише у видимому спектрі, а також в інфрачервоному та радарному альбедо (*Facula/Faculae*); борозни – лінійні, протяжні неглибокі депресії (*Fossa/Fossae*); гори – протяжні височини та їх комплекси (*Mons/Monies*); рівнини – рівнинні області (*Planitia/Planitiaе*); плато – височини з переважаючою плоскою поверхнею (*Planum/Plana*); уступи – урвища планетарного масштабу (*Rupes/Rupes*); долини – звивисті улоговини вулканічного походження (*Vallis/Valles*).

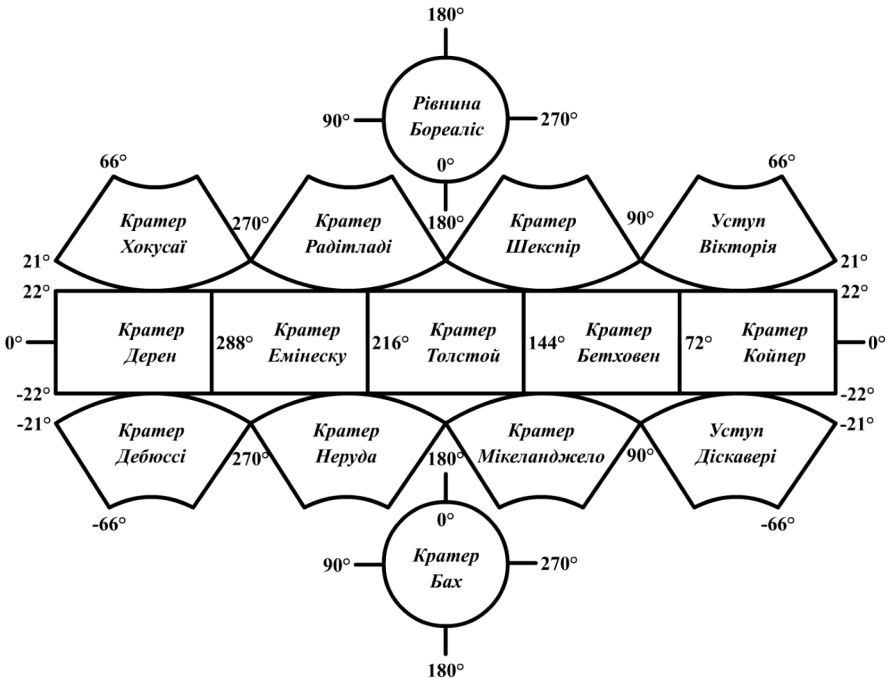


Рис. 2.1. Номенклатурні квадранти Меркурія

Упродовж 1974-75 рр. Міжнародним астрономічним союзом (МОС) інтенсивно обговорювалися питання стосовно обрання системи категорій назв щодо присвоєння власних найменувань численним кратерам Меркурія, а також іншим елементам його поверхні, які були виявлені завдяки успішної роботи АМС *Mariner 10* (International Astronomical Union, 1977). МОС у результаті довготривалих дискусій було вирішено називати меркуріанські кратери на честь видатних діячів гуманітарного напрямку (письменників, поетів, художників, скульпторів, композиторів, музикантів тощо). Назви почали присвоювати всім кратерам діаметром понад 100 км і вибірково – дрібнішим, якщо їхня кільцева структура виділяється чіткістю обрисів і має променеву систему. Таке рішення прогнозоване, оскільки подібні системи найменувань кратерів на Місяці та Марсі пов'язані з іменами видатних астрономів і вчених інших спеціальностей. Що ж стосується імен представників гуманітарних напрямів, то у номенклатурі цих планет вони не використовувалися.

Найменування елементів поверхні Меркурія були введені, насамперед, для забезпечення короткого і точного позначення кожного з них, який характеризується чітким розташуванням у конкретному місці поверхні планети. Є ще одна важлива функція назв – меморіальна. Її виконують, насамперед, кратери. Тоді ж були розроблені й основні положення щодо номенклатурних елементів поверхні Меркурія. Серед них виділено такі головні деталі рельєфу поверхні: кратери, рівнини, долини, уступи, гори та пасма.

Цікаво, що на честь учених, які зробили значний внесок у вивчення Меркурія, члени МОС вирішили дати не більше шести назв. Це було зроблено цілеспрямовано, щоб звести до мінімуму повторення імен, уже присвоєних елементам поверхні на Марсі та Місяці.

Уступам запропоновано присвоювати назви дослідницьких суден, оскільки бог Гермес вважався покровителем подорожніх, мандрівників і купців. Меркуріанські кратери отримали назви на честь радіообсерваторій. Цим жестом Міжнародного астрономічного союзу відзначалася величезна роль радіолокації під час

дослідження поверхні Меркурія. Рівнини на планеті отримали варіації назви планети Меркурій різними мовами й імена богів, які відігравали в античних міфологіях роль, подібну до ролі Меркурія у римлян. Слід зазначити, що спеціальної категорії найменувань гір і пасем не було виділено. Меркуріанські долини отримують назви на честь древніх міст і поселень, яких уже не існує. Факулам присвоюється слово «змія» на різних мовах.

Окрім об'єктної номенклатури (детально розглядається у параграфах цього розділу), на Меркурії залишилися старі назви, якими були позначені відмінності альbedo меркуріанської поверхні на перших картах планети: *Apollonia, Aurora, Australia, Borea, Caduceata, Cyllene, Gallia, Heliocaminus, Hesperis, Liguria, Pentas, Phaethontias, Pieria, Pleias, Solitudo Admetei, Solitudo Alarum, Solitudo Aphrodites, Solitudo Argiphontae, Solitudo Atlantis, Solitudo Criophori, Solitudo Helii, Solitudo Hermae Trismegisti, Solitudo Horarum, Solitudo Iovis, Solitudo Lycaonis, Solitudo Maiae, Solitudo Martis, Solitudo Neptuni, Solitudo Persephones, Solitudo Phoenicis, Solitudo Promethei, Tricrena*.

У 1976 році на Генеральній асамблеї Міжнародного астрономічного союзу у Греноблі (Франція) прийнятий список назв, куди ввійшли 138 кратерів, 7 рівнин, 16 уступів, 4 долини, 2 пасма та 1 гірський хребет. Надалі, нові назви присвоювалися тільки кратерам.

2.2. Номенклатура рівнини Бореаліс (*Borealis Planitia*)

1. **Ангвіссола (*Anguissola*)** – кратер, 35,41 км діаметром (80,69° ш., 217,35° д.)² – названий на честь італійської художниці Софонісби Ангвіссолі (1532 – 1625).

2. **Аніта (*Anyte*)** – кратер, 20,92 км діаметром (79,5° ш., 210,67° д.) – названий на честь давньогрецької поетеси Аніти з міста тезеї в Аркадії (≈300 до н.е.).

² Тут і далі вказані координати центральної частини зазначених фізико-географічних об'єктів на поверхні Меркурія.

3. **Арістоксен (*Aristoxenus*)** – кратер, 52 км діаметром (83,93° ш., 17,46° д.) – названий на честь Арістоксена – древньогрецького філософа та музикознавця (≈350 до н.е.).

4. **Беше (*Bechet*)** – кратер, 17,6 км діаметром (83,08° ш., 93,66° д.) – названий на честь американського джазового музиканта та композитора Сіднея Джозефа Беше (1897 – 1959).

5. **Берліоз (*Berlioz*)** – кратер, 31,44 км діаметром (79,36° ш., 321,34° д.) – названий на честь французького композитора, диригента та музичного письменника Луї Гектора Берліоза (1803 – 1869).

6. **Б'єрнсон (*Bjornson*)** – кратер, 75,93 км діаметром (73,11° ш., 113,99° д.) – названий на честь норвежського прозаїка, драматурга, поета, лауреата Нобелівської премії 1903 року Б'єрнстєрна Мартініуса Б'єрнсона (1832 – 1910).

7. **«Бореаліс» (*Borealis Planitia*)** – рівнина, протяжність до 3450 км (67,3° ш., 327,4° д.) – дослівно перекладається як «Північна рівнина». Назва походить від класичної назви деталей альbedo поверхонь планет Сонячної системи.

8. **Берк (*Burke*)** – кратер, 28,5 км діаметром (85,91° ш., 171,56° д.) – названий на честь американської актриси, номінантки на премію «Оскар» 1938 року Мері Вільям Етельберт Еппелтон Берк (1884 – 1970).

9. **Долина Кахокія (*Cahokia Vallis*)** – долина, протяжність до 77 км (65,55° ш., 233,06° д.) – назва походить від древнього курганного міста північноамериканських індіанців Кахокії, вцілілі залишки якого розташовані на території штату Іллінойс, США.

10. **Честертон (*Chesterton*)** – кратер, 37,23 км діаметром (88,51° ш., 126,9° д.) – названий на честь англійського письменника, християнського мислителя і журналіста Гілберта-Кіта Честертона (1874 – 1936).

11. **Карулань (*Carolan*)** – кратер, 24,34 км діаметром (83,88° ш., 328,23° д.) – названий на честь ірландського арф'яра, композитора та співака Трейлеха О'Каруланя (1670 – 1738).

12. **Депре (*Desprez*)** – кратер, 47,05 км діаметром (81,08° ш., 101,25° д.) – названий на честь франко-фламандського ком-

позитора й диригента церковних хорів епохи Відродження Жоскена де Пре ($\approx 1440 - 1521$).

13. **Егону (*Egonu*)** – кратер, 25 км діаметром ($67,15^\circ$ ш., $298,52^\circ$ д.) – названий на честь нігерійського художника та діяча мистецтв Узо Егону (1931 – 1996).

14. **Енсор (*Ensor*)** – кратер, 24,81 км діаметром ($82,35^\circ$ ш., $17,65^\circ$ д.) – названий на честь бельгійського художника, графіка та живописця Джеймса Сіднея Енсора (1860 – 1949).

15. **Фуллер (*Fuller*)** – кратер, 26,97 км діаметром ($82,63^\circ$ ш., $42,65^\circ$ д.) – названий на честь американського архітектора, винахідника, письменника, викладача університету, науковця, поета, діяча пластичних мистецтв, інженера Ричарда Бакмінстера Фуллера (1895 – 1983).

16. **Гоген (*Gauguin*)** – кратер, 70 км діаметром ($66,36^\circ$ ш., $100,01^\circ$ д.) – названий на честь французького художника, скульптора, графіка, постімпресіоніста Поля Гогена (1848 – 1903).

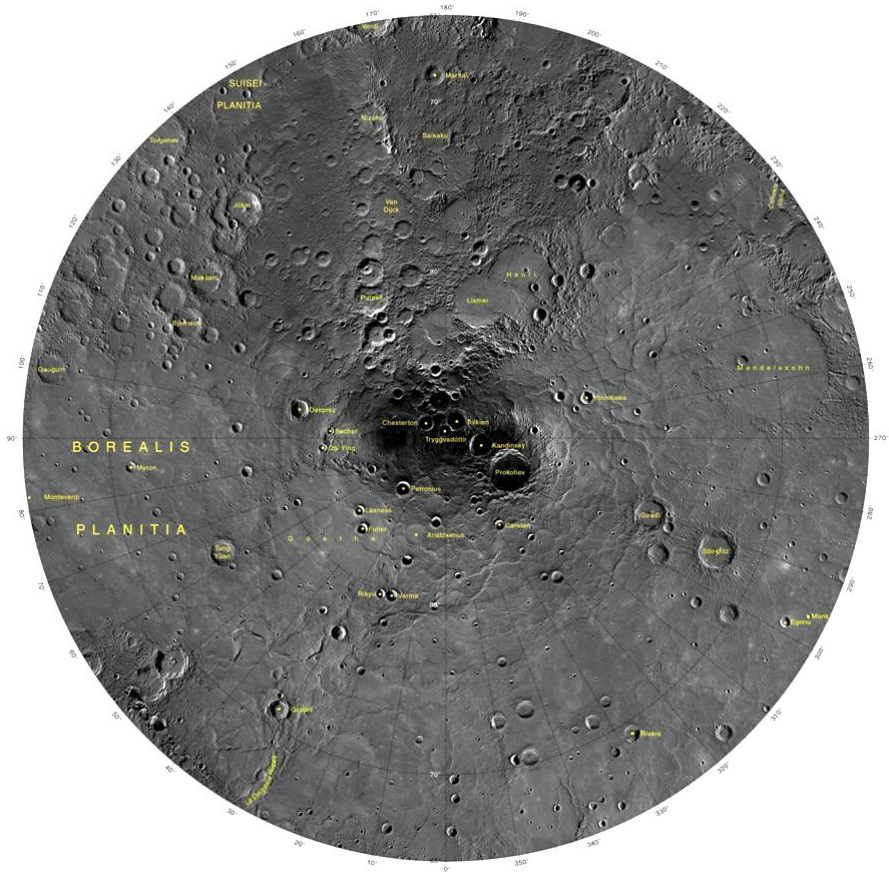
17. **Гауді (*Gaudi*)** – кратер, 81 км діаметром ($76,9^\circ$ ш., $290,84^\circ$ д.) – названий на честь іспанського архітектора, новатора форми, достойного представника стилю арт-нуво та модерн в архітектурному мистецтві Антоні Гауді-і-Курнета (1852 – 1926).

18. **Гете (*Goethe*)** – кратер, 317,17 км діаметром ($81,1^\circ$ ш., $51,03^\circ$ д.) – названий на честь німецького поета, прозаїка, драматурга, мислителя й натураліста Йоганна-Вольфганга фон Гете (1749 – 1832).

19. **Гротелл (*Grotell*)** – кратер, 48,25 км діаметром ($71,09^\circ$ ш., $31,63^\circ$ д.) – названий на честь фінсько-американської художниці, кераміста Майї Гротелл (1899 – 1973).

20. **Генрі (*Henri*)** – кратер, 163,8 км діаметром ($79,68^\circ$ ш., $207,02^\circ$ д.) – названий на честь американського художника і педагога Роберта Генрі (1865 – 1929).

21. **Йокай (*Jokai*)** – кратер, 93 км діаметром ($71,93^\circ$ ш., $138,45^\circ$ д.) – названий на честь угорського прозаїка, поета, драматурга, публіциста, мемуариста, театрального критика, видавця, редактора, громадського та політичного діяча Мора Йокая (1825 – 1904).



*Рис. 2.2. Рівнина Бореаліс (Borealis Planitia)
(Map of the H-1 (Borealis) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

22. **Кандинський (Kandinsky)** – кратер, 60 км діаметром (87,89° ш., 281,22° д.) – названий на честь російського живописця, графіка та теоретика мистецтв Василя Кандинського (1866 – 1944).

23. **Уступ Дофін (*La Dauphine Rupes*)**³ – уступ, протяжність до 252 км (66,3° ш., 26,62° д.) – названий на честь одного з кораблів під керівництвом італійського мореплавця Джованні да Верраццано, який першим з європейців проплив уздовж східного узбережжя Північної Америки у 1524 році.

24. **Лакснесс (*Laxness*)** – кратер, 25,89 км діаметром (83,27° ш., 50,04° д.) – названий на честь ісландського письменника, лауреата Нобелівської премії з літератури 1955 року Галдора Кільяна Лакснеса (1902 – 1998).

25. **Лізмер (*Lismer*)** – кратер, 139,12 км діаметром (81,51° ш., 193,63° д.) – названий на честь англійсько-канадського художника, члена «Групи Сімох»⁴ Артура Лізмера (1885 – 1969).

26. **Мансар (*Mansart*)** – кратер, 84,97 км діаметром (72,72° ш., 123,36° д.) – названий на честь французького архітектора Жуля Ардуена-Мансара (1646 – 1708).

27. **Марціал (*Martial*)** – кратер, 51 км діаметром (68,47° ш., 178,33° д.) – названий на честь римського поета, неперевершеного майстра епіграм – ксеній (40 – 105).

28. **Мендельсон (*Mendelssohn*)** – кратер, 291 км діаметром (70,31° ш., 257,68° д.) – названий на честь німецького композитора-романтика, диригента, музично-громадського діяча Якоба Людвіга Фелікса Мендельсона-Бартольдї (1809 – 1847).

29. **Монк (*Monk*)** – кратер, 12 км діаметром (66,08° ш., 296,19° д.) – названий на честь американського джазового піаніста, одного з родоначальників бібосу Телоніуса Монка (1917 – 1982).

30. **Монтеверді (*Monteverdi*)** – кратер, 134 км діаметром (64,49° ш., 81,01° д.) – названий на честь італійського композитора, видатного майстра мадригалу, одного з основоположників жанру опери Клаудіо Джовані Антоніо Монтеверді (1567 – 1643).

³ Тут і далі всі назви уступів, що зазначені українською мовою, подані транслітеровано або у перекладі.

⁴ **Група сімох** – група канадських художників-пейзажистів 1920 – 1933 років.

31. **Мирон (*Myron*)** – кратер, 25 км діаметром (71,21° ш., 84,86° д.) – названий на честь давньогрецького скульптора (480 – 440 рр. до н.е.).

32. **Нізамі (*Nizami*)** – кратер, 77 км діаметром (70,46° ш., 166,71° д.) – названий на честь класика перської поезії, мислителя, одного з найвидатніших поетів середньовічного Сходу Нізамі Гянджеві Абу Мухамеда Ільяса ібн-Юсуфа (1141 – 1209).

33. **Петроній (*Petronius*)** – кратер, 36 км діаметром (86,06° ш., 40,51° д.) – названий на честь автора давньоримського роману «Сатирикон» Гая Петронія Арбітра (14 – 66).

34. **Прокоф'єв (*Prokofiev*)** – кратер, 112 км діаметром (85,77° ш., 297,08° д.) – названий на честь радянського композитора українського походження Сергія Сергійовича Прокоф'єва (1891 – 1953).

35. **Перселл (*Purcell*)** – кратер, 87,67 км діаметром (80,43° ш., 152,51° д.) – названий на честь англійського композитора ірландського походження Генрі Перселла (1659 – 1695).

36. **Цю Їн (*Qiu Ying*)** – кратер, 20 км діаметром (82,67° ш., 85,67° д.) – названий на честь китайського художника, провідного живописця часів династії Мін Цю Їна (1494 – 1552).

37. **Ремарк (*Remarque*)** – кратер, 25,9 км діаметром (84,94° ш., 6,46° д.) – названий на честь німецького письменника Еріха Марії Ремарка (1898 – 1970).

38. **Рікю (*Rikyu*)** – кратер, 22,4 км діаметром (79,91° ш., 22,74° д.) – названий на честь японського культурного та політичного діяча, найвідомішого майстра чайної церемонії, засновника чаювання Сен-но Рікю (1522 – 1591).

39. **Рівера (*Rivera*)** – кратер, 40 км діаметром (69,29° ш., 327,82° д.) – названий на честь мексиканського художника Дієго Рівера (1886 – 1957).

40. **Сайкаку (*Saikaku*)** – кратер, 64 км діаметром (71,96° ш., 177,97° д.) – названий на честь японського письменника та поета періоду Едо Іхара Сайкаку (1642 – 1693).

41. **Сапкота (*Sapkota*)** – кратер, 27,4 км діаметром (86,09° ш., 132,79° д.) – названий на честь непальського соціаль-

ного працівника, етимолога, лінгвіста та поета Махананди Сапкота (1896 – 1977).

42. **Стігліц** (*Stieglitz*) – кратер, 100 км діаметром (42,54° ш., 292,37° д.) – названий на честь американського фотографа Альфреда Стігліца (1864 – 1946).

43. «**Суїсей**» (*Suisei Planitia*) – рівнина, протяжність до 569 км (60,88° ш., 147,81° д.) – з японської дослівно перекладається як планета Меркурій.

44. **Толкін** (*Tolkien*) – кратер, 50 км діаметром (88,82° ш., 211,08° д.) – названий на честь англійського письменника, поета, філолога й професора, класика світової літератури ХХ ст., фундатора жанру фентезі Джона Роналда Руела Толкіна (1892 – 1973).

45. **Трюгвадоттір** (*Tryggvadottir*) – кратер, 31 км діаметром (89,55° ш., 171,56° д.) – названий на честь ісландської художниці-експресіоністки Ніни Трюгвадоттір (1913 – 1968).

46. **Дун Юань** (*Tung Yuan*) – кратер, 60,46 км діаметром (75,02° ш., 62,83° д.) – названий на честь китайського художника-пейзажиста Дуна Юаня (? – 962).

47. **Тургенєв** (*Turgenev*) – кратер, 136 км діаметром (65,68° ш., 136,26° д.) – названий на честь російського письменника Івана Сергійовича Тургенєва (1818 – 1883).

48. **Ван Дейк** (*Van Dijck*) – кратер, 101,53 км діаметром (75,8° ш., 166,63° д.) – названий на честь фламандського живописця Антоніса Ван Дейка (1599 – 1641).

49. **Варма** (*Varma*) – кратер, 30 км діаметром (80,04° ш., 18,97° д.) – названий на честь індійського художника Раджа Раві Варми (1848 – 1906).

50. **Верді** (*Verdi*) – кратер, 145 км діаметром (64,36° ш., 169,71° д.) – названий на честь італійського композитора, диригента Джузеппе Фортуніно Франческо Верді (1813 – 1901).

51. **Воннегут** (*Vonnegut*) – кратер, 26,61 км діаметром (82,72° ш., 249,91° д.) – названий на честь американського письменника-фантаста (1922 – 2007).

52. **Ямада** (*Yamada*) – кратер, 17,1 км діаметром (82,54° ш., 223,84° д.) – названий на честь японського композитора та диригента Косаку Ямади (1886 – 1965).

53. **Йосікава** (*Yoshikawa*) – кратер, 30 км діаметром (64,36° ш., 169,71° д.) – названий на честь японського письменника Ейдзі Йосікави (1892 – 1962).

2.3. Номенклатура уступу Вікторія (*Victoria Rupes*)

1. **Абедін** (*Abedin*) – кратер, 116,3 км діаметром (61,73° ш., 10,66° д.) – названий на честь бангладешського художника Зейнула Абедіна (1914 – 1976).

2. **Аксаков** (*Aksakov*) – кратер, 174 км діаметром (34,71° ш., 78,74° д.) – названий на честь російського письменника Сергія Тимофійовича Аксакова (1791 – 1859).

3. **Аль-Гамадані** (*Al-Hamadhani*) – кратер, 164 км діаметром (39,19° ш., 91,76° д.) – названий на честь арабомовного середньоазійського письменника Ахмеда ібн аль-Хусейна аль-Гамадані (? – 1007).

4. **Пасмо Антоніаді** (*Antoniadi Dorsum*) – пасмо, протяжність до 359,4 км (27,2° ш., 29,65° д.) – назване на честь французького астронома грецького походження Ежена Мішеля Антоніаді (1870 – 1944).

5. **Баранаускас** (*Baranauskas*) – кратер, 36 км діаметром (50,73° ш., 39,76° д.) – названий на честь литовського католицького прелата, єпископа Сейни, поета та мовознавця Антанаса Баранаускаса (1835 – 1902).

6. **Бознанська** (*Boznanska*) – кратер, 72 км діаметром (59,64° ш., 40,75° д.) – названий на честь польської художниці Ольги Бознанської (1865 – 1940).

7. **Канова** (*Canova*) – кратер, 46 км діаметром (25,6° ш., 3,71° д.) – названий на честь італійського скульптора Антоніо Канови (1757 – 1822).

8. **Уступ Карнегі** (*Carnegie Rupes*) – уступ, потяжність до 267 км (58,52° ш., 53,25° д.) – названий на честь бригантиної

яхти, побудованої переважно з деревини, обладнаної для проведення магнітних спостережень впродовж 1909 – 1929 рр.

9. **Катулл (*Catullus*)** – кратер, 100,2 км діаметром (21,9° ш., 67,55° д.) – названий на честь давньоримського поета-лірика, майстра любовної поезії, неотерика Гая Валерія Катулла (87 – 54 рр. до н.е.).

10. **Державін (*Derzhavin*)** – кратер, 156 км діаметром (45,6° ш., 36,93° д.) – названий на честь російського поета, державного діяча Гаврила Романовича Державіна (1743 – 1816).

11. **Дрісколл (*Driscoll*)** – кратер, 30 км діаметром (30,58° ш., 33,58° д.) – названий на честь американської дизайнерки Клари Дрісколл (1861 – 1944).

12. **Дуччо (*Duccio*)** – кратер, 132 км діаметром (58,23° ш., 52,42° д.) – названий на честь італійського художника Дуччо ді Буонінсеня (1255 – 1319).

13. **Ечегарай (*Echegaray*)** – кратер, 63 км діаметром (43,48° ш., 20,22° д.) – названий на честь іспанського драматурга, лауреата Нобелівської премії з літератури 1904 року Хосе Ечегарая-і-Ейсагірре (1832 – 1916).

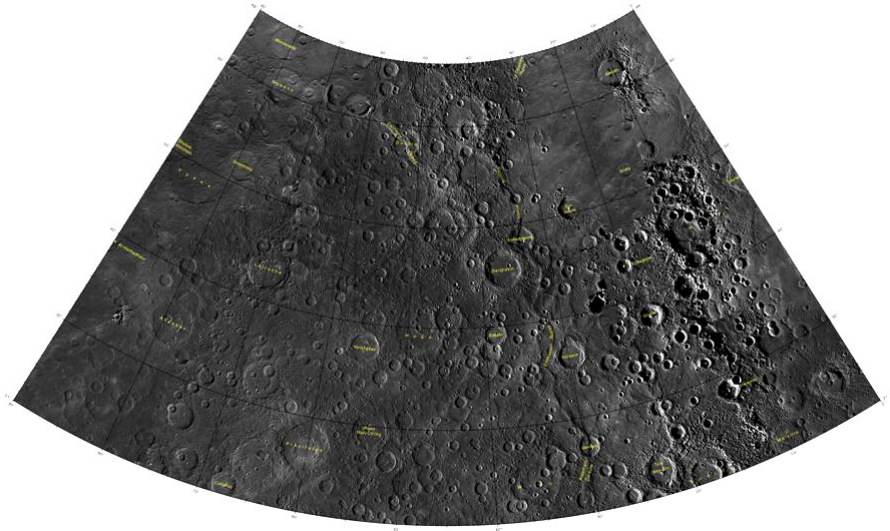
14. **Уступ Індевор (*Endeavour Rupes*)** – уступ, протяжність до 61 км (38,36° ш., 31,38° д.) – названий на честь науково-дослідницького судна Британського королівського флоту Індевор, під керівництвом лейтенанта Джеймса Кука, на якому була здійснена перша експедиція до Австралії та Нової Зеландії у 1769 – 1771 рр.

15. **Енхедуанна (*Enheduanna*)** – кратер, 105 км діаметром (48,34° ш., 33,59° д.) – названий на честь аккадської поетеси, головної жриці храму місячного бога Нанни (≈2300 рр. до н.е.).

16. **Геддес (*Geddes*)** – кратер, 84 км діаметром (27,17° ш., 29,72° д.) – названий на честь ірландської художниці Вільгельміни Геддес (1887–1955).

17. **Глюк (*Gluck*)** – кратер, 100 км діаметром (37,95° ш., 18,78° д.) – названий на честь німецького композитора, яскравого представника музичного класицизму Крістофа Вільгельма Глюка (1714 – 1787).

18. **Гріг (Grieg)** – кратер, 59 км діаметром ($52,49^\circ$ ш., $15,36^\circ$ д.) – названий на честь норвезького композитора періоду романтизму, музичного діяча, диригента та піаніста Едварда Гагерупа Гріга (1843 – 1907).



*Рис. 2.3. Уступ Вікторія (Victoria Rupes)
(Map of the H-2 (Victoria) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

19. **Гольбейн (Holbein)** – кратер, 115 км діаметром ($36,16^\circ$ ш., $29,84^\circ$ д.) – названий на честь німецьких живописців Ганса Гольбейна батька (1465 – 1524) та сина (1497 – 1543).

20. **Гюго (Hugo)** – кратер, 206 км діаметром ($39,61^\circ$ ш., $48,49^\circ$ д.) – названий на честь французького письменника, драматурга, поета, публіциста та громадського діяча Віктора Гюго (1802 – 1885).

21. **Жобін (Jobim)** – кратер, 167 км діаметром ($32,45^\circ$ ш., $66,88^\circ$ д.) – названий на честь бразильського музиканта, інструменталіста, співака та композитора Антоніу Карлоса Жобіна (1927 – 1994).

22. **Гуан Хань-Цін** (*Kuan Han-Ch'ing*) – кратер, 143 км діаметром (29,44° ш., 53,67° д.) – названий на честь китайського письменника-драматурга, поета-лірика часів династії Юань, класика юаньської драми Гуана Хань-Ціна (1225 – 1302).

23. **Уступ Дофін** (*La Dauphine Rupes*) – див. § 2.2, п. 23⁵.

24. **Ларроча** (*Larrocha*) – кратер, 196 км діаметром (43,29° ш., 69,83° д.) – названий на честь іспанської піаністки сучасності Алісії де Ларроча і де ла Кальє (1923 – 2009).

25. **Мелвілл** (*Melville*) – кратер, 146 км діаметром (22,01° ш., 9,89° д.) – названий на честь американського письменника Германа Мелвілла (1819 – 1891).

26. **Моне** (*Monet*) – кратер, 203 км діаметром (44,23° ш., 9,77° д.) – названий на честь французького живописця, одного з засновників імпресіонізму Клода Моне (1840 – 1926).

27. **Монтеверді** (*Monteverdi*) – див. § 2.2, п. 30.

28. **Намат'їра** (*Namatjira*) – кратер, 34 км діаметром (58,82° ш., 33,04° д.) – названий на честь австралійського живописця Альберта Намат'їри (1902 – 1959).

29. **Плат** (*Plath*) – кратер, 35 км діаметром (37,86° ш., 38,84° д.) – названий на честь американської поетеси та письменниці Сильвії Плат (1932 – 1963).

30. **Роден** (*Rodin*) – кратер, 230 км діаметром (21,72° ш., 18,89° д.) – названий на честь французького скульптора, одного із засновників імпресіонізму у скульптурі Франсуа Огюста Рене Родена (1840 – 1917).

31. **Пракситель** (*Praxiteles*) – кратер, 198 км діаметром (27,11° ш., 60,28° д.) – названий на честь давньогрецького скульптора доби пізньої класики, головного представника новоатичної школи пластики Праксителя (≈395 – 330 рр. до н.е.).

32. **Рубенс** (*Rubens*) – кратер, 158 км діаметром (60,58° ш., 77,99° д.) – названий на честь фламандського живописця, дип-

⁵ Тут і далі вказані фізико-географічні об'єкти на поверхні Меркурія, які згадані у попередніх параграфах і розташовані одочасно у двох суміжних номінальних квадрантах Меркурія.

ломата, колекціонера, яскравого представника епохи бароко Пітера Пауля Рубенса (1577 – 1640).

33. **Шолом Алейхем (*Sholem Aleichem*)** – кратер, 169 км діаметром (50,92° ш., 90,48° д.) – названий на честь єврейського письменника і драматурга, який жив і творив на території сучасної України Шолома-Алейхема (Соломона Наумовича Рабиновича) (1859 – 1916).

34. **Хуана (*Sor Juana*)** – кратер, 102 км діаметром (50,51° ш., 25,59° д.) – названий на честь мексиканської поетеси, черниці еронімітки Хуани Інес де ла Крус (1651 – 1695).

35. **Сосекі (*Soseki*)** – кратер, 92 км діаметром (39,31° ш., 38,77° д.) – названий на честь японського письменника періоду Мейозі, поета, художника, літературного критика та дослідника англійської літератури Науме Сосекі (1912 – 1916).

36. **Суза (*Sousa*)** – кратер, 138 км діаметром (46,69° ш., 359,37° д.) – названий на честь американського композитора та диригента духових оркестрів Джона Філіпа Сузи (1854 – 1932).

37. **Стравинський (*Stravinsky*)** – кратер, 129 км діаметром (51,95° ш., 78,9° д.) – названий на честь американського композитора та диригента українського козацького походження Ігора Федоровича Стравинського (1882 – 1971).

38. **Цай Вень-Чжі (*Ts'ai Wen-Chi*)** – кратер, 124 км діаметром (23,47° ш., 23,15° д.) – названий на честь китайського композитора династії Хань Цая Вень-Чжі (II ст.. до н.е).

39. **Веласкес (*Velazquez*)** – кратер, 128 км діаметром (37,59° ш., 55,43° д.) – названий на честь іспанського художника, придворного живописця короля Філіпа IV Дієго Веласкеса (1599 – 1660).

40. **Уступ Вікторія (*Victoria Rupes*)** – уступ, протяжність до 347 км (52,71° ш., 34,16° д.) – названий на честь трищоглової караки⁶, яка єдиною повернулася з кругосвітньої подорожі Фернана Магеллана, ставши першим кораблем, що обійшов Землю впродовж 1519 – 1522 рр.

⁶ **Карака** – велике вітрильне трищоглове торговельне або військове судно XVI – XVII ст.

41. **Вламінк** (*Vlaminck*) – кратер, 82 км діаметром (28,48° ш., 13,51° д.) – названий на честь французького живописця, постмодерніста, графіка, письменника та літератора Моріса де Вламінка (1876 – 1958).

42. **В'яса** (*Vyasa*) – кратер, 297 км діаметром (49,79° ш., 84,62° д.) – названий на честь давньоіндійського поета В'яси (≈1500 рр. до н.е.).

43. **Рен** (*Wren*) – кратер, 204 км діаметром (24,84° ш., 35,95° д.) – названий на честь англійського архітектора, математика й астронома Крістофера Рена (1632 – 1723).

2.4. Номенклатура кратера Шекспір (*Crater Shakespeare*)

1. **Аль-Ахталь** (*Al-Akhtal*) – кратер, 94,29 км діаметром (59,38° ш., 99,71° д.) – названий на честь арабського поета Аль-Ахталя ат-Таглібі (≈640 – 710).

2. **Аль-Гамадані** (*Al-Hamadhani*) – див. § 2.3, п. 3.

3. **Ахмад Баба** (*Ahmad Baba*) – кратер, 126 км діаметром (58,33° ш., 128,35° д.) – названий на честь суданського письменника, вченого та політика Ахмада Баби аль-Массуфі аль-Тімбукті (1556 – 1627).

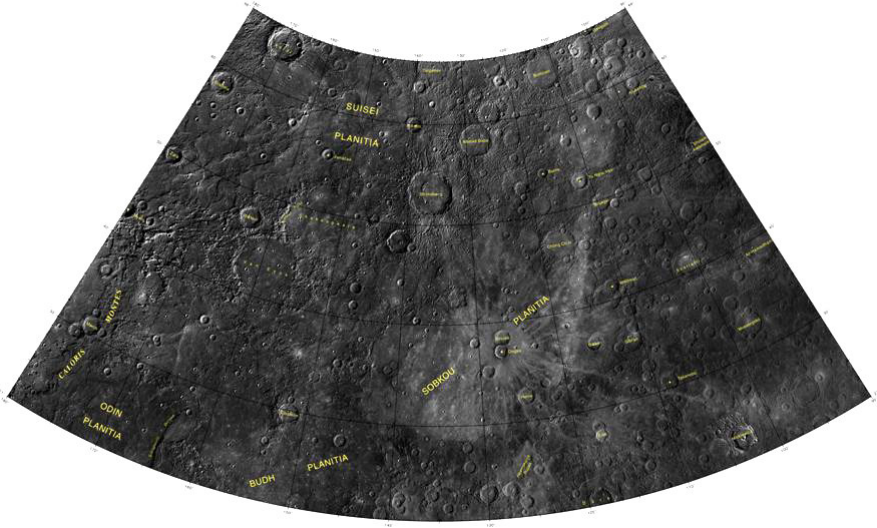
4. **Боттічеллі** (*Botticelli*) – кратер, 136,35 км діаметром (63,63° ш., 112,35° д.) – названий на честь італійського живописця флорентійської школи Сандро Боттічеллі (1445 – 1510).

5. **Брамс** (*Brahms*) – кратер, 100 км діаметром (58,32° ш., 177,36° д.) – названий на честь німецького композитора, піаніста та диригента Йоганнеса Брамса (1833 – 1897).

6. **Бронте** (*Bronte*) – кратер, 68 км діаметром (38,39° ш., 127,06° д.) – названий на честь сестер Шарлотти (1816 – 1855), Емілі (1818 – 1848), Анни Бронте (1820 – 1849) – англійських письменниць та їхнього брата Патріка Бренуелла Бронте – поета та художника (1817 – 1848).

7. **Брейгель** (*Bruegel*) – кратер, 72 км діаметром (49,73° ш., 109,46° д.) – названий на честь фламандського живописця та графіка Пітера Брейгеля Старшого (1525-1530 (?) – 1569).

8. «Будга» (*Budh Planitia*) – рівнина, протяжність до 816 км ($19,52^{\circ}$ ш., $150,46^{\circ}$ д.) – в індуїзмі син Соми, персоніфікація планети Меркурія.



*Рис. 2.4. Крапер Шекспір (Crater Shakespeare)
(Map of the H-3 (Shakespeare) Quadrangle of Mercury. NASA/
Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

9. Бернз (*Burns*) – кратер, 43 км діаметром ($54,1^{\circ}$ ш., $117,37^{\circ}$ д.) – названий на честь шотландського поета Роберта Бернза (1759 – 1796).

10. «Калоріс» (*Caloris Montes*) – гірська система обрамлення рівнини *Caloris*, протяжність до 1023 км ($31,46^{\circ}$ ш., $174,15^{\circ}$ д.) – назва дослівно перекладається з латинської як «Гарячі гори».

11. Чон Чхоль (*Chong Ch'ol*) – кратер, 143 км діаметром ($46,87^{\circ}$ ш., $117,31^{\circ}$ д.) – названий на честь корейського поета Чон Чхоля (1536 – 1593).

12. **Куперен** (*Couperin*) – кратер, 80 км діаметром (29,74° ш., 151,94° д.) – названий на честь французького композитора, органіста та клавесиніста Франсуа Куперена (1668 – 1733).

13. **Дамер** (*Damer*) – кратер, 60 км діаметром (36,36° ш., 115,81° д.) – названий на честь англійської скульпторки Анни Сеймур Дамер (1748 – 1828).

14. **Дега** (*Degas*) – кратер, 54 км діаметром (37,08° ш., 127,34° д.) – названий на честь французького живописця, імпресіоніста Едгара Дега (1834 – 1917).

15. **Ду Фу** (*Du Fu*) – кратер, 33 км діаметром (25° ш., 93,66° д.) – названий на честь китайського поета Ду Фу (712 – 770).

16. **Дюрер** (*Durer*) – кратер, 195 км діаметром (21,51° ш., 118,98° д.) – названий на честь німецького художника доби Відродження, математика і теоретика мистецтв Альбрехта Дюрера (1471 – 1528).

17. **Ерте** (*Erte*) – кратер, 48,5 км діаметром (27,44° ш., 117,33° д.) – названий на честь французького художника та дизайнера українсько-російського походження Романа Петровича Тиртова (Ерте) (1892 – 1990).

18. **Гоген** (*Gauguin*) – див. § 2.2, п. 16.

19. **Джебран** (*Gibran*) – кратер, 106 км діаметром (35,73° ш., 111,44° д.) – названий на честь ліванського й американського філософа, художника, графіка, скульптора, поета і прозаїка Халіля Джебрана (1883 – 1931).

20. **Уступ Геемскерк** (*Heemskerck Rupes*) – уступ, протяжність до 320 км (27,3° ш., 124,31° д.) – названий на честь одного з двох суден під керівництвом Абеля Янсзона Тасмана – Геемскерка (бойового корабля) під час дослідження Австралії та Нової Зеландії впродовж 1642-43 рр.

21. **Гейне** (*Heine*) – кратер, 73 км діаметром (35,73° ш., 111,44° д.) – названий на честь німецького поета та журналіста Крістіана Йоганна Генріха Гейне (1797 – 1856).

22. **Яначек** (*Janacek*) – кратер, 47 км діаметром (55,72° ш., 154,85° д.) – названий на честь чеського композитора, музикознавця-етнографа та педагога Леоша Яначика (1854 – 1928).

23. **Кошо** (*Kosho*) – кратер, 64 км діаметром (59,93° ш., 139,87° д.) – названий на честь японського скульптора Кошо (≈13 ст.).

24. **Мансур** (*Mansur*) – кратер, 95 км діаметром (47,41° ш., 163,61° д.) – названий на честь індійського художника часів правління монгольських падишахів Акбара та Джахангіра Устада Мансура (? – ≈1627).

25. **Марк** (*March*) – кратер, 83 км діаметром (30,95° ш., 176,3° д.) – названий на честь каталонського поета, видатного представника ренесансної епохи Аузіаса Марка (1397 – 1459).

26. **Міцкевич** (*Mickiewicz*) – кратер, 103 км діаметром (23,15° ш., 103,23° д.) – названий на честь польського поета, засновника романтизму у польській літературі, діяча національно-визвольного руху Адама Міцкевича (1798 – 1855).

27. **Мусоргський** (*Mussorgskij*) – кратер, 115 км діаметром (32,82° ш., 97,65° д.) – названий на честь російського композитора, одного з членів «Могутньої купки»⁷ Модеста Петровича Мусоргського (1839 – 1881).

28. **Нерво** (*Nervo*) – кратер, 66 км діаметром (42,7° ш., 179,89° д.) – названий на честь мексиканського поета, журналіста та просвітителя Хуана Хрисостомо Руїса де Нерво-і-Ордаса (1870 – 1919).

29. **«Одін»** (*Odin Planitia*) – рівнина, протяжність до 473 км (23,6° ш., 169,86° д.) – названа на честь найвищого бога пізньої германської та скандинавської міфології Одіна.

30. **Скарлатті** (*Scarlatti*) – кратер, 132 км діаметром (40,7° ш., 101,16° д.) – названий на честь італійського композитора та клавесиніста Джузеппе Доменіко Скарлатті (1685 – 1757).

⁷ **Могутня купка** – творча співдружність російських композиторів, що склалися наприкінці 1850-х і початку 1860-х років.

31. **Пасмо Скіапареллі** (*Schiaparelli Dorsum*) – пасмо, протяжність до 374 км (23,26° ш., 164,3° д.) – назване на честь італійського астронома Джованні Вірджиніо Скіапареллі (1835 – 1910).

32. **Шекспір** (*Shakespeare*) – кратер, 399 км діаметром (48,1° ш., 152,25° д.) – названий на честь англійського драматурга Єлизаветинської епохи, актора і поета Вільяма Шекспіра (1564 – 1616).

33. **Шолом Алейхем** (*Sholem Aleichem*) – див. § 2.3, п. 33.

34. **Факули «Сланг»⁸** (*Slang Faculae*) – факули, 204 км діаметром (24,5° ш., 179,3° д.) – у перекладі з бурської мови – змія.

35. **«Себек»** (*Sobkou Planitia*) – рівнина, протяжність до 1128 км (39° ш., 128,02° д.) – названа на честь давньоєгипетського бога води і розливу Ніла.

36. **Стріндберг** (*Strindberg*) – кратер, 189 км діаметром (53,41° ш., 136,67° д.) – названий на честь шведського письменника, драматурга та живописця Августа Стріндберга (1848 – 1912).

37. **«Суїсей»** (*Suisei Planitia*) – див. § 2.2, п. 36.

38. **Таканобу** (*Takanobu*) – кратер, 72 км діаметром (30,66° ш., 108,56° д.) – названий на честь японського художника, майстра стилю японського живопису ямато-е Фудзіваро но Таканобу (1142 – 1205).

39. **Тургенєв** (*Turgenev*) – див. § 2.2, п. 47.

40. **То Нгок Ван** (*To Ngoc Van*) – кратер, 71 км діаметром (52,49° ш., 111,7° д.) – названий на честь в'єтнамського живописця та графіка То Нгока Вана (1906 – 1954).

41. **Ван Ейк** (*Van Eyck*) – кратер, 271 км діаметром (43,22° ш., 159,43° д.) – названий на честь фламандського художника Яна Ван Ейка (1390-1395 (?) – 1441).

⁸ **Факула** – термін використовується у планетарній номенклатурі для позначення певних поверхневих особливостей планет і супутників. З латинської буквально перекладається як «маленький факел» чи «яскрава пляма». Тут і далі всі назви факул подаються транслітеровано.

42. **Верді (*Verdi*)** – див. § 2.2, п. 50.

43. **Вітмен (*Whitman*)** – кратер, 64 км діаметром (41,4° ш., 111,64° д.) – названий на честь американського поета, есеїста, журналіста та гуманіста Волта (Вальтера) Вітмена (1819 – 1892).

44. **Уступ Зехайн (*Zeehaen Rupes*)** – уступ, протяжність до 164 км (49,64° ш., 158,15° д.) – названий на честь одного з двох суден під загальним керівництвом Абеля Янсзона Тасмана – Зехайна (вантажного корабля) під час дослідження Австралії та Нової Зеландії впродовж 1642-43 рр.

45. **Золя (*Zola*)** – кратер, 70 км діаметром (49,75° ш., 178,25° д.) – названий на честь французького письменника-натураліста, критика та політичного активіста Еміля Золя (1840 – 1902).

2.5. Номенклатура кратера Радітладі (*Crater Raditladi*)

1. **Факула «Абісо» (*Abeeso Facula*)** – факула, 32 км діаметром (21,7° ш., 214,6° д.) – у перекладі з сомалійської – змія.

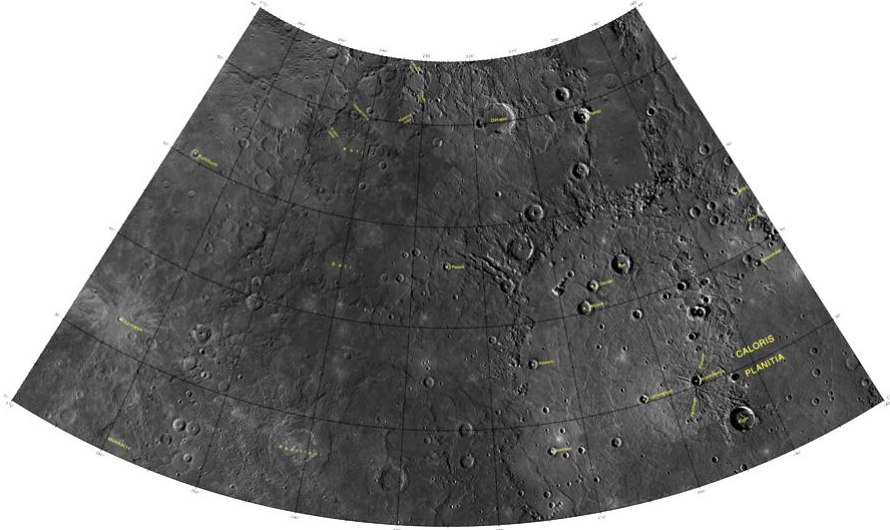
2. **Факула «Агво» (*Agwo Facula*)** – факула, 50 км діаметром (22,4° ш., 213,7° д.) – у перекладі з нігерійської мови ігбо – змія.

3. **Ейлі (*Ailey*)** – кратер, 23 км діаметром (45,58° ш., 182,08° д.) – названий на честь американського танцівника і хореографа Елвіна Ейлі (1931 – 1989).

4. **Долина Ангкор (*Angkor Vallis*)** – долина, протяжність до 94,96 км (57,28° ш., 245,96° д.) – назва походить від древньої столиці Кхмерської імперії на території сучасної Камбоджі.

5. **Аполлодор (*Apollodorus*)** – кратер, 41,5 км діаметром (45,58° ш., 182,08° д.) – названий на честь давньогрецького архітектора й урбаніста, придворного будівничого імператорів Траяна та Адріана Аполлодора Дамаського (≈60 – 130).

6. **Атже (*Atget*)** – кратер, 100 км діаметром (25,57° ш., 193,62° д.) – названий на честь французького фотографа та художника Ежена Атже (1857 – 1927).



*Рис. 2.5. Кратер Радітладі (Crater Raditladi)
(Map of the H-4 (Raditladi) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

7. **Баланчин** (*Balanchine*) – кратер, 38 км діаметром (38,47° ш., 184,48° д.) – названий на честь американського хореографа грузинсько-російського походження, засновника американського балету Джорджа Баланчина (Георгія Мелітоновича Баланчивадзе) (1904 – 1983).

8. **Долина Кахокія** (*Cahokia Vallis*) – див. § 2.2, п. 9.

9. «Калоріс» (*Caloris Planitia*) – рівнина, протяжність до 1500 км (31,65° ш., 198,02° д.) – назва дослівно перекладається з латинської як «Гаряча рівнина».

10. **Долина Караль** (*Caral Vallis*) – долина, протяжність до 64 км (62,66° ш., 230,71° д.) – назва походить від руїн стародавнього великого поселення у долині річки Супе на території перуанської провінції Барранка.

11. **Каннінгем** (*Cunningham*) – кратер, 37 км діаметром (30,41° ш., 202,93° д.) – названий на честь американського фото-

графа, однієї з членів «Групи f/64»⁹ Імоджен Каннінгем (1883 – 1976).

12. **Далі (Dali)** – картер, 176 км діаметром (45,16° ш., 240,26° д.) – названий на честь іспанського живописця, графіка, скульптора, режисера та письменника Сальвадора Феліпа Жасінта Далі й Доменіка, маркіза де Пуболя (1904 – 1989).

13. **Фонтейн (Fonteyn)** – кратер, 29 км діаметром (32,82° ш., 264,49° д.) – названий на честь артистки балету, прим-балерини лондонського Королівського балету Марго Фонтейн (Маргарет Хукем) (1919 – 1991).

14. **Керуак (Kerouac)** – кратер, 110 км діаметром (25,21° ш., 230,9° д.) – названий на честь американського письменника, поета, есеїста та літописця Джека Керуака (1922 – 1969).

15. **Кертес (Kertesz)** – кратер, 32 км діаметром (27,37° ш., 213,92° д.) – названий на честь венгерського, французького та американського фотохудожника Андре Кертеса (1894 – 1985).

16. **Кофі (Kofi)** – кратер, 136 км діаметром (56,75° ш., 243,13° д.) – названий на честь ганійського скульптора Вінсента Аквете Кофі (1923 – 1974).

17. **Кульсум (Kulthum)** – кратер, 31 км діаметром (50,72° ш., 266,47° д.) – названий на честь єгипетської співачки Ум Кульсум (1904 – 1975).

18. **«Меркейр» (Mearcair Planitia)** – рівнина, протяжність до 1175 км (31,4° ш., 227,9° д.) – з ірландської дослівно перекладається як Меркурій.

19. **Мунк (Munch)** – кратер, 57 км діаметром (40,48° ш., 207,18° д.) – названий на честь норвежського живописця та графіка Едварда Мунка (1863 – 1944).

20. **Мункачі (Munkacsy)** – кратер, 193 км діаметром (21,95° ш., 258,86° д.) – названий на честь угорського живописця німецького походження засновника угорського реалістичного живопису Мігая Мункачі (1844 – 1900).

⁹ **Група f/64** – американське фотографічне об'єднання, головною ідеєю якого було прагнення до абсолютно чіткого фокусного зображення.

21. **Навої** (*Navoi*) – кратер, 69 км діаметром (58,82° ш., 199,59° д.) – названий на честь узбецького поета, мислителя та державного діяча Нізамаддіна Міра Алішер Навої (1441 – 1501).

22. **Навахі** (*Nawahi*) – кратер, 38 км діаметром (35,88° ш., 214,74° д.) – названий на честь гавайського націоналіста, законодавця, адвоката, видавця та художника Джозефа Кахололуї Навахі (1842 – 1896).

23. **Нерво** (*Nervo*) – див. § 2.4, п. 28.

24. **Оскісон** (*Oskison*) – кратер, 122 км діаметром (60,36° ш., 214,76° д.) – названий на честь корінного американця¹⁰, редактора і журналіста Джона Мільтона Оскісона (1874 – 1947).

25. **Долина Пестум** (*Paestum Vallis*) – долина, протяжність до 96 км (60,28° ш., 233,96° д.) – назва походить від сібарійської колонії, заснованої на початку 6 ст до н.е. на західному березі Луканії.

26. **Борозни Пантеон** (*Pantheon Fossae*) – борозни, 311 км діаметром (30,19° ш., 197,17° д.) – назва походить від «храма всіх богів» у Римі – Пантеона.

27. **Паш** (*Pasch*) – кратер, 37 км діаметром (46,12° ш., 225,25° д.) – названий на честь шведської художниці, портретистки та мініатюристики Ульріки Паш (1735 – 1796).

28. **По** (*Poe*) – кратер, 77 км діаметром (43,76° ш., 200,9° д.) – названий на честь американського письменника, есеїста, драматурга, літературного редактора та критика Едгара Аллана По (1809 – 1849).

29. **Радітладі** (*Raditladi*) – кратер, 258 км діаметром (27,15° ш., 240,94° д.) – названий на честь ботсванійського драматурга та поета Літала Дісанга Радітладі (1910 – 1971).

30. **Зандер** (*Sander*) – кратер, 47 км діаметром (42,43° ш., 205,44° д.) – названий на честь німецького фотографа та фотохудожника Августа Зандера (1876 – 1964).

¹⁰ **Корінний американець (індіанець)** – представник одного з численних корінних народів сучасної території США.

31. «Стілбон» (*Stilbon Planitia*) – рівнина, протяжність до 1550 км (57,54° ш., 209,61° д.) – назва планети Меркурій, яка жилалася у Греції в елліністичний період.

32. Факула «Тубан» (*Thueban Facula*) – факула, 25 км діаметром (48,7° ш., 200,5° д.) – у перекладі з арабської мови – змія.

33. Долина Тімгад (*Timgad Vallis*) – долина, протяжність до 116 км (60,88° ш., 243,56° д.) – назва походить від римського міста у Північній Африці на території сучасного Алжиру.

2.6. Номенклатура кратера Хокусай (*Crater Hokusai*)

1. Копленд (*Copland*) – кратер, 208 км діаметром (37,63° ш., 287,01° д.) – названий на честь американського композитора, піаніста та диригента Аарона Копленда (1900 – 1990).

2. де Графт (*de Graft*) – кратер, 68 км діаметром (22,05° ш., 358,11° д.) – названий на честь ганського письменника, драматурга, поета й педагога Джозефа Колмана де Графта (1924 – 1978).

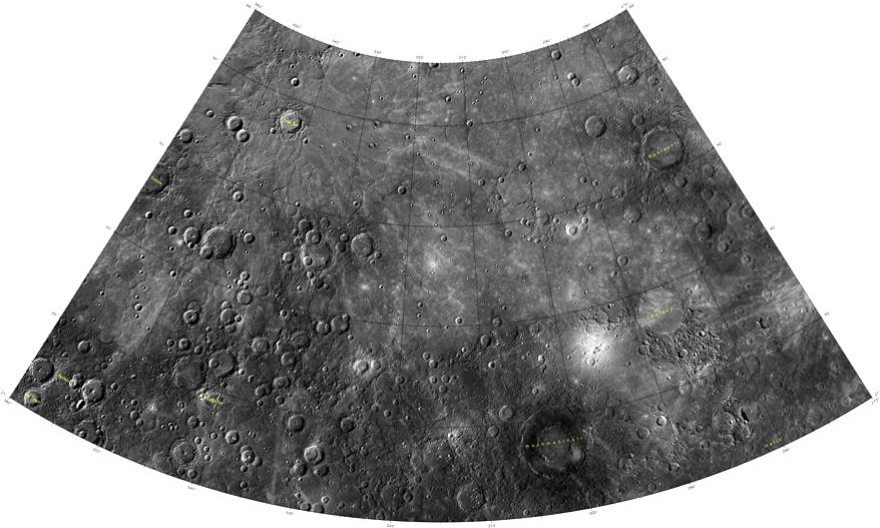
3. Гафіз (*Hafiz*) – кратер, 280 км діаметром (19,5° ш., 280,44° д.) – названий на честь перського і таджицького поета та народного співця Гафіза (Шамса ад-дін Мухаммада) (≈1325 – 1390).

4. Ходгкінс (*Hodgkins*) – кратер, 19 км діаметром (29,12° ш., 342,03° д.) – названий на честь англійської художниці з Нової Зеландії Френсіс Мері Ходгкінс (1869 – 1947).

5. Хокусай (*Hokusai*) – кратер, 114 км діаметром (57,84° ш., 343,35° д.) – названий на честь японського художника та ілюстратора Кацусіки Хокусая (1760 – 1849).

6. Кійосай (*Kyosai*) – кратер, 39 км діаметром (25,15° ш., 355,14° д.) – названий на честь японського художника Каванабе Кійосая (1831 – 1889).

7. Факула «Натайр» (*Nathair Facula*) – факула, 270 км діаметром (36° ш., 295,5° д.) – у перекладі з ірландської мови – змія.



*Рис. 2.6. Кратер Хокусаї (Crater Hokusai)
(Map of the H-5 (Hokusai) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

8. **Факула «Нідр» (*Neidr Facula*)** – факула, 90 км діаметром ($35,9^\circ$ ш., $302,7^\circ$ д.) – у перекладі з валійської мови – змія.

9. **Рахманінов (*Rachmaninoff*)** – кратер, 305 км діаметром ($27,66^\circ$ ш., $302,63^\circ$ д.) – названий на честь російського композитора, піаніста та диригента Сергія Васильовича Рахманінова (1873 – 1943).

10. **Руставелі (*Rustaveli*)** – кратер, 200 км діаметром ($52,41^\circ$ ш., $277,26^\circ$ д.) – названий на честь грузинського поета Шота Руставелі (1172 – 1216).

11. **Суза (*Sousa*)** – див. § 2.3, п. 36.

12. **Факула «Садж» (*Suge Facula*)** – факула, 32 км діаметром ($26,1^\circ$ ш., $300,4^\circ$ д.) – у перекладі з баскійської мови – змія.

13. **Уступ Юніті (*Unity Rupes*)** – уступ, протяжність до 350 км ($27,16^\circ$ ш., $275,2^\circ$ д.) – названий на честь англійського кораб-

ля, який доставив Едмонда Галлея до осторова Святої Олени у 1676 році для спостереження зір у південній півкулі.

2.7. Номенклатура кратера Койпер (*Crater Kuiper*)

1. **Абу-Нуvas** (*Abu Nuwas*) – кратер, 117 км діаметром (17,63° ш., 21,19° д.) – названий на честь арабського поета періоду розквіту халіфату Аббасидів Абу-Нуvasа (аль-Хасана ібн-Гані) (756 – 814).

2. **Аль-Джагіз** (*Al-Jahiz*) – кратер, 83 км діаметром (1,36° ш., 21,76° д.) – названий на честь арабського вченого, письменника, богослова, мутазиліта¹¹, філолога, основоположника середньовічної арабської художньої прози та арабської літературної критики Абу Усмана Амр ібн Багр аль-Джагіза (775 – 868).

3. **Ашвагхоша** (*Asvaghosa*) – кратер, 88 км діаметром (10,61° ш., 21,49° д.) – названий на честь індійського філософа-поета, проповідника буддизму Ашвагхоша (≈80 – 150).

4. **Балагтаз** (*Balagtas*) – кратер, 104 км діаметром (-22,56° ш., 13,9° д.) – названий на честь філіппінського тагальськомовного поета, класика, засновника тагальської літературної мови Франсиско Балагтаса (1788 – 1862).

5. **Бак** (*Bek*) – кратер, 32 км діаметром (21,16° ш., 50,99° д.) – названий на честь скульптора Стародавнього Єгипту (XIV ст. до н.е.)

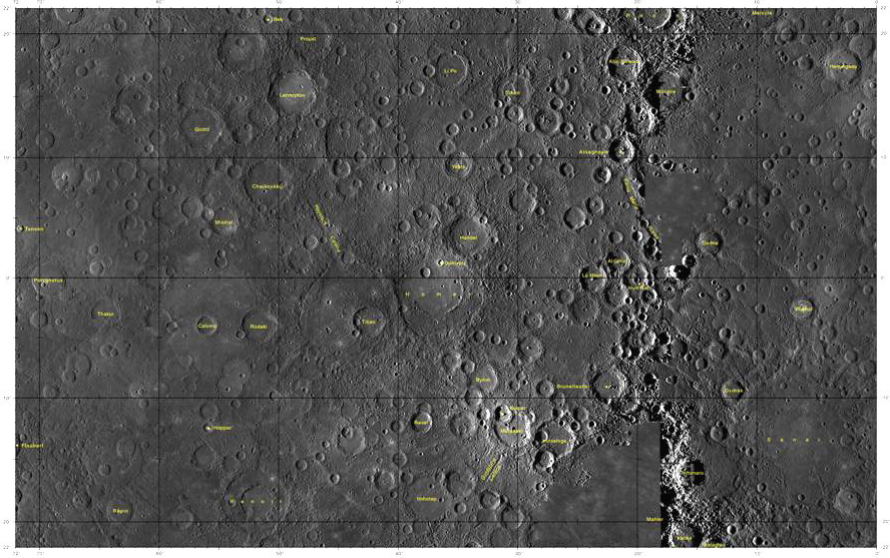
6. **Брунеллескі** (*Brunelleschi*) – кратер, 128,57 км діаметром (-8,94° ш., 22,51° д.) – названий на честь італійського архітектора та скульптора епохи Відродження Філіппо Брунеллескі (1377 – 1446).

7. **Байрон** (*Byron*) – кратер, 106,58 км діаметром (-8,44° ш., 33° д.) – названий на честь англійського поета Джорджа Ноела Гордона Байрона (1788 – 1824).

¹¹ **Мутазиліти** – представники першого великого напрямку в ісламському каламі.

8. **Кальвіно** (*Calvino*) – кратер, 67 км діаметром ($-3,99^\circ$ ш., $56,03^\circ$ д.) – названий на честь італійського письменника Італо Кальвіно (1923 – 1985).

9. **Чайковський** (*Chaikovskij*) – кратер, 171 км діаметром ($7,86^\circ$ ш., $50,93^\circ$ д.) – названий на честь російського композитора, диригента та педагога українського походження Петра Ілліча Чайковського (1840 – 1893).



*Рис. 2.7. Кратер Койнер (Crater Kuiper)
(Map of the H-6 (Kuiper) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

10. **Домінічі** (*Dominici*) – кратер, 20 км діаметром ($1,29^\circ$ ш., $36,49^\circ$ д.) – названий на честь мальтійської художниці та скульпторки Суор Марії де Домінічі (1645 – 1703).

11. **Донн** (*Donne*) – кратер, 86 км діаметром ($2,92^\circ$ ш., $14,05^\circ$ д.) – названий на честь англійського поета Джона Донна (1572 – 1631).

12. **Дворжак (*Dvorak*)** – кратер, 75 км діаметром (-9,4° ш., 12,13° д.) – названий на честь чеського композитора та диригента Антоніна Леопольда Дворжака (1841 – 1904).

13. **Флобер (*Flaubert*)** – кратер, 95 км діаметром (-13,83° ш., 72,7° д.) – названий на честь французького письменника Гюстава Флобера (1821 – 1880).

14. **Джотто (*Giotto*)** – кратер, 144 км діаметром (12,46° ш., 56,48° д.) – названий на честь італійського живописця та маляра Джотто ді Бондоне (1267 – 1337).

15. **Катена «Голдстоун» (*Goldstone Catena*)** – катена, протяжність до 102 км (-15,62° ш., 32,02° д.) – назва походить від комплексу далекого космічного зв'язку Голдстоун у пустині Мохаве – штат Каліфорнія (США).

16. **Гендель (*Handel*)** – кратер, 138 км діаметром (3,53° ш., 34,38° д.) – названий на честь німецького та англійського композитора Георга Фрідріха Генделя (1685 – 1759).

17. **Катена «Хейстак» (*Haystack Catena*)** – катена, протяжність до 274 км (4,42° ш., 46,48° д.) – назва походить від астрономічної обсерваторії Массачусетського технологічного інституту у Вестфорді – штат Массачусетс (США).

18. **Хемінгуей (*Hemingway*)** – кратер, 126 км діаметром (17,38° ш., 3,13° д.) – названий на честь американського письменника та журналіста, лауреата Нобелівської премії з літератури 1954 року Ернеста Міллера Хемінгуея (1899 – 1961).

19. **Хірошіге (*Hiroshige*)** – кратер, 138 км діаметром (-13,34° ш., 26,96° д.) – названий на честь японського художника Устагави Хірошіге (1797 – 1858).

20. **Хітомаро (*Hitomaro*)** – кратер, 105 км діаметром (-16,07° ш., 15,65° д.) – названий на честь японського поета Какіномото-но Хітомаро (≈650 – 709).

21. **Гомер (*Homer*)** – кратер, 319 км діаметром (-1,3° ш., 36,62° д.) – названий на честь давньогрецького поета Гомера (≈VIII ст. до н.е.).

22. **Гоппер (*Hopper*)** – кратер, 36 км діаметром (-12,14° ш., 55,96° д.) – названий на честь американського художника, живописця та графіка Едварда Гопера (1882 – 1967).

23. «Хун Кал» (*Hun Kal*) – кратер, 1.13 км ($-0,46^{\circ}$ ш., 20° д.) – назва походить з маянської мови та означає «20». Цей невеликий кратер служить опорною точкою для довготної системи планети.

24. **Імхотеп** (*Imhotep*) – кратер, 159 км діаметром ($-17,97^{\circ}$ ш., $37,48^{\circ}$ д.) – названий на честь давньоєгипетського архітектора, лікаря, астронома та письменника Імхотепа (\approx XXVIII ст. до н.е.).

25. **Кенко** (*Kenko*) – кратер, 105 км діаметром ($-21,35^{\circ}$ ш., $16,16^{\circ}$ д.) – названий на честь японського поета та письменника Йосіди Кенко (1283 – 1350).

26. **Койпер** (*Kuiper*) – кратер, 62 км діаметром ($-11,34^{\circ}$ ш., $31,32^{\circ}$ д.) – названий на честь нідерландського й американського астронома Джерарда Петера Койпера (1905 – 1973).

27. **Лермонтов** (*Lermontov*) – кратер, 166 км діаметром ($15,24^{\circ}$ ш., $48,94^{\circ}$ д.) – названий на честь російського поета, прозаїка та драматурга Михайла Юрійовича Лермонтова (1814 – 1841).

28. **Бо** (*Li Po*) – кратер, 126 км діаметром ($17,1^{\circ}$ ш., $35,69^{\circ}$ д.) – названий на честь китайського поета династії Тан Лі Тай-Бо (701 – 762).

29. **Лу Сінь** (*Lu Hsum*) – кратер, 96 км діаметром ($-0,01^{\circ}$ ш., $23,76^{\circ}$ д.) – названий на честь китайського письменника, публіциста та літературознавця Лу Сіня (Чжоу Шуженя) (1881 – 1936).

30. **Малер** (*Mahler*) – кратер, 104 км діаметром ($-19,68^{\circ}$ ш., $18,82^{\circ}$ д.) – названий на честь австрійського композитора, оперного та симфонічного диригента (1860 – 1911).

31. **Мелвілл** (*Melville*) – див. § 2.3, п. 25.

32. **Містраль** (*Mistral*) – кратер, 102 км діаметром ($4,7^{\circ}$ ш., $54,67^{\circ}$ д.) – названий на честь чилійської феміністської поетеси, просвітительки, дипломатки, борчині за права жінок, лауреатки Нобелівської премії з літератури 1945 року Габрієли Містраль (Лусіли де Марії дель Перпетуо Сокорро Годой Алькаяги) (1889 – 1957).

33. **Мольєр (*Moliere*)** – кратер, 139 км діаметром (15,4° ш., 17,71° д.) – названий на честь французького письменника, драматурга та актора Жана Батиста Поклена (Мольєра) (1622 – 1673).

34. **Мурасакі (*Murasaki*)** – кратер, 132 км діаметром (-12,54° ш., 30,4° д.) – названий на честь японської письменниці та поетеси періоду Хей'ан Сікібу Мурасакі (≈973 – 1016).

35. **Полігнот (*Polygnotus*)** – кратер, 124 км діаметром (-0,13° ш., 69,26° д.) – названий на честь давньогрецького живописця Полігнота (≈V ст. до н.е.).

36. **Пруст (*Proust*)** – кратер, 145 км діаметром (19,56° ш., 47,59° д.) – названий на честь французького письменника, есеїста та критика Валантена Луї Жоржа Ежена Марселя Пруста (1871 – 1922).

37. **Равель (*Ravel*)** – кратер, 78 км діаметром (-12,01° ш., 38,19° д.) – названий на честь французького композитора Моріса Жозефа Равеля (1875 – 1937).

38. **Ренуар (*Renoir*)** – кратер, 220 км діаметром (-18,34° ш., 52,01° д.) – названий на честь французького художника П'єра-Огюста Ренуара (1841 – 1919).

39. **Рєпін (*Repin*)** – кратер, 95 км діаметром (-19,12° ш., 63,33° д.) – названий на честь українського та російського художника-живописця Іллі Юхимовича Рєпіна (1844 – 1930).

40. **Роден (*Rodin*)** – див. § 2.3, п. 30.

41. **Рудаки (*Rudaki*)** – кратер, 124 км діаметром (-3,97° ш., 51,76° д.) – названий на честь перського і таджицького поета Абу Абдаллаха Джафара Ібн Мухаммада (Рудаки) (852 – 941).

42. **Санай (*Sanai*)** – кратер, 490 км діаметром (-13,37° ш., 6,99° д.) – названий на честь перського поета Абу-ль-Маджда Махмуда ібн Адама Саная (1080 – 1131).

43. **Уступ Санта-Марія (*Santa Maria Rupes*)** – уступ, протяжність до 227 км діаметром (5,81° ш., 20° д.) – названий на честь флагманського корабля першої експедиції Христофора Колумба 1492 року.

44. «Сіхту» (*Sihthu Planitia*) – рівнина, потяжність до 565 км (-2,82° ш., 55,57° д.) – назва планети Меркурій у древньому Вавилоні.

45. Сінан (*Sinan*) – кратер, 134 км діаметром (15,46° ш., 30,59° д.) – названий на честь османського архітектора та інженера вірменського походження Абульменнана оглу Сінанеддіна Юсуфа (1489 – 1588).

46. Тансен (*Tansen*) – кратер, 27 км діаметром (4,11° ш., 71,67° д.) – названий на честь придворного музиканта-сатирика великого монгольського імператора Акбара I Тансена Міяна (1506 – 1589).

47. Тагор (*Thakur*) – кратер, 111 км діаметром (-3,05° ш., 64,57° д.) – названий на честь бенгальського та індійського письменника, поета, драматурга, композитора, лауреата Нобелівської премії з літератури 1913 року Рабіндраната Тагора (1861 – 1941).

48. Тиціан (*Titian*) – кратер, 109 км діаметром (-3,69° ш., 42,53° д.) – названий на честь італійського живописця Вечелліо Тиціана (≈1480 – 1576).

49. Воргол (*Warhol*) – кратер, 91 км діаметром (-2,55° ш., 6,27° д.) – названий на честь американського митця україно-лемківського походження, художника, ілюстратора, дизайнера, скульптора, письменника, продюсера, кінорежисера, видавця та колекціонера Енді Воргола (1928 – 1987).

50. Єйтс (*Yeats*) – кратер, 92 км діаметром (9,44° ш., 35,03° д.) – названий на честь ірландського поета, драматурга та театрального діяча, лауреата Нобелівської премії з літератури 1923 року Вільяма Батлера Єйтса (1865 – 1939).

2.8. Номенклатура кратера Бетховен (*Crater Beethoven*)

1. Бальзак (*Balzac*) – кратер, 67 км діаметром (10,62° ш., 144,67° д.) – названий на честь французького романіста та драматурга Оноре де Бальзака (1799 – 1850).

2. **Бетховен (*Beethoven*)** – кратер, 630 км діаметром (-20,86° ш., 124,21° д.) – названий на честь німецького композитора та піаніста Людвіга Ван Бетховена (1770 – 1827).

3. **Бельо (*Bello*)** – кратер, 139 км діаметром (-18,87° ш., 120,18° д.) – названий на честь венесуельського та чилійського філософа, державного діяча та письменника Андреса Бельо (1781 – 1865).

4. **Боецій (*Boethius*)** – кратер, 114 км діаметром (-0,98° ш., 73,64° д.) – названий на честь ранньосередньовічного італійського філософа, неоплатоніка, математика, теоретика музики та християнського теолога Аніційя Манлія Торквата Северина Боеція (480 – 524).

5. **Карузо (*Caruso*)** – кратер, 31 км діаметром (-2,33° ш., 76,36° д.) – названий на честь італійського оперного співака Енріко Карузо (1873 – 1921).

6. **Сезанн (*Cezanne*)** – кратер, 67 км діаметром (-8,47° ш., 123,69° д.) – названий на честь французького художника Поля Сезанна (1839 – 1906).

7. **Чанг Кі (*Chiang K'ui*)** – кратер, 41 км діаметром (14,71° ш., 102,8° д.) – названий на честь китайського композитора Чанга Кі (XII ст.).

8. **Чжу Да (*Chu Ta*)** – кратер, 100 км діаметром (2,04° ш., 105,66° д.) – названий на честь китайського художника та каліграффа Чжу да (1626 – 1705).

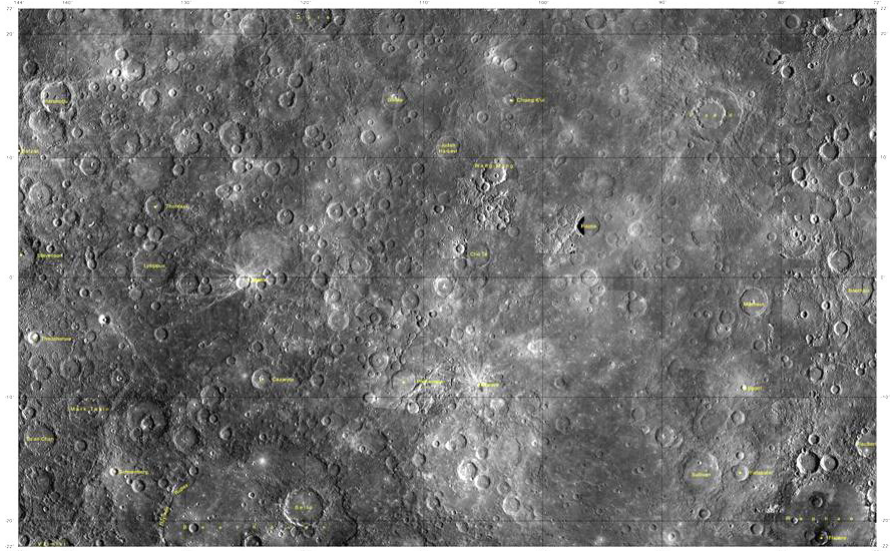
9. **Дюрер (*Durer*)** – див. § 2.4, п. 16.

10. **Уступ Дюйфкен (*Duyfken Rupes*)** – уступ, протяжність до 518 км (-20,88° ш., 131,93° д.) – названий на честь нідерландського трищоглового барка на якому капітан Віллем Янсзон вперше з європейців досяг Австралії.

11. **Флаяно (*Flaiano*)** – кратер, 43 км діаметром (-21,29° ш., 76,73° д.) – названий на честь італійського письменника, журналіста, гумориста, кінокритика, сценариста та драматурга Енніо Флаяно (1910 – 1972).

12. **Флобер (*Flaubert*)** – див. § 2.7, п. 13.

13. **Фуtabатей (*Futabatei*)** – кратер, 57 км діаметром ($-16,05^\circ$ ш., $83,52^\circ$ д.) – названий на честь японського письменника та перекладача Сімея Футубатея (1864 – 1909).



*Рис. 2.8. Кратер Бетховен (Crater Beethoven)
(Map of the H-7 (Beethoven) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

14. **Глінка (*Glinka*)** – кратер, 89 км діаметром ($14,83^\circ$ ш., $112,55^\circ$ д.) – названий на честь російського композитора Михайла Івановича Глінки (1804 – 1857).

15. **Харунобу (*Harunobu*)** – кратер, 107 км діаметром ($14,88^\circ$ ш., $140,93^\circ$ д.) – названий на честь японського художника та графіка Судзукі Харунобу (1725 – 1770).

16. **Ієхуда Галеві (*Judah Ha-Levi*)** – кратер, 85 км діаметром ($10,79^\circ$ ш., $108,01^\circ$ д.) – названий на честь єврейського середньовічного поета та філософа Ієхуда бен Шмуеля Галеві (1075 – 1141).

17. «Лугус» (*Lugus Planitia*) – рівнина, протяжність до 574 км (-6,24° ш., 98,66° д.) – названа на честь галльського бога Лугуса еквівалента римського бога Меркурія.

18. Лісіпп (*Lysippus*) – кратер, 155 км діаметром (1,03° ш., 132,75° д.) – названий на честь давньогрецького скульптора Лісіппа (IV ст. до н.е.).

19. Машо (*Machaut*) – кратер, 104 км діаметром (-2,05° ш., 82,37° д.) – названий на честь французького поета та композитора Гійома де Машо (1300 – 1377).

20. Марк Твен (*Mark Twain*) – кратер, 142 км діаметром (-10,91° ш., 138,28° д.) – названий на честь американського письменника, гумориста, сатирика, публіциста та видавця Семюеля Ленгхорна Клемента (Марка Твена) (1835 – 1910).

21. Мена (*Mena*) – кратер, 15 км діаметром (-0,17° ш., 124,73° д.) – названий на честь іспанського поета та придворного кастильського історіографа Хуана де Мени (1411 – 1456).

22. Філоксен (*Philoxenus*) – кратер, 87 км діаметром (-8,68° ш., 111,75° д.) – названий на честь давньогрецького поета Філоксена (≈435 – 380 рр. до н.е.).

23. Райніс (*Rajnis*) – кратер, 80 км діаметром (4,36° ш., 96,21° д.) – названий на честь латиського поета та драматурга Яніса Плікшанса Райніса (1865 – 1929).

24. Рафаель (*Raphael*) – кратер, 342 км діаметром (-20,42° ш., 76,35° д.) – названий на честь італійського живописця, графіка, скульптора та архітектора Рафаеля Санті (1483 – 1520).

25. Шенберг (*Schoenberg*) – кратер, 28 км діаметром (-16,06° ш., 136,08° д.) – названий на честь австрійського композитора, художника, педагога, музичного теоретика та диригента Арнольда Шенберга (1874 – 1951).

26. Сноррі (*Snorri*) – кратер, 21 км діаметром (-9,17° ш., 83,24° д.) – названий на честь ісландського політика, поета-скальда та історіографа Сноррі Стурлусона (1178 – 1241).

27. Стівенсон (*Stevenson*) – кратер, 134 км діаметром (2,05° ш., 143,88° д.) – названий на честь британського письмен-

ника шотландського походження Роберта Луїса Стівенсона (1850 – 1894).

28. **Салліван (*Sullivan*)** – кратер, 153,22 км діаметром діаметром (-16,19° ш., 86,88° д.) – названий на честь американського архітектора Луїса Генрі Саллівана (1856 – 1924).

29. **Феофан (*Theophanes*)** – кратер, 46 км діаметром (-5,02° ш., 142,78° д.) – названий на честь візантійського художника Феофана Грека (≈1337 – 1405).

30. **Торо (*Thoreau*)** – кратер, 72 км діаметром (5,94° ш., 132,64° д.) – названий на честь американського письменника, мислителя, натураліста та суспільного діяча Генрі Девіда Торо (1817 – 1862).

31. **Цао Чжань (*Ts'ao Chan*)** – кратер, 110 км діаметром (-13,31° ш., 142,35° д.) – названий на честь китайського письменника Цао Чжання (1715 – 1763).

32. **Вальмікі (*Valmiki*)** – кратер, 210 км діаметром (-23,58° ш., 141,41° д.) – названий на честь індійського співака, поета та актора Вальмікі (≈I ст. до н.е.).

33. **Віейра да Сілва (*Vieira da Silva*)** – кратер, 274 км діаметром (1,54° ш., 123,41° д.) – названий на честь португальсько-французької художниці-абстракціоністки Марії Єлени Віейри да Сілви (1908 – 1992).

34. **Вівальді (*Vivaldi*)** – кратер, 213 км діаметром (13,76° ш., 85,92° д.) – названий на честь італійського композитора, скрипаля-віртуоза та римо-католицького священника Антоніо Лучіо Вівальді (1678 – 1741).

35. **Ван Мен (*Wang Meng*)** – кратер, 165 км діаметром (8,53° ш., 104,12° д.) – названий на честь китайського художника-пейзажиста Ван Мена (1308 – 1385).

36. **Вотерс (*Waters*)** – кратер, 15 км діаметром (-8,96° ш., 105,45° д.) – названий на честь американського блюзового співака, гітариста та автора пісень Мадді Вотерса (1915 – 1983).

2.9. Номенклатура кратера Толстой (*Crater Tolstoj*)

1. **Факула «Абісо» (*Abeeso Facula*)** – див. § 2.5, п. 1.

2. **Уступ Алвін (*Alvin Rupes*)** – уступ, протяжність до 188 км (8,3° ш., 208,72° д.) – названий на честь діючого пілотованого підводного судна за допомогою якого було здійснено чимало океанічних відкриттів.

3. **Імру аль-Кайс (*Amru Al-Qays*)** – кратер, 47 км діаметром (12,43° ш., 176,11° д.) – названий на честь арабського поета домусульманського періоду Імру аль-Кайса Хундуджа ібн Худжра аль-Кінди (≈501 – 544).

4. **Бальзак (*Balzac*)** – див. § 2.8, п. 1.

5. **Факули Бібілава (*Bibilava Faculae*)** – факули, 100 км діаметром (16,4° ш., 202,8° д.) – у перекладі з малагасійської мови – змія.

6. **«Будга» (*Budh Planitia*)** – див. § 2.4, п. 8.

7. **«Калоріс» (*Caloris Montes*)** – див. § 2.4, п. 10.

8. **«Калоріс» (*Caloris Planitia*)** – див. § 2.5, п. 9.

9. **Ейтоку (*Eitoku*)** – кратер, 101 км діаметром (-21,8° ш., 157,18° д.) – названий на честь японського художника Кано Ейтоку (1543 – 1590).

10. **Факули «Ежо» (*Ejo Faculae*)** – факули, 115 км діаметром (14,5° ш., 200,5° д.) – на мові йоруба – змія.

11. **Фет (*Fet*)** – кратер, 79 км діаметром (-4,72° ш., 180,22° д.) – названий на честь російського поета-лірика, перекладача та мемуариста Афанасія Афанасійовича Фета (1820 – 1892).

12. **Гойя (*Goya*)** – кратер, 138 км діаметром (-6,79° ш., 152,29° д.) – названий на честь іспанського живописця та гравера Франсіско-Хосе де Гойя (1746 – 1828).

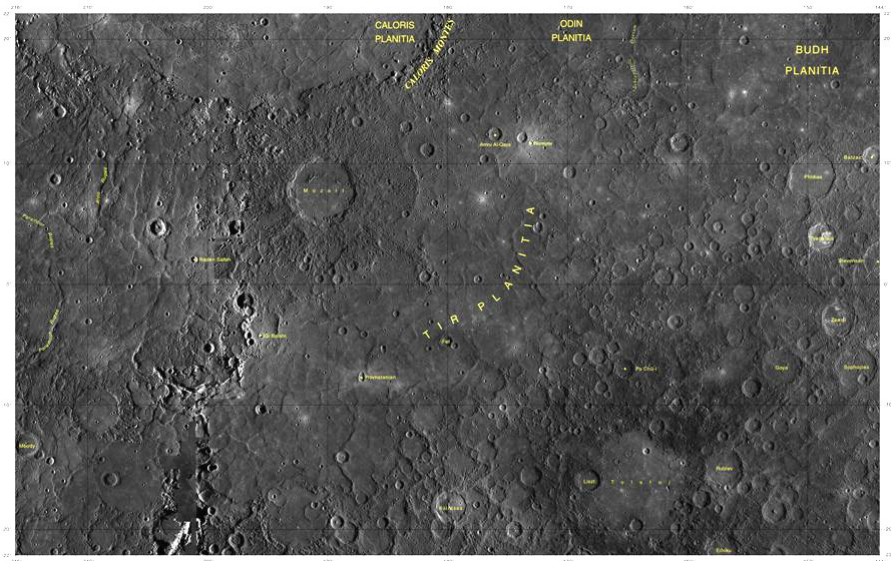
13. **Овнатанян (*Hovnatanian*)** – кратер, 34 км діаметром (-7,68° ш., 187,29° д.) – названий на честь вірменського, російського й іранського художника-портретиста Акопа Мкртумовича Овнатаняна (1806 – 1881).

14. **Факула «Ібаб» (*Ibab Facula*)** – факула, 13 км діаметром (14,5° ш., 199,2° д.) – у перекладі з амхарської мови – змія.

15. **Факули «Іньока» (*Inyoka Faculae*)** – факули, 130 км діаметром (14° ш., $197,7^{\circ}$ д.) – у перекладі з зулуської та мови коса – змія.

16. **Калідаса (*Kalidasa*)** – кратер, 160 км діаметром ($-18,21^{\circ}$ ш., $179,82^{\circ}$ д.) – названий на честь індійського поета (\approx IV – V ст.ст.).

17. **Ліст (*Liszt*)** – кратер, 79 км діаметром ($-16,13^{\circ}$ ш., $168,34^{\circ}$ д.) – названий на честь угорського композитора, піаніста, педагога, диригента та публіциста Ференца Ліста (1811 – 1886).



*Рис. 2.9. Кратер Толстой (Crater Tolstoj)
(Map of the H-8 (Tolstoj) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

18. **Факула «Макіжі» (*Macijj Facula*)** – факула, 29 км діаметром ($14,9^{\circ}$ ш., 196° д.) – на мові хауса – змія.

19. **Муді (*Moody*)** – кратер, 83 км діаметром ($-13,21^{\circ}$ ш., $215,15^{\circ}$ д.) – названий на честь ямайського скульптора Роналда Муді (1900 – 1984).

20. **Моцарт (*Mozart*)** – кратер, 241 км діаметром ($7,75^{\circ}$ ш., $190,59^{\circ}$ д.) – названий на честь австрійського композитора та музиканта-віртуоза Вольфганга Амадея Моцарта (1756 – 1791).

21. **Нурєєв (*Nureyev*)** – кратер, 16 км діаметром ($11,68^{\circ}$ ш., $173,13^{\circ}$ д.) – названий на честь радянського та британського артиста балету Рудольфа Хаметовича Нурєєва (1938 – 1993).

22. **Факула «Нзока» (*Nzoka Facula*)** – факула, 20 км діаметром ($15,4^{\circ}$ ш., $194,7^{\circ}$ д.) – на мові камба – змія.

23. «Одін» (*Odin Planitia*) – див. § 2.4, п. 29.

24. **Уступ Парамур (*Paramour Rupes*)** – уступ, протяжність до 616 км ($-0,08^{\circ}$ ш., $212,54^{\circ}$ д.) – названий на честь трищоглового дослідницького судна Королівського флоту (1694 – 1706) під керівництвом Едмонда Хеллі.

25. **Фідій (*Phidias*)** – кратер, 168 км діаметром ($8,97^{\circ}$ ш., $149,73^{\circ}$ д.) – названий на честь давньогрецького скульптора Фідія (≈ 490 – 430 до н.е.).

26. **Бо Цзюй-і (*Po Chu-I*)** – кратер, 70 км діаметром ($-6,94^{\circ}$ ш., $165,28^{\circ}$ д.) – названий на честь китайського поета-реаліста епохи Тан (772 – 846).

27. **Ці Байши (*Qi Baishi*)** – кратер, 15 км діаметром ($-4,31^{\circ}$ ш., $195,63^{\circ}$ д.) – названий на честь китайського художника та гравера Ці Байши (1864 – 1957).

28. **Раден Салех (*Raden Saleh*)** – кратер, 23 км діаметром ($2,07^{\circ}$ ш., $201,17^{\circ}$ д.) – названий на честь індонезійського художника арабо-яванського походження Радена Салеха Саджафа Бустамана (1811 – 1880).

29. **Рубльов (*Rublev*)** – кратер, 129 км діаметром ($-15,12^{\circ}$ ш., $157,08^{\circ}$ д.) – названий на честь середньовічного московитського художника-іконописця та чернця Андрія Рубльова (1360 (?) – 1428).

30. **Пасмо Скіапареллі (*Schiaparelli Dorsum*)** – див. § 2.4, п. 31.

31. **Софокл** (*Sophocles*) – кратер, 142 км діаметром (-6,95° ш., 146,04° д.) – названий на честь давньогрецького трагіка та драматурга Софокла (≈496 – 406 рр. до н.е.).

32. **Стівенсон** (*Stevenson*) – див. § 2.8, п. 27.

33. **«Тір»** (*Tir Planitia*) – рівнина, протяжність до 754 км діаметром (-1,04° ш., 176,69° д.) – з перської – планета Меркурій

34. **Толстой** (*Tolstoj*) – кратер, 335 км діаметром (-16,23° ш., 164,64° д.) – названий на честь російського письменника та мислителя Лева Миколайовича Толстого (1828 – 1910).

35. **Тьягараджа** (*Tyagaraja*) – кратер, 97 км діаметром (3,89° ш., 148,9° д.) – названий на честь індійського музиканта та композитора Тьягараджі (1767 – 1847).

36. **Дзеамі** (*Zeami*) – кратер, 129 км діаметром (-2,96° ш., 147,41° д.) – названий на честь японського актора та драматурга Дзеамі Мотокійо (1363 – 1443).

2.10. Номенклатура кратера Емінеску (*Crater Eminescu*)

1. **«Апарангі»** (*Aparangi Planitia*) – рівнина, протяжність до 1077 км (6,7° ш., 289,38° д.) – назва планети Меркурій мовою маорі.

2. **Багряна** (*Bagryana*) – кратер, 101 км діаметром (-3,89° ш., 283,73° д.) – названий на честь болгарської поетеси Єлисавети Багряної (1893 – 1991).

3. **Уступ Бігль** (*Beagle Rupes*) – уступ, протяжність до 630 км (-3,22° ш., 259,24° д.) – названий на честь другого корабля Королівського флоту Великобританії з такою назвою. З 27 грудня 1831 по 2 жовтня 1836 року брав участь у дослідницькій експедиції, у межах якої працював Чарлз Дарвін.

4. **Бенуа** (*Benoit*) – кратер, 40 км діаметром (7,48° ш., 255,65° д.) – названий на честь гайтянського художника Ріго Бенуа (1911 – 1986).

5. **Уступ Блоссом** (*Blossom Rupes*) – уступ, протяжність до 485,96 км (-3,04° ш., 270,15° д.) – названий на честь корабля, по-

ка, фольклориста, лектора та захисника прав корінних америка-
нців Чарльза Олександра Істмена (1858 – 1939).

10. **Емінеску** (*Eminescu*) – каретр, 129 км діаметром (10,6° ш., 245,79° д.) – названий на честь румунського поета, публіциста та громадсько-культурного діяча Міхая Емінеску (1850 – 1889).

11. **Енвонву** (*Enwonwu*) – кратер, 38 км діаметром (-10,01° ш., 238,04° д.) – названий на честь нігерійського художника та скульптора Одінігве Бенедикта Чуквукадібія Бонавентури Енвонву (1921 – 1994).

12. **Фолкнер** (*Faulkner*) – кратер, 168 км діаметром (8,08° ш., 283,03° д.) – названий на честь американського письменника та прозаїка, лауреата Нобелівської премії з літератури 1949 року Вільяма Катберта Фолкнера (1897 – 1962).

13. **Гафіз** (*Hafiz*) – див. § 2.6, п. 3.

14. **Іск'єрдо** (*Izquierdo*) – кратер, 174 км діаметром (-1,66° ш., 252,96° д.) – названий на честь мексиканської художниці Марії Іск'єрдо (1902 – 1955).

15. **Кіплінг** (*Kipling*) – кратер, 164 км діаметром (-19,37° ш., 287,98° д.) – названий на честь англійського поета та прозаїка Редьярда Кіплінга (1865 – 1936).

16. **Кунісада** (*Kunisada*) – кратер, 241 км діаметром (1,36° ш., 247,14° д.) – названий на честь японського художника періоду Едо Утагави Кунісади (1786 – 1865).

17. **Ланж** (*Lange*) – кратер, 176 км діаметром (6,4° ш., 259,59° д.) – названий на честь американської фотожурналістки та фотографа-документаліста Доротей Ланж (1895 – 1965).

18. «**Меркейр**» (*Mearcair Planitia*) – див. § 2.5, п. 18.

19. **Мункачі** (*Munkacsy*) – див. § 2.5, п. 20.

20. «**Папсуккал**» (*Papsukkal Planitia*) – рівнина, протяжність до 810 км (-16,25° ш., 271,63° д.) – названа на честь бога-посланця в аккадському пантеоні.

21. **Рюйш** (*Ruysch*) – кратер, 64 км діаметром (-10,7° ш., 265,88° д.) – названий на честь нідерландської художниці Рахел Рюйш (1664 – 1750).

22. **Саваж (*Savage*)** – кратер, 93 км діаметром (-8,59° ш., 266,59° д.) – названий на честь американської скульпторки Августини Саваж (1892 – 1962).

23. **Стайхен (*Steichen*)** – кратер, 196 км діаметром (-12,79° ш., 282,96° д.) – названий на честь американського військового фотографа та художника Едварда Стайхена (1879 – 1973).

24. **Свейнсдоттір (*Sveinsdottir*)** – кратер, 212,79 км діаметром (-2,83° ш., 259,68° д.) – названий на честь ісландської художниці Юліани Свейнсдоттір (1889 – 1966).

25. **Сяо Чжао (*Xiao Zhao*)** – кратер, 24 км діаметром (10,58° ш., 236,16° д.) – названий на честь китайського художника Сяо Чжао (1130 – 1162).

2.11. Номенклатура кратера Дерен (*Crater Derain*)

1. «Апарангі» (*Aparangi Planitia*) – див. § 2.10, п. 1.

2. **Барні (*Barney*)** – кратер, 29 км діаметром (-11,69° ш., 300,29° д.) – названий на честь французької письменниці американського походження Наталі Кліффорд Барні (1876 – 1972).

3. **Беркель (*Berkel*)** – кратер, 23 км діаметром (-13,73° ш., 333,19° д.) – названий на честь турецько-албанського художника-модерніста Сабрі Фета Беркеля (1907 – 1993).

4. **Колдер (*Calder*)** – кратер, 24 км діаметром (3,51° ш., 347,25° д.) – названий на честь американського скульптора Александра Колдера (1898 – 1976).

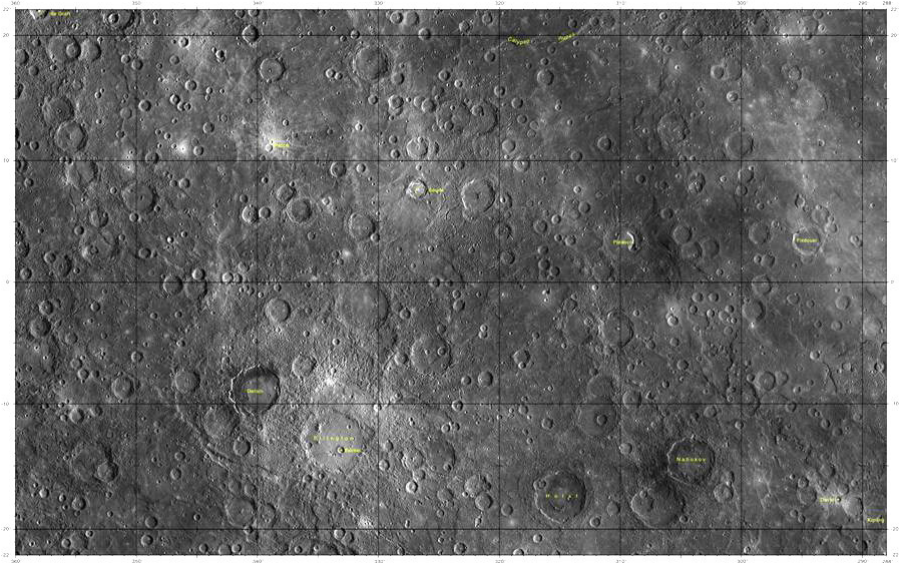
5. **Уступ Каліпсо (*Calypso Rupes*)** – уступ, протяжність до 381 км (19,53° ш., 316,48° д.) – названий на честь науководослідного судна, обладнаного французьким ученим-океанографом Жаком-Івом Кусто для всебічних досліджень Світового океану.

6. **Давід (*David*)** – кратер, 23 км діаметром (-17,66° ш., 292,13° д.) – названий на честь французького живописця та маляра Жака-Луї Давіда (1748 – 1825).

7. **де Графт (*de Graft*)** – див. § 2.6, п. 2.

8. **Дерен (*Derain*)** – кратер, 167 км діаметром (-9° ш., $340,3^{\circ}$ д.) – названий на честь французького живописця, графіка, театрального декоратора, скульптора та кераміста Андре Дерена (1880 – 1954).

9. **Еллінгтон (*Ellington*)** – кратер, 216 км діаметром ($-12,88^{\circ}$ ш., $333,9^{\circ}$ д.) – названий на честь американського джазового музиканта, піаніста та керівника оркестру Едварда Кеннеді Еллінгтона (Дюка Еллінгтона) (1899 – 1974).



*Рис. 2.11. Кратер Дерен (Crater Derain)
(Map of the H-10 (Derain) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

10. **Фірдоусі (*Firdousi*)** – кратер, 98 км діаметром ($3,47^{\circ}$ ш., $294,68^{\circ}$ д.) – названий на честь перського поета Абула-касима Фірдоусі (940 – 1020).

11. **Голст (*Holst*)** – кратер, 170 км діаметром ($-17,42^{\circ}$ ш., $315,04^{\circ}$ д.) – названий на честь англійського композитора Густава Голста (1874 – 1921).

12. **Кіплінг (*Kipling*)** – див. § 2.10, п. 15.

13. **Набоков** (*Nabokov*) – кратер, 166 км діаметром ($-14,56^{\circ}$ ш., $304,24^{\circ}$ д.) – названий на честь російського та американського письменника Володимира Володимировича Набокова (1899 – 1977).

14. «**Отааред**» (*Otaared Planitia*) – рівнина, протяжність до 470 км ($18,26^{\circ}$ ш., $337,61^{\circ}$ д.) – назва планети Меркурій на арабській мові.

15. **Петіпа** (*Petipa*) – кратер, 12 км діаметром ($11,54^{\circ}$ ш., $338,95^{\circ}$ д.) – названий на честь російського театрального діяча і педагога французького походження, артиста балету та балетмейстера Маріуса Івановича Петіпа (1818 – 1910).

16. **Пікасо** (*Picasso*) – кратер, 134 км діаметром ($3,44^{\circ}$ ш., $309,76^{\circ}$ д.) – названий на честь іспанського та французького художника Пабло Пікасо (1881 – 1973).

17. **Сьюз** (*Seuss*) – кратер, 64 км діаметром ($7,65^{\circ}$ ш., $326,84^{\circ}$ д.) – названий на честь американського дитячого письменника, поета та художника Теодора Сьюза Гейзела (1904 – 1991).

18. **Вілла-Лобос** (*Villa-Lobos*) – кратер, 67 км діаметром ($5,27^{\circ}$ ш., $353,21^{\circ}$ д.) – названий на честь бразильського композитора, диригента та педагога Ейтора Вілла-Лобоса (1887 – 1959).

2.12. Номенклатура уступу Діскавері (*Discovery Rupes*)

1. **Уступ Едвенчер** (*Adventure Rupes*) – уступ, протяжність до 340 км ($-65,48^{\circ}$ ш., $65,3^{\circ}$ д.) – названий на честь одного з кораблів Джеймса Кука Едвенчера, під час другого навколосвітнього плавання (1772 – 1775).

2. **Африканець Хортон** (*Africanus Horton*) – кратер, 140 км діаметром ($-50,96^{\circ}$ ш., $41,19^{\circ}$ д.) – названий на честь африканського письменника та хірурга зі Сьєрра-Леоне Джеймса Біла (Африканця Хортонна) (1835 – 1883).

3. **Андаль** (*Andal*) – кратер, 109 км діаметром ($-47,52^{\circ}$ ш., $37,71^{\circ}$ д.) – названий на честь тамільської вайшнавської святої,

єдиної жінки серед 12 поетів-подвижників альварів Андаль (≈VII – VIII ст.ст.).

4. **Анейрін (*Aneirin*)** – кратер, 467 км діаметром (-27,47° ш., 2,68° д.) – названий на честь валлійського барда Анейріна (525 – 600).

5. **Катена «Аресібо» (*Arecibo Catena*)** – катена, протяжність до 139, 79 км (-27,58° ш., 28,29° д.) – назва походить від астрономічної обсерваторії, розташованої неподалік міста Аресібо (Пуерто-Рико).

6. **Уступ Астролябія (*Astrolabe Rupes*)** – уступ, протяжність до 251 км (-42,55° ш., 70,9° д.) – названий на честь французького корвета Астролябії, на якому Жуль Дюмон-Дюрвіль здійснив дві кругосвітні подорожі протягом 1826 – 1840.

7. **Балагтаз (*Balagtas*)** – див. § 2.7, п. 4.

8. **Браманте (*Bramante*)** – кратер, 156 км діаметром (-47,23° ш., 61,55° д.) – названий на честь італійського архітектора Донато Браманте (1444 – 1514).

9. **Каллікрат (*Callicrates*)** – кратер, 68 км діаметром (-66,51° ш., 30,37° д.) – названий на честь давньогрецького архітектора Каллікрата (V ст. до н.е.).

10. **Кардуччі (*Carducci*)** – кратер, 108,19 км діаметром (-36,54° ш., 90,39° д.) – названий на честь італійського поета Джозуе Кардуччі (1835 – 1904).

11. **Чехов (*Chekhov*)** – кратер, 194 км діаметром (-36,2° ш., 61,23° д.) – названий на честь російського письменника українського походження Антона Павловича Чехова (1860 – 1904).

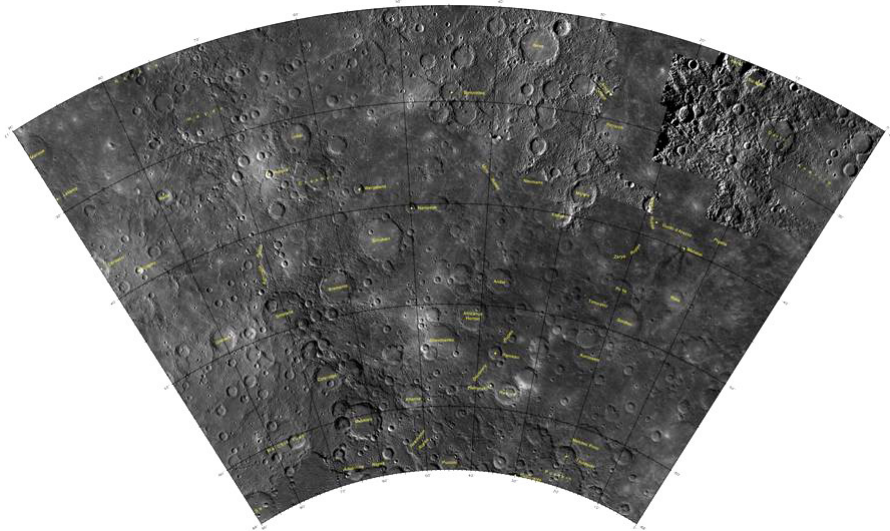
12. **Колрідж (*Coleridge*)** – кратер, 112 км діаметром (-55,67° ш., 66,6° д.) – названий на честь англійського поета та літературного критика Семюела Тейлора Колріджа (1772 – 1834).

13. **Коплі (*Copley*)** – кратер, 34 км діаметром (-38,63° ш., 86,01° д.) – названий на честь американського та англійського художника Джона Сінглтона Коплі (1738 – 1815).

14. **Даріо (*Dario*)** – кратер, 151 км діаметром (-26,28° ш., 9,51° д.) – названий на честь нікарагуанського журналіста, дипломата та поета Фелікса Рубена Гарсії Сарм'єнто (1867 – 1916).

15. Уступ Діскавері (*Discovery Rupes*) – уступ, 412 км діаметром ($-54,7^{\circ}$ ш., $37,24^{\circ}$ д.) – названий на честь одного з двох кораблів під керівництвом капітана Чарльза Клерка Діскавері, у третьому плаванні Джеймса Кука впродовж 1776 – 1779 рр.

16. Еквіано (*Equiano*) – кратер, 102 км діаметром (-40° ш., $30,59^{\circ}$ д.) – названий на честь американського борця за відміну рабства Олауди Еквіано (1745 – 1797).



*Рис. 2.12. Уступ Діскавері (Discovery Rupes)
(Map of the H-11 (Discovery) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

17. Гіберті (*Ghiberti*) – кратер, 110 км діаметром ($-48,55^{\circ}$ ш., $80,15^{\circ}$ д.) – названий на честь італійського скульптора, ювеліра та історика мистецтв Лоренцо Гіберті (1378 – 1455).

18. Гвідо д'Ареццо (*Guido d'Arezzo*) – кратер, 58 км діаметром ($-38,41^{\circ}$ ш., $18,41^{\circ}$ д.) – названий на честь італійського музичного теоретика Гвідо д'Ареццо (990 – 1050).

19. **Гайдн (*Haydn*)** – кратер, 251 км діаметром (-27,22° ш., 71,64° д.) – названий на честь австрійського композитора Франца Йозефа Гайдна (1732 – 1808).

20. **Гесіод (*Hesiod*)** – кратер, 101 км діаметром (-58,27° ш., 34,25° д.) – названий на честь давньогрецького поета, засновника дидактичного епосу Гесіода (VIII – VII ст.ст. до н.е.).

21. **Ібсен (*Ibsen*)** – кратер, 159 км діаметром (-24,35° ш., 35,89° д.) – названий на честь норвезького драматурга та поета Генріка Ібсена (1828 – 1906).

22. **Ханса (*Khansa*)** – кратер, 113 км діаметром (-58,95° ш., 51,94° д.) – названий на честь арабської поетеси Тумадір бінт Амр ас-Суламїї (Аль-Ханси) (575 – 645).

23. **Кунійосі (*Kuniyoshi*)** – кратер, 27 км діаметром (-57,87° ш., 37,49° д.) – названий на честь японського художника Утагави Кунійосі (1798 – 1861).

24. **Куросава (*Kurosawa*)** – кратер, 152 км діаметром (-52,44° ш., 21,49° д.) – названий на честь японського музиканта Кінко Куросави (1710 – 1771).

25. **Лессінг (*Lessing*)** – кратер, 95 км діаметром (-28,5° ш., 90,34° д.) – названий на честь німецького драматурга, теоретика мистецтва та літературного критика-просвітителя Готгольда Ефраїма Лессінга (1729 – 1781).

26. **Ма Чи-Юань (*Ma Chin-Yuan*)** – кратер, 197 км діаметром (-60,01° ш., 78,01° д.) – названий на честь китайського драматурга та поета Ма Чи-Юаня (≈1280 – 1368).

27. **Матабей (*Matabei*)** – кратер, 24 км діаметром (-39,85° ш., 14,05° д.) – названий на честь японського художника Іваса Матабея (1578 – 1650).

28. **Матісс (*Matisse*)** – кратер, 189 км діаметром (-23,8° ш., 90,19° д.) – названий на честь французького художника, скульптора, графіка та майстра декоративного мистецтва Анрі Еміля Бенуа Матісса (1869 – 1954).

29. **Мендес Пінту (*Mendes Pinto*)** – кратер, 192 км діаметром (-61,65° ш., 17,57° д.) – названий на честь португальського письменника та мандрівника Фернана Мендіша Пінту (1509 – 1583).

30. **Уступ Мірний (*Mirni Rupes*)** – уступ, протяжність до 258 км (-38,54° ш., 39,01° д.) – названий на честь військового вітрильного шлюпа «Мірний», що брав участь у Першій російській антарктичній навколосвітній експедиції впродовж 1819 – 1821 рр.

31. **Мофоло (*Mofolo*)** – кратер, 103 км діаметром (-37,68° ш., 28,22° д.) – названий на честь африканського письменника з Лесото Томаса Мокопу Мофоло (1876 – 1948).

32. **Нампейо (*Nampeyo*)** – кратер, 49 км діаметром (-40,33° ш., 49,96° д.) – названий на честь засновниці династії художників-керамістів з племені Хопі південного-заходу США Айріс Нампейо (≈1859 – 1942).

33. **Нейман (*Neumann*)** – кратер, 122 км діаметром (-37,22° ш., 34,56° д.) – названий на честь німецького архітектора Йоганна Бальтазара Неймана (1687 – 1753).

34. **Петрарка (*Petrarch*)** – кратер, 167 км діаметром (-30,52° ш., 26,29° д.) – названий на честь італійського поета та літописця Франческо Петрарка (1304 – 1374).

35. **Пігаль (*Pigalle*)** – кратер, 153 км діаметром (-37,65° ш., 9,64° д.) – названий на честь французького скульптора Жана-Батиста Пігаля (1714 – 1785).

36. **Бо Я (*Po Ya*)** – кратер, 101 км діаметром (-45,92° ш., 20,17° д.) – названий на честь китайського музиканта Бо Я (≈V ст. до н.е.).

37. **Попова (*Popova*)** – кратер, 34 км діаметром (-34,72° ш., 66,73° д.) – названий на честь російської та радянської художниці-живописця та авангардистки Любов Сергіївни Попової (1889 – 1924).

38. **Пучінні (*Puccini*)** – кратер, 76 км діаметром (-65,39° ш., 45,32° д.) – названий на честь італійського оперного композитора Джакомо Антоніо Доменіко Мікеле Секондо Марії Пуччіні (1858 – 1924).

39. **Пушкін (*Pushkin*)** – кратер, 232 км діаметром (-65,79° ш., 20,73° д.) – названий на честь російського поета, драматурга та прозаїка Олександра Сергійовича Пушкіна (1799 – 1837).

40. **Рабле (*Rabelais*)** – кратер, 154 км діаметром (-60,53° ш., 61,81° д.) – названий на честь французького письменника Франсуа Рабле (≈1493 – 1553).

41. **Рамо (*Rameau*)** – кратер, 58 км діаметром (-54,58° ш., 37,24° д.) – названий на честь французького оперного композитора Жана-Філіппа Рамо (1683 – 1764).

42. **Рафаель (*Raphael*)** – див. § 2.8, п. 24.

43. **Уступ Резолюшн (*Resolution Rupes*)** – уступ, протяжність до 139 км (-63,25° ш., 50,66° д.) – названий на честь одного з кораблів Джеймса Кука «Резолюшн» (друге навколосвітнє плавання (1772 – 1775)).

44. **Рільке (*Rilke*)** – кратер, 82 км діаметром (-44,81° ш., 12,57° д.) – названий на честь австрійського поета-символіста Райнера-Марії Рільке (1875 – 1926).

45. **Рюд (*Rude*)** – кратер, 68 км діаметром (-33,22° ш., 79,29° д.) – названий на честь французького скульптора Франсуа Рюда (1784 – 1855).

46. **Шуберт (*Schubert*)** – кратер, 190 км діаметром (-43,21° ш., 54,26° д.) – названий на честь австрійського композитора Франца Петера Шуберта (1797 – 1828).

47. **Сей (*Sei*)** – кратер, 137 км діаметром (-64,61° ш., 88,59° д.) – названий на честь японської придворної дами, письменниці, есеїстки та поетеси Сей Сьонагон (966 – 1025).

48. **Шевченко (*Shevchenko*)** – кратер, 143 км діаметром (-53,64° ш., 46,02° д.) – названий на честь українського поета, письменника, художника, громадського та політичного діяча Тараса Григоровича Шевченка (1814 – 1861).

49. **Сімонід (*Simonides*)** – кратер, 87 км діаметром (-29,13° ш., 44,85° д.) – названий на честь давньогрецького поета-лірика Сімоніда (≈556 – 469 рр. до н.е.).

50. **Сметана (*Smetana*)** – кратер, 191 км діаметром (-48,25° ш., 70,17° д.) – названий на честь чеського композитора Бедржиха Сметани (1824 – 1884).

51. **Сотацу (*Sotatsu*)** – кратер, 157 км діаметром (-48,73° ш., 18,17° д.) – названий на честь середньовічного японського художника Товарая Сотацу (≈1570 – 1640).

52. **Тінторетто** (*Tintoretto*) – кратер, 94 км діаметром (-47,99° ш., 22,95° д.) – названий на честь італійського художника Якопо Робусті (Тінторетто) (1518 – 1594).

53. **Цураюкі** (*Tsurayuki*) – кратер, 83 км діаметром (-62,99° ш., 20,34° д.) – названий на честь японського аристократа, поета та літературознавця Кі-но Цураюкі (≈866 – 945).

54. **Ункей** (*Unkei*) – кратер, 121 км діаметром (-31,79° ш., 62,6° д.) – названий на честь японського скульптора Ункея (1155 – 1223).

55. **Уступ Восток** (*Vostok Rupes*) – уступ, протяжність до 124 км (-37,88° ш., 19,6° д.) – названий на честь вітрильного військового шлюпа «Восток», що брав участь у Першій російській антарктичній навколосвітній експедиції впродовж 1819 – 1821 рр.

56. **Вергеланн** (*Wergeland*) – кратер, 42 км діаметром (-37,93° ш., 56,36° д.) – названий на честь норвезького письменника-публіциста, поета-романтика, журналіста та громадського діяча Генріка Вергеланна (1808 – 1845).

57. **Уступ Заря** (*Zarya Rupes*) – уступ, протяжність до 128 км (-42,73° ш., 20,42° д.) – названий на честь корабля, на якому була здійснена російська полярна експедиція під керівництвом Едуарда Васильвича Толля впродовж 1900 – 1902 рр.

2.13. Номенклатура кратера Мікеланджело (*Crater Michaelangelo*)

1. **Аленкар** (*Alencar*) – кратер, 106 км діаметром (-63,64° ш., 103,78° д.) – названий на честь бразильського адвоката, політика, оратора, письменника та драматурга Жозе де Аленкара (1829 – 1877).

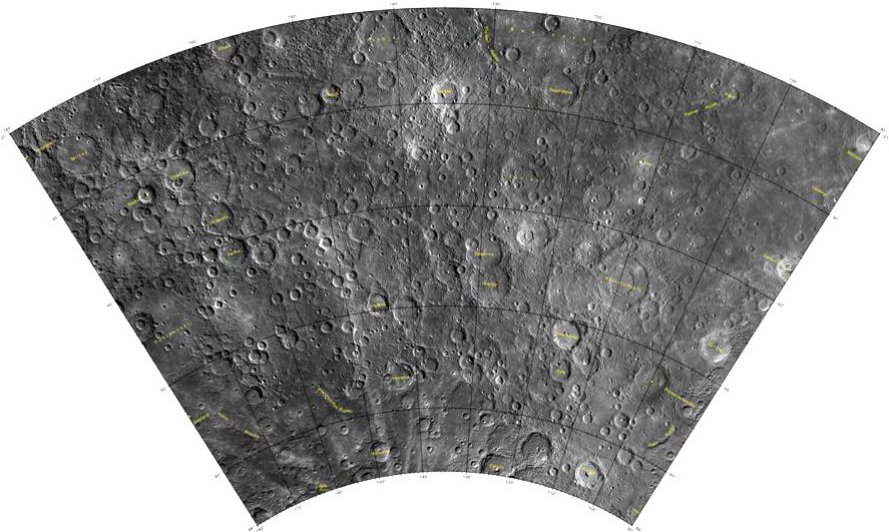
2. **Барма** (*Barma*) – кратер, 123 км діаметром (-40,93° ш., 163,49° д.) – названий на честь російського архітектора Івана Барми (≈XVI ст.).

3. **Барток (*Bartok*)** – кратер, 118 км діаметром ($-29,22^\circ$ ш., $135,06^\circ$ д.) – названий на честь угорського композитора, піаніста та музикознавця-фольклориста Бела Бартока (1881 – 1945).

4. **Басьо (*Basho*)** – кратер, 75 км діаметром ($-32,39^\circ$ ш., $170,45^\circ$ д.) – названий на честь японського поета Мацуо Басьо (1644 – 1694).

5. **Бетховен (*Beethoven*)** – див. § 2.8, п. 2.

6. **Брукс (*Brooks*)** – кратер, 34 км діаметром ($-45,22^\circ$ ш., $168,02^\circ$ д.) – названий на честь американської поетеси Гвендолін Брукс (1917 – 2000).



*Рис. 2.13. Кратер Мікеланджело (Crater Michaelangelo)
(Map of the H-12 (Michaelangelo) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

7. **Кардуччі (*Carducci*)** – див. § 2.12, п. 10.

8. **Шопен (*Chopin*)** – кратер, 131 км діаметром ($-65,45^\circ$ ш., $123,4^\circ$ д.) – названий на честь польського композитора та піаніста Фридерика Франсуа Шопена (1810 – 1849).

9. **Делакруа (*Delacroix*)** – кратер, 158 км діаметром (-44,32° ш., 129,51° д.) – названий на честь французького художника Фердинана Віктора Ежена Делакруа (1798 – 1863).

10. **Достоевський (*Dostoevskij*)** – кратер, 430 км діаметром (-44,73° ш., 178,11° д.) – названий на честь російського письменника Федіра Михайловича Достоевського (1821 – 1881).

11. **Доуленд (*Dowland*)** – кратер, 158 км діаметром (-53,56° ш., 180,7° д.) – названий на честь англійського композитора та лютніста Джона Доулендна (1563 – 1626).

12. **Уступ Дюйфкен (*Duyfken Rupes*)** – див. § 2.8, п. 10.

13. **Ейтоку (*Eitoku*)** – див. § 2.9, п. 9.

14. **Уступ Фрам (*Fram Rupes*)** – уступ, протяжність до 156 км (-57,68° ш., 93,2° д.) – названий на честь норвезького судна збудованого на замовлення мандрівника Фрітьофа Нанесена, яке використовувалося в експедиціях Нансена, Свердруп та Амундсена.

15. **Джамболонья (*Giambologna*)** – кратер, 69 км діаметром (-42,58° ш., 124,11° д.) – названий на честь італійського скульптора Жана де Болоня (Джованні да Болоньї) (1529 – 1608).

16. **Уступ Йоа (*Gjoa Rupes*)** – уступ, протяжність до 237,9 км (-66,89° ш., 158,5° д.) – названий на честь норвезького вітрильно-моторного шлюпа Йоа, який вперше в історії людства пройшов Північно-Західним шляхом із Атлантичного у Тихий океан уздовж північної країни Північної Америки.

17. **Гоголь (*Gogol*)** – кратер, 79 км діаметром (-28,26° ш., 147,46° д.) – названий на честь українського та російського письменника Миколи Васильовича Гоголя (1809 – 1852).

18. **Галс (*Hals*)** – кратер, 93 км діаметром (-54,96° ш., 114,99° д.) – названий на честь нідерландського живописця Франса Галса старшого (1582 – 1666).

19. **Гауптман (*Hauptmann*)** – кратер, 118 км діаметром (-23,7° ш., 180,41° д.) – названий на честь німецького письменника та драматурга, лауреата Нобелівської премії з літератури 1912 року, Гергарта Йоганна Роберта Гауптмана (1862 – 1946).

20. **Готорн (*Hawthorne*)** – кратер, 120 км діаметром (-51,31° ш., 115,34° д.) – названий на честь американського письменника Натаніеля Готорна (1804 – 1864).

21. **Уступ «Герой» (*Hero Rupes*)** – уступ, протяжність до 456 км (-58,72° ш., 171,7° д.) – названий на честь крихітного шлюпа капітана Натаніеля Палмера.

22. **Айвз (*Ives*)** – кратер, 18 км діаметром (-32,87° ш., 111,99° д.) – названий на честь американського композитора Чарлза Айвза (1874 – 1954).

23. **Лессінг (*Lessing*)** – див. § 2.12, п. 25.

24. **Матісс (*Matisse*)** – див. § 2.12, п. 28.

25. **Мікеланджело (*Michelangelo*)** – кратер, 230 км діаметром (-44,92° ш., 109,69° д.) – названий на честь італійського скульптора, художника, архітектора, поета та інженера Мікеланджело Буонаротті (1475 – 1564).

26. **Мілтон (*Milton*)** – кратер, 180 км діаметром (-26,13° ш., 175,06° д.) – названий на честь англійського поета, прозаїка та політичного діяча Джона Мільтона (1608 – 1674).

27. **Уступ Палмер (*Palmer Rupes*)** – уступ, протяжність до 274 км (-26,07° ш., 106,28° д.) – названий на честь американського криголама, призначеного для вивчення Арктики і який курується Національним науковим фондом починаючи з 1992 р.

28. **Уступ «Чому б і ні» (*Pourquoi-Pas Rupes*)** – уступ, протяжність до 164,65 км (-58,54° ш., 156,17° д.) – названий на честь французького корабля, побудованого Жаном-Батистом Шарком на якому він здійснив свою другу антарктичну експедицію впродовж 1908 – 1910 рр.

29. **Ріменшнайдер (*Riemenschneider*)** – кратер, 183 км діаметром (-52,75° ш., 99,95° д.) – названий на честь німецького скульптора і різьбяр Тільмана Ріменшнайдера (1460 – 1531).

30. **Рембо (*Rimbaud*)** – кратер, 78 км діаметром (-63,62° ш., 148,9° д.) – названий на честь французького поета Жана Нікола Артюра Рембо (1854 – 1991).

31. **Румі (*Rumi*)** – кратер, 75 км діаметром (-24,2° ш., 105,3° д.) – названий на честь класика перської поезії та філософа Джалаледдіна Румі (1207 – 1273).

32. **Саят-Нова** (*Sayat-Nova*) – кратер, 146 км діаметром (-27,98° ш., 122,7° д.) – названий на честь вірменського поета та музиканта Арутюна Саядяна (Саят-Нови) (1712 – 1795).

33. **Сей** (*Sei*) – див. § 2.12, п. 47.

34. **Шеллі** (*Shelley*) – кратер, 171 км діаметром (-47,69° ш., 128,27° д.) – названий на честь англійського поета Персі Біші Шеллі (1792 – 1822).

35. **Сібеліус** (*Sibelius*) – кратер, 94 км діаметром (-49,5° ш., 145,37° д.) – названий на честь фінського композитора шведського походження Яна Сібеліуса (1865 – 1957).

36. **Сурдас** (*Sur Das*) – кратер, 131 км діаметром (-46,98° ш., 93,57° д.) – названий на честь індійського співака та поета Сурдаса (≈1483 – 1563).

37. **Суріков** (*Surikov*) – кратер, 224 км діаметром (-36,98° ш., 124,9° д.) – названий на честь російського художника Василя Івановича Сурікова (1848 – 1916).

38. **Такайосі** (*Takayoshi*) – кратер, 136 км діаметром (-37,23° ш., 163,82° д.) – названий на честь японського художника Фуджівари Такайосі (XII ст.).

39. **Устад Іса** (*Ustad Isa*) – кратер, 138 км діаметром (-31,91° ш., 166,11° д.) – названий на честь перського архітектора Устада Іси Ширази (XVII ст.).

40. **Вальмікі** (*Valmiki*) – див. § 2.8, п. 32.

41. **Вісенте** (*Vincente*) – кратер, 108 км діаметром (-56,75° ш., 142,96° д.) – названий на честь португальського драматурга та поета Жила Вісенте (1470 – 1536).

2.14. Номенклатура кратера Неруда (*Crater Neruda*)

1. **Амарал** (*Amaral*) – кратер, 105 км діаметром (-26,49° ш., 242,18° д.) – названий на честь бразильської художниці Тарсіли ду Амарал (1886 – 1973).

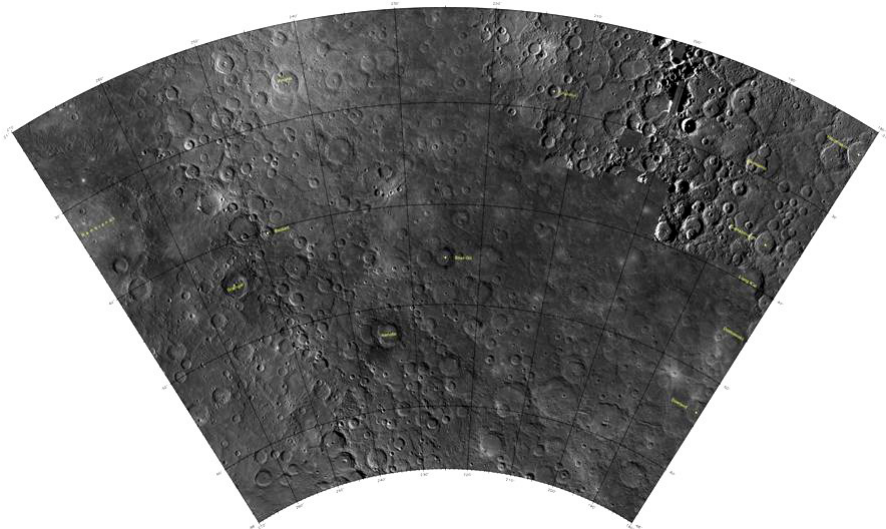
2. **Беккет** (*Beckett*) – кратер, 60 км діаметром (-40,2° ш., 248,71° д.) – названий на честь австралійської художниці Клари-си Майорібанкс Беккет (1887 – 1935).

3. Достоєвський (*Dostoevskij*) – див. § 2.13, п. 10.

4. Доулєнд (*Dowland*) – див. § 2.13, п. 11.

5. Гейнсборо (*Gainsborough*) – кратер, 95 км діаметром ($-35,73^\circ$ ш., $184,52^\circ$ д.) – названий на честь англійського художника Томаса Гейнсборо (1727 – 1788).

6. Грейнджер (*Grainger*) – кратер, 113 км діаметром ($-44,09^\circ$ ш., $255,19^\circ$ д.) – названий на честь австралійського піаніста та композитора Персі Олдріджа Грейнджера (1882 – 1961).



*Рис. 2.14. Кратер Неруда (Crater Neruda)
(Map of the H-13 (Neruda) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

7. Гауптман (*Hauptmann*) – див. § 2.13, п. 19.

8. Гіні (*Heaney*) – кратер, 125 км діаметром ($-33,77^\circ$ ш., $237,71^\circ$ д.) – названий на честь ірландського письменника, поета, перекладача та викладача, лауреата Нобелівської премії з літератури 1995 року Шеймаса Джастіна Гіні (1939 – 2013).

9. **Лян Кай** (*Liang K'ai*) – кратер, 145 км діаметром (-39,89° ш., 184,16° д.) – названий на честь китайського художника Лян Кая (≈1140 – 1210).

10. **Неруда** (*Neruda*) – кратер, 112 км діаметром (-52,66° ш., 234,21° д.) – названий на честь чилійського поета Рікардо Елієсера Нефталі Ресса Басоальто (Пабло Неруди) (1904 - 1973).

11. **Пахінуї** (*Pahinui*) – кратер, 54 км діаметром (-28,16° ш., 231,21° д.) – названий на честь гавайського гітариста та співака Філіпа Кунії Пахінуя (1921 – 1980).

12. **Рембрандт** (*Rembrandt*) – кратер, 716 км діаметром (-32,89° ш., 272,13° д.) – названий на честь нідерландського художника Рембранда Гарменсзона Ван Рейна (1606 – 1669).

13. **Сарм'єнто** (*Sarmiento*) – кратер, 95 км діаметром (-29,27° ш., 189,58° д.) – названий на честь аргентинського політика, педагога, письменника, журналіста та військовика Домінго Фаустіно Сарм'єнто (1811 – 1888).

14. **Шер-Гіл** (*Sher-Gil*) – кратер, 77 км діаметром (-45,26° ш., 225,26° д.) – названий на честь індійської художниці Амріти Шер-Гіл (1913 – 1941).

2.15. Номенклатура кратера Дебюссі (*Crater Debussy*)

1. **Факула «Амару»** (*Amaru Facula*) – факула, 45 км діаметром (-49,8° ш., 349,5° д.) – на мові інків – змія.

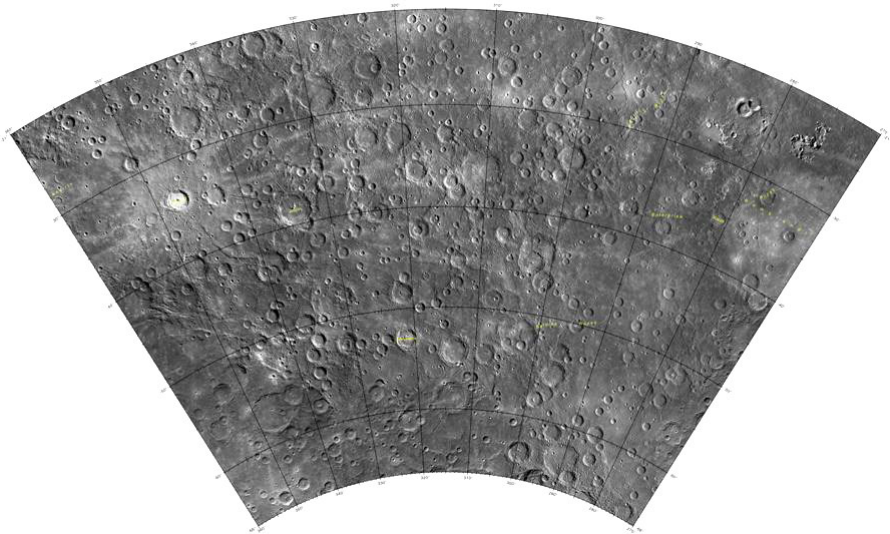
2. **Анейрін** (*Aneirin*) – див. § 2.12, п. 4.

3. **Уступ Бельжика** (*Belgica Rupes*) – уступ, протяжність до 425 км (-50,45° ш., 296,24° д.) – названий на честь двох бельгійських дослідницьких кораблів. Обидва корабля названі за римською провінцією Белгіка, утвореної у 16 до н. е.

4. **Картон** (*Carleton*) – кратер, 177 км діаметром (-52,2° ш., 303,4° д.) – названий на честь ірландського письменника Вільяма Карлтона (1794 – 1869).

5. **Кастільйоне (*Castiglione*)** – кратер, 80 км діаметром ($-40,87^\circ$ ш., $272,04^\circ$ д.) – названий на честь італійського художника та архітектора Джузеппе Кастільйоне (1688 – 1766).

6. **Дебюссі (*Debussy*)** – кратер, 81 км діаметром ($-33,95^\circ$ ш., $347,46^\circ$ д.) – названий на честь французького композитора, піаніста, диригента та музичного критика Клода Ашіля Дебюссі (1862 – 1918).



*Рис. 2.15. Кратер Дебюссі (Crater Debussy)
(Map of the H-14 (Debussy) Quadrangle of Mercury.
NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Carnegie Institution of Washington/USGS)*

7. **Донелайтіс (*Donelaitis*)** – кратер, 85 км діаметром ($-52,96^\circ$ ш., $321,58^\circ$ д.) – названий на честь литовського пастора та поета Крістіонаса Донелайтіса (1714 – 1780).

8. **Уступ Ентерпрайз (*Enterprise Rupes*)** – уступ, протяжність до 822,39 км ($-36,54^\circ$ ш., $283,46^\circ$ д.) – названий на честь гвинтового шлюпа Ентерпрайза (1874 – 1909).

9. **Факула «Гата» (*Gata Facula*)** – факула, 55 км діаметром (-52,9° ш., 321,4° д.) – з фіджійської – змія.

10. **Джоплін (*Joplin*)** – кратер, 139 км діаметром (-38,56° ш., 334,49° д.) – названий на честь американського композитора та піаніста Скотта Джопліна (1868 – 1917).

11. **Уступ Кайнан (*Kainan Rupes*)** – уступ, протяжність до 325 км (-29,8° ш., 330,8° д.) – названий на честь японського корабля Кайнана, на якому здійснювалися арктичні дослідження впродовж 1910 – 1912 рр.

12. **Карш (*Karsh*)** – кратер, 58 км діаметром (-35,49° ш., 281,15° д.) – названий на честь канадського фотографа-портретиста Юсуфа Карша (1908 – 2002).

13. **Леннон (*Lennon*)** – кратер, 95 км діаметром (-36,41° ш., 318,82° д.) – названий на честь британського рок-музиканта, співака, композитора, художника, письменника та політичного активіста Джона Вінстона Оно Леннона (1940 – 1980).

14. **Уступ Метеор (*Meteor Rupes*)** – уступ, протяжність до 990 км (-47,7° ш., 345,7° д.) – названий на честь німецького корабля Метеора, на якому здійснювалися дослідження південної частини Атлантичного океану впродовж 1925 – 1927 рр.

15. **Факула «Накахі» (*Nakahi Facula*)** – факула, 64 км діаметром (-52,7° ш., 342,2° д.) – з маорійської мови – змія.

16. **Уступ Наутілус (*Nautilus Rupes*)** – уступ, протяжність до 348 км (-28,23° ш., 293,33° д.) – названий на честь датського приватного підводного човна Наутілуса.

17. **Рембрандт (*Rembrandt*)** – див. § 2.14, п. 12.

18. **Траверс (*Travers*)** – кратер, 164 км діаметром (-28° ш., 329,1° д.) – названий на честь англійської письменниці Памели Ліндон Траверс (1899 – 1996).

19. **«Тормс» (*Turms Planitia*)** – рівнина, протяжність до 622 км (-31,05° ш., 350,81° д.) – названа на честь етрусського бога Тормса еквівалента римського бога Меркурія.

20. **«Утаріді» (*Utaridi Planitia*)** – рівнина, протяжність до 930 км (-65,5° ш., 270,17° д.) – назва планети Меркурій на суахілі.

2.16. Номенклатура кратера Бах (*Crater Bach*)

1. Уступ Едвенчер (*Adventure Rupes*) – див. § 2.12, п. 1.
2. Альвер (*Alver*) – каретр, 151,49 км діаметром (-66,97° ш., 282,75° д.) – названий на честь естонської письменниці Бетті Альвер (1906 – 1989).
3. Бах (*Bach*) – кратер, 214,29 км діаметром (-69,86° ш., 103,01° д.) – названий на честь німецького композитора, органіста та скрипаля Йоганна Себастьяна Баха (1685 – 1750).
4. Белінський (*Belinskij*) – кратер, 70,67 км діаметром (-77,09° ш., 103,92° д.) – названий на честь російського демократа, літературного критика, публіциста та філософа-матеріаліста Віссаріона Григоровича Белінського (1811 – 1848).
5. Берніні (*Bernini*) – кратер, 168,13 км діаметром (-80,32° ш., 140,97° д.) – названий на честь італійського архітектора та скульптора Джованні Лоренцо Берніні (1598 – 1680).
6. Бокаччо (*Boccaccio*) – кратер, 151,95 км діаметром (-80,99° ш., 23,01° д.) – названий на честь італійського письменника Джованні Бокаччо (1313 – 1375).
7. Каллікрат (*Callicrates*) – див. § 2.12, п. 9.
8. Камоенс (*Camoës*) – кратер, 70 км діаметром (-71,42° ш., 68,39° д.) – названий на честь португальського поета та драматурга Луїса де Камоенса (1524 – 1580).
9. Сервантес (*Cervantes*) – кратер, 213,16 км діаметром (-76,09° ш., 124,26° д.) – названий на честь іспанського новеліста, драматурга та поета Мігеля де Сервантеса (1547 – 1616).
10. Чжао Менфу (*Chao Meng-Fu*) – кратер, 140,73 км діаметром (-88,42° ш., 156,36° д.) – названий на честь китайського каліграфа, державного діяча та художника Чжао Менфу (1254 – 1322).
11. Шопен (*Chopin*) – див. § 2.13, п. 8.
12. Діккенс (*Dickens*) – кратер, 77,31 км діаметром (-73,26° ш., 155,96° д.) – названий на честь англійського письменника Чарлза Діккенса (1812 – 1870).
13. Дісней (*Disney*) – кратер, 113 км діаметром (-68,15° ш., 260,2° д.) – названий на честь американського художника-

15. Уступ Йоа (*Gjoa Rupes*) – див. § 2.13, п. 16.

16. Хань Гань (*Han Kan*) – кратер, 50 км діаметром (-72,13° ш., 146,4° д.) – названий на честь китайського художника Хань Ганя (≈706 – 783).

17. Гольберг (*Holberg*) – кратер, 64 км діаметром (-67,37° ш., 59,57° д.) – названий на честь датського та норвезького філософа, історика та письменника Людвіга Гольберга (1684 – 1754).

18. Гораций (*Horace*) – кратер, 56 км діаметром (-69,34° ш., 50,02° д.) – названий на честь давньоримського поета Квінта Горация Флакка (65 – 8 рр. до н.е.).

19. Херлі (*Hurley*) – кратер, 67 км діаметром (-87,36° ш., 6,99° д.) – названий на честь австралійського фотографа, режисера-документаліста Джеймса Френсіса Херлі (1885 – 1962).

20. Іктін (*Ictinus*) – кратер, 58,03 км діаметром (-79,56° ш., 174,24° д.) – названий на честь давньогрецького архітектора Іктіна (V ст. до н.е.).

21. Кітс (*Keats*) – кратер, 107,85 км діаметром (-70,31° ш., 156,65° д.) – названий на честь англійського поета Джона Кітса (1795 – 1821).

22. Кобро (*Kobro*) – кратер, 54 км діаметром (-82,16° ш., 278,78° д.) – названий на честь російської та польської художниці Катерини Миколаївни Кобро (1898 – 1951).

23. Комеда (*Komeda*) – кратер, 54 км діаметром (-82,74° ш., 269,53° д.) – названий на честь польського піаніста та композитора Кшиштофа Комеди (1931 – 1969).

24. Л'Енгл (*L'Engle*) – кратер, 62 км діаметром (-86,63° ш., 290,38° д.) – названий на честь американської письменниці Мадлен Л'Енгл (1918 – 2007).

25. Леопарді (*Leopardi*) – кратер, 71,45 км діаметром (-72,76° ш., 184,84° д.) – названий на честь італійського поета та мислителя-мораліста Джакомо Леопарді (1798 – 1837).

26. Лі Цинчжао (*Li Ch'ing-Chao*) – кратер, 69 км діаметром (-77,96° ш., 71,17° д.) – названий на честь китайської поетеси Лі Цинчжао (1084 – 1155).

27. **Лавкрафт (*Lovecraft*)** – кратер, 51,97 км діаметром (-86,24° ш., 73,82° д.) – названий на честь американського письменника, журналіста та поета Говарда Філіпса Лавкрафта (1890 – 1937).

28. **Магрітт (*Magritte*)** – кратер, 149 км діаметром (-72,78° ш., 238,37° д.) – названий на честь бельгійського художника Рене Магрітта (1898 – 1967).

29. **Марті (*Marti*)** – кратер, 69,48 км діаметром (-75,96° ш., 168,26° д.) – названий на честь кубинського поета, письменника, публіциста та революціонера Хосе Хуліана Марті-і-Переса (1852 – 1895).

30. **Окьо (*Okyo*)** – кратер, 66 км діаметром (-70,05° ш., 74,66° д.) – названий на честь японського художника Мураями Окьо (1733 – 1795).

31. **Овідій (*Ovid*)** – кратер, 41 км діаметром (-69,77° ш., 20,23° д.) – названий на честь давньоримського поета Публія Овідія Назона (43 до н.е. – 17).

32. **Петефі (*Petofi*)** – кратер, 61 км діаметром (-83,55° ш., 240,65° д.) – названий на честь угорського поета сербського та словацького походження, публіциста та революційного діяча Шандора Петефі (1823 – 1849).

33. **Пучінні (*Puccini*)** – див. § 2.12, п. 38.

34. **Пушкін (*Pushkin*)** – див. § 2.12, п. 39.

35. **Реріх (*Roerich*)** – кратер, 111,67 км діаметром (-84,39° ш., 58,94° д.) – названий на честь російського художника, філософа, археолога, мандрівника та письменника Миколи Костянтиновича Реріха (1874 – 1947).

36. **Сааді (*Sadi*)** – кратер, 66,54 км діаметром (-79,24° ш., 51,26° д.) – названий на честь перського поета Абу-Мухамеда Мусліха ад-Діна ібн Абд Аллах Ширази (1210 – 1292).

37. **Скопас (*Scopas*)** – кратер, 83,16 км діаметром (-81,26° ш., 185,29° д.) – названий на честь давньогрецького скульптора, архітектора та художника Скопаса (395 – 350 рр. до н.е.).

38. **Сей (*Sei*)** – див. § 2.12, п. 47.

39. **Шпіттелер** (*Spitteler*) – кратер, 67 км діаметром (-69,18° ш., 60,26° д.) – названий на честь швейцарського поета, лауреата Нобелівської премії з літератури 1919 року Карла Фрідріха Георга Шпіттелера (1845 – 1924).

40. **Уступ Терор** (*Terror Rupes*) – уступ, протяжність до 229,62 км (-72,06° ш., 275,69° д.) – названий на честь бомбардирського корабля, побудованого для Королівського флоту, який брав участь у трагічній полярній експедиції Франкліна впродовж 1845 – 1847 років.

41. «Утаріді» (*Utaridi Planitia*) – див. § 2.15, п. 20.

42. **Ван Гог** (*Van Gogh*) – кратер, 99 км діаметром (-76,88° ш., 138,68° д.) – названий на честь нідерландського художника Вінсента ван Гога (1853 – 1890).

43. **Вагнер** (*Wagner*) – кратер, 134 км діаметром (-68,25° ш., 114,78° д.) – названий на честь німецького композитора, диригента, теоретика музики та письменника-публіциста Вільгельма-Ріхарда Вагнера (1813 – 1883).

44. **Юн Сон-До** (*Yun Son-Do*) – кратер, 76 км діаметром (-73,49° ш., 110,08° д.) – названий на честь корейського поета та державного діяча Юн Сон-До (1587 – 1672).

РОЗДІЛ 3

ТЕКТОНІЧНІ ТА ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МЕРКУРІЯ. РЕЛЬЄФ МЕРКУРІЯ

- 3.1. Тектонічна будова Меркурія.
- 3.2. Геологічна історія Меркурія.
- 3.3. Геолого-геоморфологічні системи Меркурія. Рельєф Меркурія.
- 3.4. Модель формування імпактних структур Меркурія.

3.1. Тектонічна будова Меркурія

Оскільки Меркурій є планетою, яка знаходиться найближче до Сонця. Він являє собою найбільш екстремальну серед можливих космохімічних моделей формування планети. Ще до місії *Mariner 10* висока щільність планети та специфічні фотометричні властивості поверхні Меркурія дозволили припустити наявність великого й масивного ядра, левову частину якого, очевидно, складає залізо, та літосфери, складеної здебільшого силікатними матеріалами. Дані щодо власного дипольного магнітного поля, отримані [Ness, et al. \(1974\)](#), є додатковими свідченнями наявності великого ядра. У ядрі Меркурія, подібно до земного, відбувався і, ймовірно, продовжує відбуватися радіоактивний розпад, що на ранніх етапах геологічної історії планети призвело до радіогенного нагрівання і спричинило додатковий розігрів, який виразився у глобальному літосферному розширенні й утворенні систем екстензійних тріщин у літосфері ([Solomon, 1976, 1977](#)). Ці тріщини могли забезпечити можливість виверження під час важкого бомбардування та формування комплексу відмін найдавніших зі спостережуваних на планеті рівнин. Приблизно у цей же час утворилися й інші структурні особливості поверхні планети. Очевидно, що вони формувалися внаслідок потужних напруг, викликаних припливним гальмуванням обертання планети навколо своєї осі ([Burns, 1976; Melosh, 1977; Melosh, Duzurisin, 1978](#)).

Поверхня Меркурія демонструє глобальну тектонічну систему, що складається з давнього набору північно-західних і південно-західних трендових лінеаментів і більш молодого набору планіметрично дугоподібних уступів, інтерпретованих як розломні напруги або зворотні розломи, сформовані під великим кутом. Тенденції, розподіл і вікові співвідношення більшості тектонічних елементів можуть бути пояснені поєднанням припливного відтоку та глобального стиснення літосфери планети. У моделі, розробленій [Melosh, Dzurisin \(1978\)](#), ранні припливні заповільнення призвели до утворення поєднаних між собою у своєрідну мережу зсувних зламів, які згодом були модифіковані сукупною дією поверхневих процесів, що дало змогу їм чітко проявитися на сучасній поверхні Меркурія своєрідним набором лінеаментів. Продовження глобального стиснення поверхні Меркурія породило численні розривні напруги, орієнтовані у північному та південному напрямках. Остаточне стиснення, ймовірно, мало подальше сповільнення та призвело до випадкових відхилень напруг. Усім цим подіям передувало формування басейна *Caloris*, оскільки пов'язані з ним відклади покривають як лінеаменти, так і дугоподібні розривні структури.

Ще одними тектонічними особливостями поверхні Меркурія є лопатеподібні уступи – це елементи поверхні, які, мабуть, сформувалися у результаті розривних тектонічних напруг і, як вважається, відображають глобальне стиснення внаслідок охолодження внутрішніх шарів планети. Топографічні дані меркуріанських лопатеподібних уступів, отриманих із зображень, виконаних АМС *Mariner 10* із супутнім використанням фотоклінометрії і цифрового стереоаналізу, показують діапазон висот в їхніх межах від 0,1 до 1,5 км і діапазон горизонтального стиснення від 0,3 до 3,2 км. Попередні оцінки кумулятивної деформації стиснення, зафіксовані у лопатеподібних уступах, припускають зменшення радіуса Меркурія на 1-2 км. Оцінка деформацій стиснення, виконаної [Watters, et al. \(1998\)](#), яка була заснована на нових топографічних даних, становить близько 0,056%. Ці дані свідчать, що радіус Меркурія зменшився майже на 1 км.

Ймовірна тектонічна історія й активність Меркурія, як і відносна послідовність подій, базується здебільшого, на даних, зібраних космічним апаратом *Mariner 10*. Результати досліджень, виконаних [Melosh, McKinnon \(1988\)](#), показують, що тектонічна активність Меркурія обмежується його ранньою геологічною історією. Ендогенна активність планети тоді зумовлювалася переважно невеликою зміною форми літосфери, викликаной приливними силами та незначною зміною площі поверхні, спричиненої стисненням і подальшою деформацією внаслідок охолодження.

Екзогенні процеси, зокрема бомбардування поверхні метеоритами й астероїдами, призвели до значно потужніших тектонічних проявів на поверхні, ніж ті, що активувалися внутрішніми мантійними процесами. Більшість особливостей поверхні безпосередньо пов'язані з басейном *Caloris* і спричинені «завантаженням» потужної літосфери Меркурія екструзійними лавами та поступовим осіданням поверхні завдяки витісненню значних об'ємів магми з підповерхневих шарів меркуріанської літосфери. Тектонічні особливості, що чітко викреслюються на поверхні Меркурія, свідчать про ранні тектонічні події на інших планетах земної групи – Марсі та Землі, де завдяки вивітрюванню більшість найдавніших тектонічних особливостей стерлися.

Перший проліт АМС *Messenger* навколо Меркурія дозволив здійснити повний огляд басейну *Caloris* – найбільшої на планеті ударної структури та її внутрішніх гладких рівнин. Як продемонструвала мультиспектральна візуалізація, що виконана апаратом, внутрішні рівнини спектрально відрізняються від навколишнього рельєфу, з коефіцієнтом відбиття приблизно на 15-20% ([Watters, et al., 2009](#)). Це значно вище за середній планетарний показник і спектральний нахил, навпаки, – більш крутий. Масиви обрамлення басейну *Caloris* і горбисті відміни мають значно нижчий коефіцієнт відбиття та більш дрібний спектральний нахил, ніж середній планетарний показник. Вони простягаються по периферії всього басейну. Ізольовані, відносно червоні плями вздовж обрамлення басейну *Caloris*, оточуюють невеликі депресії із зубчатими краями та інтерпретуються як вулканічні

кратери, деякі з них, очевидно, пов'язані з пірокластичними відкладами. Майже неперервне кільце гладких рівнин зовні басейну *Caloris* демонструє спектральні характеристики, які різко контрастують з подібними рининами у внутрішніх частинах басейну. Гладкі рівнини на периферії мають менший коефіцієнт відбиття і спектрально подібні до зовнішнього обрамлення басейну *Caloris*, а окремі їх частини характеризуються торосистою поверхнею.

Обрамлення та днища великих ударних кратерів у межах внутрішніх гладких рівнин оголюють гірські породи з низькою відбивною здатністю. Внутрішні гладкі рівнини у басейні *Caloris* яскраво демонструють кілька циклів стиснення і розширення ідентифікованих тектонічних деформацій. Безліч лінійних радіальних грабенів, як-от *Pantheon Fossae*, простягаються назовні – від зони біля центра басейну, а деякі з них тягнуться ще далі та перетинають безліч внутрішніх концентричних грабенів обрамлення басейну, розташованих уздовж зовнішнього краю днища басейну *Caloris*. Середні амплітуди протяжних деформацій грабенів, які картографічно вдається виразити, становлять близько 0,08%. Пасма складок поверхні також деформують внутрішні гладкі рівнини та передують як радіальним, так і концентричним грабенам басейну *Caloris*. Середні ареальні напруги стиснення, виражені, насамперед, складками стиснення і становлять майже 0,07%. Щільність складок у західній частині внутрішніх рівнин менша, ніж у межах східних внутрішніх рівнин, незважаючи на порівняно рівномірний розподіл грабенів на їхніх периферіях. Аналогічна різниця спостерігається між щільністю складок на західних і східних зовнішніх гладких рівнинах, причому на західних кільцевих рівнинах на одиницю площі припадає значно менше складок. Суперпозиція, спектральний контраст, виникнення вулканічних кратерів і можливих пірокластичних відкладів підтверджує вулканічне походження внутрішніх рівнин басейну *Caloris*. Підрахунок кратерів указує на те, що зовнішні рівнини *Caloris* і торосисті поверхні трохи молодші за обрамлення *Caloris* і його внутрішніх рівнин, що, очевидно, також вказує на їхнє вулканічне походження. Контраст у спект-

ральних властивостях між внутрішніми і зовнішніми рівнинами свідчить про різницю у складі вулканічного матеріалу в їхніх межах. Подібною тектонічною будовою характеризуються й інші великі басейни на Меркурії.

Проведені [Melosh \(1977\)](#) теоретичні обґрунтування, які базувалися на спостереженнях, виконаних і згодом опублікованих [Dzurisin \(1978\)](#), дозволили припустити, що припливне гальмування Меркурія у поєднанні із загальним стисненням планети пояснює абсолютну більшість тектонічних поверхневих особливостей Меркурія. Утворення великої кількості ескарпів, які найінтенсивніше проявилися на полярних ділянках планети, морфологічно виглядають як наслідок потужних горизонтальних літосферних рухів. Це доводить існуюче припущення, що головний етап стиснення відбувався одночасно з припливним гальмуванням обертання планети навколо своєї осі. Саме тому вважається, що більшість лінійних поверхневих елементів Меркурія (крім деяких хребтів) утворилися у результаті цих двох процесів. Частини розломів і лінеаментів навколо басейну *Caloris*, виявлені та описані [Strom et al. \(1975\)](#), наштовхнули [Pechmann, Melosh \(1979\)](#) на думку, що період їхнього формування розпочався ще до початку глобального стискання меркуріанської кори та закінчився на ранніх його етапах.

3.2. Геологічна історія Меркурія

Реконструкція геологічної історії Меркурія наразі менш повна, ніж для Місяця і Марса, для яких орбітальними космічними апаратами та посадочними модулями було забезпечено повне або майже повне покриття поверхні та отримано зображення з високою роздільною здатністю. Однак, наявні дані дозволяють провести деякі паралелі щодо циклів бомбардування та акреційної історії цих трьох планет¹². Геологічні реконструкції показують, що період поступового зменшення метеоритного

¹² У цьому контексті ми назваємо Місяць планетою.

потоків на всіх трьох планетах, де басейни і великі кратери, утворені на початку еволюції їхніх кір, продовжували еволюціонувати під зовнішніми впливами, які поступово взагалі нівелювалися.

Після консолідації Меркурія як планети приблизно 4,6 млрд років тому його поверхня зазнала інтенсивного бомбардування астероїдами, кометами та дрібними метеоритами. Деталі поверхні Меркурія свідчать, що останнє сильне бомбардування планети відбулося 3,8 млрд років тому (Greeley, et al., 1998). Великі меркуріанські басейни, такі як Рівнина Жари (*Caloris*), також формувались за рахунок поступового заповнення їх улоговин лавою. Це привело до утворення обширних, плоских рівнин, які дуже подібні до місячних морів, але, на відміну від них, не такі обширні. Пізніше, судячи зі специфічних деталей поверхні, коли планета повільно остигала й почала стискатися, на її поверхні сформувалися численні гірські хребти та системи. Гірські утворення добре збереглися біля протяжних рельєфних форм, насамперед на периферії кільцевих басейнів і великих кратерів. Їх присутність свідчить про значно давніший час їх формування. На Меркурії збереглися сліди інтенсивного вулканізму, який закінчився лише тоді, коли мантійний шар планети стиснувся настільки, що це стало значною перешкодою для потрапляння лави на поверхню планети. Найімовірніше, це стиснення відбулося у перші 600-700 млн років після консолідації планети. Ця умовна межа є кінцем фази ендогенезу при формуванні рельєфу планети – всі подальші зміни поверхні викликані окремими екзодарами або їхніми циклами. З цієї ж причини більшість поверхні Меркурія сформована виключно екзогенними чинниками. Навіть локальний вулканізм, що активізувався під час удару великих астероїдів, теж був викликаний екзогенним чинником.

На материкових ділянках поверхні Меркурія можна виділити цілий спектр різноманітних поверхонь. Серед них чітко виокремлюються кратеровані райони, де значна частина кільцевих структур має найвищий ступінь деградації. Досить великі площі охоплюють стародавні міжкратерні плоскогір'я, у межах яких збереглися найдавніші форми рельєфу планети, які є дода-

тковим свідченням розвинутого давнього вулканізму. Рівнинні території морських улоговин і прилеглих до них ділянок сформувалися у значно пізнішу епоху. Переконливими доказами цього факту є слабка насиченість більшості таких рівнин відносно невеликими кратерами. Вирівняні поверхні морських басейнів, очевидно, вкриті товстим шаром роздроблених порід – реголітом (подібно до Місяця). Поряд із невеликою кількістю кратерів тут трапляються складчасті підвищення, що також схожі на місячні. Деякі з прилеглих до морських басейнів рівнинних ділянок, імовірно, сформувалися циклічно, впродовж достатньо довгих періодів унаслідок поступового нашарування відкладів, які були викинуті з них під час безпосереднього формування. Однак для більшості рівнин встановлені цілком очевидні свідчення їхнього вулканічного походження. Проте ознаки цього вулканізму мають більш пізній час утворення, ніж у межах міжкратерних плоскогір'їв. Створюється стійке враження, що зао своєю морфологією та віком, ці регіони Меркурія майже аналогічні місячним морям і рівнинним поверхням Марса, формування яких датується періодом на межі 3-4 млрд років тому. До цього періоду приурочений завершальний етап найбільш інтенсивного бомбардування планет земної групи великими тілами, у результаті чого й утворилися «моря» та інші великі, іноді менш чітко виражені на їхніх поверхнях, зокрема на Меркурії, стародавні кратери.

Суперпозиційні співвідношення між кратерами та басейнами, а також їх викидами є найкращим засобом встановлення відносного часового стратиграфічного порядку поверхневих відмін як кратерів, так й ударних басейнів. Як зазначає [Malin, \(1976a\)](#), у порівнянні з Місяцем, стратиграфічні співвідношення між меркуріанськими кратерами більш чіткі, оскільки Меркурій має меншу щільність великих кратерів. Це підтверджує і [Gault, et al. \(1975\)](#), наголошуючи, що значно більше посилення гравітаційного прискорення на Меркурії обмежує розподіл кратерних викидів під час екскаваційних подій на планеті, що фізично неможливе на Місяці (про що частково йшлося у § 1.3). Сукупність таких меркуріанських властивостей більшості популяцій

кратерів дозволяє будувати стратиграфічні послідовності великих регіонів.

Murray, et al. (1975) запропонували виділити у геологічній історії Меркурія п'ять важливих періодів:

- 1) акреція і диференціація речовини у надрах планети;
- 2) цикл важкого бомбардування;
- 3) формування басейну *Caloris*;
- 4) заповнення великих басейнів лавовми відкладами, які призвели до формування комплексів гладких рівнин;
- 5) період у межах якого сформувалися кратери зі світлими променевими системами.

Хоча запропоновані етапи витримали оцінки наступних дослідників, вони не визначають загальну стратиграфію планети, а є лише своєрідними маркерами для ключових тектонічних і геологічних подій, які визначили загальний хід еволюції планети.

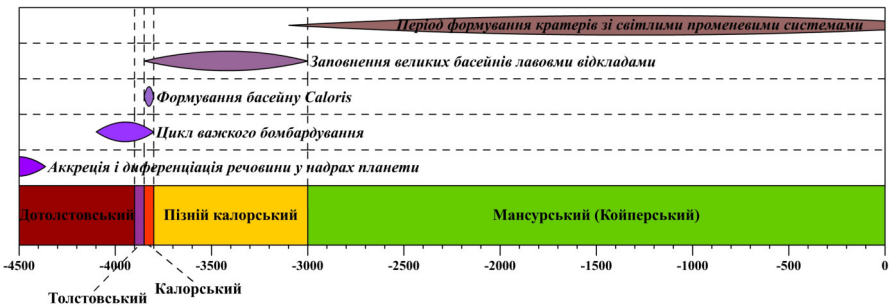


Рис. 3.1. Геохронологія Меркурія та важливі періоди геологічної історії планети

Як зазначають Malin, Dzurisin (1977) і McCauley, et al. (1981), ступінь деградації кратерів визначається якісною оцінкою їх рельєфних форм, насамперед – гребенями обрамлення, внутрішніми стінками, системами внутрішніх зсувних терас і схилів, центральними піками, суцільними полями кратерних викидів і наявністю систем вторинних кратерів. Зважаючи на те, що деградаційні зміни систематичні, відносно збільшення віку кільцевих структур, вони можуть бути використані для кореляції

як локальної, так і регіональної стратиграфічної послідовності окремих регіонів Меркурія. На базі такої морфологічної оцінки виокремлено п'ять геологічних періодів, які є базовою схемою для кореляції стратиграфії.

Геологічна історія Меркурія підсумована [Guest, O'Donnell \(1977\)](#), [Davies, et al. \(1978\)](#) та [Strom \(1979\)](#).

Загалом, уся геологічна історія Меркурія поділяється на п'ять геологічних періодів: Дотолстовський, Толстовський, Калорський, Пізній калорський та Мансурський (Койперський) періоди (рис. 3.1).

3.3. Геолого-геоморфологічні системи Меркурія. Рельєф Меркурія

Для цілей геологічного та геоморфологічного картування планет земної групи прийнято чимало класифікацій, в яких елементи поверхні планет згруповані відносно до послідовності виникнення або відповідно до відносного віку поверхневих відмін. Основні підрозділи цих класифікацій зазвичай називають структурно-стратиграфічними системами. Так, для Меркурія загальноприйнятою структурно-стратиграфічною системою вважається система, розроблена [Spudis, Guest \(1988\)](#).

Для виокремлення поверхневих відмін Меркурія ми, перш за все, опиралися на праці [Schaber, McCauley \(1980\)](#); [De Hon, et al. \(1981\)](#); [Guest, Greeley \(1983\)](#); [McGill, King \(1983\)](#); [Grolier, Boyce \(1984\)](#); [Spudis, Prosser \(1984\)](#); [King, Scott \(1990\)](#); [Strom, et al. \(1990\)](#).

Вікова приналежність поверхневих відмін здійснена для кратерів за їх виглядом: C1 – Дотолстовський період; C2 – Толстовський; C3 – Калорський; C4 – Пізній Калорський; C5 – Мансурський (Койперський).

Материкові комплекси:

1. **Th1** – відміни материкових поверхонь. У рельєфі проявляються як пагорби шириною 5-10 км і висотою 0,1 – 1,8 км з

вузькими, лінійними жолобами, приуроченими до кратерних периферій. Переважно це поверхня, яка зберегла абсолютну кількість рис з постконсолідаційного етапу розвитку планети.

2. **Tr** – відміни материкових кратерованих поверхонь. Топографічно висока й молода поверхня з численними молодими, великими та середнього розміру кратерами; щільно вкрита товщею покривних викидів.

Комплекси рівнин і плато:

1. **D** – відміни лавових потоків. Локально проявляються по всій поверхні планети. Здебільшого приурочені до великих молодих кратерів та локалізуються у межах їхніх зовнішніх схилів у вигляді лопатеподібних потоків базальтів та пірокластичних матеріалів.

2. **Pvs** – відміни рівнин з плоскими поверхнями. Локалізуються, здебільшого у депресіях та у межах днищ кратерів від С2 до С5 віку. Головною особливістю є надзвичайно гладка поверхня і вкрай мала кількість дрібних кратерів. Генетично являють собою розплави поверхні під час глобальної ударної події, що призвело до заповнення лавами депресій та кратерних днищ у регіоні удара.

3. **Ps** – відміни рівнин зі слабкохвилястими поверхнями. Поширені у кратерах від С2 до С5 віку та локалізуються у великих депресіях. Характеризуються гладкими та слабкохвилястими поверхнями. У їхніх межах поширені невеликі кратери С4 і С5 вікового діапазону та системи їхніх вторинних дрібних кратерів. Походження подібне до попередніх відмін.

4. **Pc** – відміни кратерованих рівнин. Перекривають більшість старих кратерів. Поверхня слабкохвиляста, ускладнена численними дрібними та невеликими кратерами, широкими, достатньо високими хребтами. У будові беруть участь різноманітні вулканічні матеріали та щільні покриви з брекчій, сформовані завдяки ударним подіям.

5. **Psi** – відміни міжкратерних рівнин. У рельєфі проявляються як рівні поверхні, ускладнені невисокими хребтами та дрібними ескарпами. Частково поширені у межах днищ незнач-

ної частини кратерів від С1 до С3 вікового діапазону з помірною кількістю накладених кратерів С2 віку та кратерів діапазоном від С3 до С5 віку. Загалом поверхня ускладнена численними молодими кратерами С4 віку. Генетично відміни являють собою сукупність виливів лав на поверхню, викликаних як ендегенними, так й екзогенними чинниками.

6. **Pu** – відміни замкнених міжкратерних рівнин. Характеризуються порівняно плоскою поверхнею, ускладненою дрібними кратерами та нагромадженнями колювального матеріалу на периферії. Головна особливість – локалізація між великими кратерами у межах одного локально розташованого кластера.

7. **Pi** – відміни покривних викидів, що вкривають відміни височин та рівнин з пересіченим рельєфом. Переважно це викиди з кратерів С2 і С3 віку. У рельєфі проявляються як невисокі, достатньо широкі хребти та поодинокі пагорби, зібрані у кластери.

8. **Pi** – відміни височин та рівнин із пересіченим рельєфом. У рельєфі проявляються як осередки хаотичного рельєфу, що формують різноманітні форми – від невисоких радіальних хребтів, що локалізуються на периферії великих кратерів, до осередків покривних викидів із великих кратерів та басейнів, що мають хаотичні форми. Поверхні сильно ускладнені дрібними та невеликими кратерами різного віку, які часто формують кластери та катени, а також текстуровані конусами виносу великих осипів та зсувними тілами.

9. **Ptu** – відміни рівнини та периферійних частин материкових поверхонь. У рельєфі проявляються як плоскі поверхні з лопатеподібними схилами на периферії та поодинокими невисокими хребтами.

10. **Cfp** – відміни калорських рівнин. Нагадують відміни рівнин зі слабкохвилястими поверхнями, але, на відміну від них, мають більш інтенсивну вторинну деформацію у формі субконцентричних хребтів та грабеноподібних утворень, формуючи в такий спосіб складний полігональний рисунок поверхні. Їхнє утворення безпосередньо пов'язане зі стадіями формування басейну Калоріс.

11. **H** – відміни покривних викидів з басейну *Caloris*. Рівнини з темним забарвленням. Утворення пов’язане з викидами з басейну *Caloris* та великих кратерів того ж віку.

Басейнові комплекси:

1. **Brl** – відміни обрамлення басейну *Beethoven*. У рельєфі проявляються як радіально-лінійні шлейфи, що оточують кількома поясами басейн *Beethoven* й окремими променями поширюються далеко за межі видимих границь басейну. Включають значну кількість накладених кратерів С2 і молодшого віку. Чітко простежуються й кластери вторинних кратерів від 10 до 20 км діаметром.

2. **Rrl** – відміни обрамлення басейну *Raphael*. Подібні до попередніх відмін. Характеризуються скупченнями кратерів від 10 до 15 км з діапазоном від С2 до С4 віку.

3. **Cm, Cn, Co, Com, Cvl, Cvs** – відміни групи *Caloris*. Детально всі елементи цієї групи описані у розділі 5.

4. **Trl** – відміни обрамлення басейну *Tolstoj*. Як і більшість попередніх басейнів, формує обрамлення з кількох шлейфів концентричних хребтів. Поверхня ускладнена, переважно кратерами віку від С1 до С2.

5. **Drl** – відміни обрамлення басейну *Dostoevskij*. Достатньо широке обрамлення з багатством рельєфних форм. У межах чітко викреслюються численні кратерні катени та кластери. Загалом подібні до попередніх відмін.

6. **M** – відміни залишків древніх багатокільцевих басейнів. У рельєфі проявляються як фрагменти майже знищених багаторівневих басейнів *Barma-Vincente*, *Hawthorne-Riemenschneider* і *Eitoku-Milton*. Імовірно, складаються з автохтонних порід і вивержених порід, товщі яких утворилися під унаслідок безпосереднього формування басейну.

Кратерні комплекси:

1. **Su** – відміни невеликих кратерів, для яких не вдається достовірно ідентифікувати вік.

2. **C5** – відміни молодих кратерів. У рельєфі проявляються як кільцеві структури з різкими обрисами, чіткими внутрішніми формами – особливо для великих кратерів, променевими системами та надзвичайно малою кількістю накладених на них дрібних, молодих кратерів.

3. **Sp5** – відміни центральних гірок кратерів C5 віку. Утворюють форми ізольованих груп пагорбів у межах центральної частини кратерних днищ великих кратерів.

4. **Cf5** – відміни кратерних днищ великих кратерів C5 віку. Являють собою, загалом, плоскі поверхні з незначною кількістю дрібних наймолодших кратерів. Генетично – розплави, утворені під час ударних подій.

5. **Cr5** – відміни покривних викидів з кратерів C5 віку. У рельєфі проявляються як гладкі поверхні з невисокими горбистими хребтами, що мають близьке до радіального поширення. Під цими відмінами чітко простежуються старші поверхні та кратери.

6. **Cs5** – відміни кратерних катен та кластерів вторинних кратерів з радіальним розташуванням по відношенню до кратерів C5 віку. На поверхні проявляються як ланцюги малих кратерів, що лежать за межами головних первинних, крупних кільцевих структур. Утворені викидами з кратерів C5 віку.

7. **C4** – відміни молодих кратерів. Відрізняються від кратерів C5 віку злегка модифікованими структурними частинами, особливо у межах внутрішніх частин кільцевих структур.

8. **Sp4** – відміни центральних гірок кратерів C4 віку. Мають подібну будову як і **Sp5**, Ускладнені зсувами та осипними шлейфами.

9. **Cf4** – відміни днищ кратерів C4 віку. Практично не відрізняються від днищ кратерів C5 віку, окрім пересіченішої поверхні, яка ускладнена дрібними кратерами та конусами виносу осипів і великих зсувних тіл на периферії з внутрішніх кратерних схилів.

10. **Cr4** – відміни кратерних обрамлень та покривних викидів. У рельєфі проявляються як радіальні шлейфи навколо кратерів C4 віку, що поширюються далеко за межі видимих кратер-

них границь. Поверхня відмін ускладнена незначною кількістю ударів під час формування головних і вторинних кратерів С5 віку.

11. **Cs4** – відміни кратерних катен та кластерів вторинних кратерів з радіальним розташуванням по відношенню до кратерів С4 віку. Відміни чітко простежуються лише по відношенню до кратера *Marti*.

12. **C3** – відміни трансформованих кратерів. У рельєфі проявляються як кратери різних розмірів з відносно низькими, напівзруйнованими обрамленнями. Ускладнені численними вторинним дрібними кратерами, зсувами та осипами на крутих схилах.

13. **Сpr3** – відміни центральних гірок у вигляді концентричних обрамлень у межах дниць великих басейнів

14. **Ср3** – відміни центральних гірок кратерів С3 віку. Відміни загалом подібні до аналогічних С5 і С4 віку, проте мають значнішу деградацію внаслідок гравітаційних процесів та велику кількість накладених дрібних кратерів.

15. **Cf3** – відміни дниць кратерів С3 віку. На відміну від подібних молодших відмін кратерів С5 і С4 віку, мають складнішу поверхню, ускладнену накопиченням колювального матеріалу та значною кількістю дрібних кратерів.

16. **Cr3** – відміни обрамлень басейнів *Bernini* та *Bach*. У рельєфі проявляються як безперервні, концентричні покриви викидів зі згаданих басейнів. Загалом мають досить згладжені риси. Ускладнені невисокими радіальними хребтами, які поступово нівелюються з переходом від обрамлень до міжкратерних рівнин.

17. **Cs3** – відміни кратерних катен та кластерів вторинних кратерів з радіальним розташуванням по відношенню до кратерів і басейнів С3 віку. На відміну від подібних відмін кратерів С5 і С4 віку, катени та кратерні кластери складаються зі значно більших кратерів, проте вони мають ті ж самі ознаки деградації як і первинні кратери С3 віку.

18. **C2** – відміни сильно модифікованих кратерів. Проявляються як кільцеві структури з низькими обрамленнями та зруйнованими внутрішніми елементами морфоскульптур.

19. **Ср2** – відміни центральних гірок у вигляді концентричних обрамлень у межах днищ великих басейнів з ознаками значного руйнування.

20. **Ср2** – відміни центральних гірок кратерів С3 віку. Фрагментарні – збереглися лише у великих кратерів цього ж періода у сильно зруйнованому вигляді.

21. **Cr2** – відміни обрамлень кратерів з ознаками вулканічного омолодження. Очевидно вулканічна діяльність була спричинена інтенсивним, близьким формуванням великих молодших кратерів.

22. **C1** – відміни надзвичайно зруйнованих кратерів. У рельєфі проявляються як залишки кільцевих структур з низькими, часто відсутніми у більшості осьових частин, обрамленнями. Деякі кратери ледве прокреслюються на фоні навколишніх рівнинних відмін.

23. **Ср1** – відміни залишків центральних гірок у вигляді концентричних обрамлень у межах днищ великих старих басейнів.

24. **Ср1** – відміни центральних гірок кратерів та басейнів С1 віку. проявляються лише у великих басейнів. Чітко вирізняються лише в басейні *Cervantes*, як сильно денудовані пагорби в його центральній частині.

25. **Csu** – відміни вторинних ланцюгів кратерів. Переважно це старі вторинні кратери, які збереглися у межах материкових відмін та на ділянках поверхні, що не зазнали значного бомбардування.

26. **Ср** – відміни центральних гірок та концентричних валів кратерних днищ кратерів С2 – С4 віку. У рельєфі проявляються як окремі пагорби та оточуючі їх концентричні вали, що здіймаються над поверхнею кратерних днищ.

27. **Cs** – відміни кратерних катен та кластерів вторинних кратерів. Чітко простежуються на всій поверхні планети, проте їхній вигляд неоднозначний, що робить їх вікову інтерпретацію

надто важкою. До того ж не вдається простежити їхню приуроченість до конкретних великих кратерів і басейнів. Очевидно, що відміни катен і кластерів мають значний діапазон віку.

28. **Cg** – відміни кратерів-привидів. Одні з найстаріших кільцевих структур на поверхні планети. Практично денудовані. Їх вдається ідентифікувати лише по окремих згрупованих виступах колишніх обрамлень, які формують єдину систему, а також по невеликих депресіях на поверхні рівнинних відмін, які мають деякі ознаки кільцевих структур – наприклад, фрагменти покривних викидів.

29. **Sru** – відміни внутрішніх багатокільцевих валів у межах великих старих басейнів. У рельєфі проявляються як концентричні кільця у вигляді радіальних хребтів та локалізованих пагорбів. Усі елементи відмін мають ознаки значного руйнування та ускладнені численними дрібними кратерами, зсувами й осипами.

3.4. Модель формування імпактних структур Меркурія

Процес утворення ударно-вибухових кратерів добре вивчений. Здійснене достатньо детальне вивчення геології місячної поверхні (Wilhelms, 1987), на яку так схожа меркуріанська поверхня. Проте більшість аспектів еволюції ландшафтних комплексів кільцевих структур і дотичних до них територій, на поверхнях планет земної групи і Меркурія зокрема, залишаються маловивченими. Нами здійснені численні спроби розробки методики ландшафтного картографування імпактних структур, висвітлені в ряді праць (Kyryliuk, Kyryliuk, 2016, 2017; Kyryliuk, Kholiavchuk, 2017).

Формування ударних радіально-концентричних структур загалом – детально описаний процес, що складає цілий розділ вибухової геомеханіки (Родионов и др., 1971; Адушкин и др., 1974; Ромашов, 1980). Складовою цього розділу є вивчення роботи газоподібних продуктів вибуха у порожнині, що розширю-

ється відповідно до міцності речовини й сили тяжіння у кожному конкретному випадку.

Добре вивчена одна з найперших стадій – стадія передачі енергії речовині мішені. Ця теорія, перш за все, розроблена для звичайних вибухів в умовах Землі. Проте більшість її позицій можна з успіхом застосувати й при вивченні високошвидкісних ударів. Головна відмінність лише у тому, що високошвидкісний ударник, як джерело вибухового руху, має кінцеву величину початкового імпульсу, на відміну від сконцентрованого вибухового джерела енергії, що має, як правило, певну симетрію. На ранніх етапах досліджень ця обставина вносила у процес пізнання значні труднощі. Розв'язання проблеми симетрії джерела енергії вперше здійснено [Зельдовичем, Райзером \(1966\)](#).

На стадії передачі енергії та виникнення ударних хвиль, визначальні в подальшому кратероформуванні, із супутнім утворенням рельєфної морфоструктури певної вираженості, є співвідношення тиску в ударному джерелі та можливостях ущільнення речовини мішені. На завершальних стадіях формування радіально-концентричної структури незначна швидкість переміщення збудженого середовища порівняно зі швидкістю поширення звукових коливань дає можливість розглядати завершальну стадію кратероформування в умовах, наближених до неущільненого середовища. Такий підхід до певної міри полегшує розуміння структурної організації ландшафтного середовища щойно сформованої радіально-концентричної морфоструктури та стає елементом процесу ландшафтного моделювання. У ідеальному випадку – це рух збудженого середовища, яке володіє певними властивостями міцності. Що ж стосується гірських порід, то тут необхідно враховувати дилатансійний¹³ ефект, а неущільнене середовище розглядати як незначний вплив хвильових процесів (рис. 3.3). Початок подібного підходу до опису кратероформування покладено у працях [Станюковича, Федьнського \(1947\)](#) та [Станюковича \(1950, 1960, 1971\)](#), які розглядали

¹³ Дилатансійний ефект – зміна об'ємів гірських порід, пов'язаних із деформаційними процесами

цей процес як вибух ударника, який спочатку проник у приповерхневі шари мішені на певну глибину. Відповідно до цієї моделі, гірські породи починають рухатися по радіус-векторах, що походять із заглибленої точки вибуху. Втім, пізніше виявилось, що високошвидкісний удар здебільшого подібний до контактного або незаглибленого вибуху.

Однією з перших експериментальних робіт, виконаних виключно з метою моделювання кратероформування, є праця [Вегенера \(1923\)](#). У 50-х рр. методика, запропонована Вегенером, була використана [Сабаневым \(1953\)](#), який провів серію дослідів з великою різноманітністю властивостей речовини мішені при швидкостях зіткнення від 1 до 8 м/с. Велику кількість експериментального матеріалу щодо лабораторного моделювання кратероформування розглянуто у працях [Базилевського, Иванова \(1977\)](#) й [Иванова \(1981\)](#).

Для лабораторних досліджень процесу кратероформування зазвичай використовують сухий пісок. Цей матеріал із успіхом застосований при моделюванні переміщення великих мас гірських порід під час вибуху та формування викидів ([Садовский и др., 1966](#); [Родионов и др., 1971](#); [Адушкин и др., 1974](#)). Практично не маючи зчеплення між структурними частинами, сухий пісок, у лабораторному масштабі, дає можливість досліджувати вплив сили тяжіння на кратероформування. Ця властивість піску успішно використовується при відцентровому моделюванні.

Головні позиції методу відцентрового моделювання, при ударних вибухах, описані [Покровським, Федоровым \(1969\)](#), а питання теорії моделювання вибухових процесів розроблені [Седовым \(1977\)](#). Найбільш повно, у більшості наступних праць, до уваги брався випадок впливу заглибленого вибуху на формування викидів. У цьому разі відносний вплив сили тяжіння на процес утворення кратерної морфоструктури може бути оцінений шляхом порівняння енергії вибуху та потенційної енергії безпосередньо в полі тяжіння маси ґрунту, що викидається. Проведені експерименти підтвердили принципову можливість моделювання великомасштабних вибухів при формуванні викидів із допомогою зміни ефективних масових сил, які досягають-

ся шляхом використання прискорювачів (Викторов, Степанов, 1960; Барсанаев и др., 1979).

Загалом, значний внесок у розвиток уявлень про формування ударно-вибухових кратерів і кільцевих структур, а також їхнє відображення як у сучасному, так і в палеорельєфі зробили Буш (1966); Зейлик (1978); Соловьев (1978); Масайтис и др. (1980); Давиденко, Зубков (1981); Борисов, Глух (1982); Кац и др. (1984, 1988); Брюханов и др. (1987); Хрініна (1987); French (1998); Melosh (1989); Фельдман (1990); Grieve (1990); Shoemaker, Shoemaker (1999); Grieve, et al. (2007).

При вивченні природних умов Меркурія та типових ландшафтних комплексів його поверхні ми відштовхувалися від рельєфного континууму. Тут слід наголосити на тому факті, що досі між ученими, особливо геоморфологами, точаться суперечки стосовно самого поняття «рельєф». Всю палітру поглядів та їх еволюцію можна віднайти у багатьох працях (Davis, Snyder, 1899, Penck, Penck, 1924, Щукин, 1933, Геренчук и др., 1984, Ласточкин, 1991). Наші погляди на рельєф також висвітлені у ряді праць (Кирилюк, 2016; Kyryliuk, Kholiavchuk, 2017) та до певної міри збігаються з ідеями О.М. Ласточкина, який запропонував розділяти поняття «поверхня планети» та «рельєф», аргументуючи цю думку тим, що поверхня планети земного типу – це, передусім, матеріальна структура, а сам рельєф – наслідок відображення у свідомості людини конкретних особливостей і властивостей планетарної поверхні (Ласточкин, 1991).

Нижче наведені дані про процес утворення радіально-концентричних форм рельєфу в умовах Землі, оскільки вони досліджені найбільш детально, у тому числі на петрографічному рівні, а принцип їх утворення на Меркурії суттєво не відрізняється.

Утворення ударно-вибухових метеоритних кратерів починається з моменту зіткнення високошвидкісного тіла з поверхнею планети. Кратер формується завдяки дії інтенсивної ударної хвилі, яка виникає у точці зіткнення і радіально розповсюджується назовні через породи мішені. Ударні хвилі є хвилями стищення, що розвивають у твердих середовищах високі напруги.

Фронт ударної хвилі можна уявити собі як поверхню розриву, що розповсюджується по середовищу з надзвуковою швидкістю. Причому перед фронтом ударної хвилі речовина знаходиться у незбуреному стані, а за фронтом вона стисла та володіє масовою швидкістю, вектор якої збігається за напрямом із розповсюдженням фронту ударної хвилі (рис. 3.2). Хвиля розвантаження може утворитися при виході ударної хвилі на вільну поверхню, а її головна частина розповсюджується зі швидкістю, більшою за швидкість розповсюдження фронту так, що після деякого часу прямокутний імпульс стиснення набуває трикутної форми. Зіткнення тіла, що володіє швидкістю у декілька десятків км/с, створює в області зіткнення ударний тиск у кілька сотень ГПа (1 ГПа = 10 000 атм) при швидкості розповсюдження ударної хвилі понад 15 км/с. Розповсюджуючись по гірських породах, ударна хвиля слабшає, але все одно тиск у ній перевищує межу пружності гірських порід (приблизно або менше ніж на 0,5 ГПа), які викликають у ній незворотні трансформації, які не відбуваються під час проходження звичайних геологічних процесів. Унаслідок неадіабатичності ударного стиснення й адіабатичності розвантаження, речовина після скидання ударного тиску володіє деякою масовою швидкістю, тобто тече. Саме ця течія приводить у рух маси порід мішені та відповідає за утворення порожнини, кратера.

Успіхи газодинаміки та механіки швидкопротікаючих процесів, зумовлені спершу військовими потребами, знайшли своє віддзеркалення і в розумінні процесів метеоритного кратероформування. Спільними зусиллями геологів і фізиків, у даний час створені моделі, які дозволяють якісно описувати формування кратера, принаймні на його початкових етапах. Для зручності прийнято виділяти три стадії утворення порожнини кратера – стадію стиснення, стадію екскавації та стадію модифікації (Gifford, 1930; French, 1998). Межі між ними повністю умовні, проте кожній із них притаманний той чи інший превалюючий момент.

Перша стадія – так звана *контактна стадія*, або *стадія стиснення*, починається з моменту зіткнення метеоритного тіла із твердою поверхнею, внаслідок чого у площині зіткнення ме-

теорита (ударника) з речовиною поверхні (мішенею) утворюється ударна хвиля (рис. 3.3 а, б).

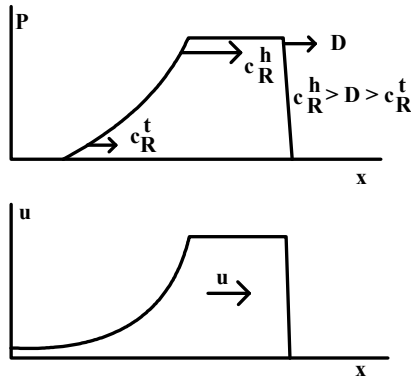


Рис. 3.2. Профілі тиску і масової швидкості в ударній хвилі

Фронт ударної хвилі розповсюджується зі швидкістю D , більшою за швидкість звуку в незбуреному середовищі, швидкість розповсюдження головної частини $-ch/R$ більше швидкості фронту, а швидкість хвостової частини ct/R менша. За рахунок неадіабатичності ударного стиснення речовина після розвантаження володіє деякою залишковою масовою швидкістю

Завдяки високим швидкостям зіткнення, у початковий момент вона стискає та нагріває речовину. Так, при падінні залізного астероїда зі швидкістю 30 км/с у контактній зоні розвивається тиск близько 1500 ГПа, що приблизно в 50 разів вище за тиск у центрі Землі, а температура стисненої речовини досягає багатьох десятків тисяч градусів. Після скидання ударного тиску при розвантаженні накопиченої теплової енергії у приконтактній зоні її залишається достатньо для повного або часткового випаровування (у цьому випадку спільно із плавленням) речовини ударника і частини речовини мішені. Саме цим і пояснюється відсутність видимої метеоритної речовини у вибухових метеоритних кратерах. Лише у невеликих структурах, утворених низькошвидкісними залізними метеоритами, як-от наприклад метеоритний кратер Арізони у США або кратер Хенбері в Австралії, на обрамленні та їхніх околицях можна знайти непереплавлені

лені уламки ударника. Розповсюджуючись углиб мішені, тиск в ударній хвилі, фронт якої має наближену до сферичної форму, падає. Відповідно, матеріальними наслідками проходження такої послабленої ударної хвилі будуть концентрична зона плавлення, докорінні зміни гірських порід у твердому стані та дроблення. Всі ці зміни, починаючи від випаровування і до простого дроблення, називаються ударними перетвореннями або ударним (імпактним) метаморфізмом, а гірські породи, що утворюються під час цих процесів, носять загальну назву імпактити. Завдяки високим швидкостям розповсюдження ударної хвилі – кілька кілометрів за секунду – цей процес займає від сотих часток секунди до цілих секунд, залежно від розміру тіла, що падає.

Проходячи по гірських породах, ударна хвиля викликає у них необоротні перетворення, які залишаються після спаду тиску і можуть зберігатися протягом тривалого часу. Перетворення гірських порід під дією ударної хвилі носить назву ударного метаморфізму. Одним із найважливіших діагностичних ознак ударного метаморфізму (тобто доказом дії ударної хвилі) служать системи мікроскопічних планарних елементів або планарних деформаційних структур, які під мікроскопом при збільшенні близько 200-т разів виглядають як плоскопаралельні системи кристалографічно орієнтованих порушень оптичної цілісності мінералу. Планарні деформаційні структури найяскравіше проявлені у кварці. Під оптичним мікроскопом планарні елементи у кварці неможливо побачити, але застосування електронної мікроскопії, що просвічує, показало, що в ударно-метаморфізованих свіжих зразках вони складаються з близько розташованих ламелів аморфного кремнезему товщиною перших десятків або сотень нанометрів.

Вторинні зміни у результаті низькотемпературної гідротермальної переробки імпактитів (загалом характерно для імпактних товщ) призводять до розкристалізації аморфного кремнезему ламелів і формування уздовж порушень газових включень. Отже, планарні деформаційні структури, що утворилися, характерні для кварцу імпактних порід.

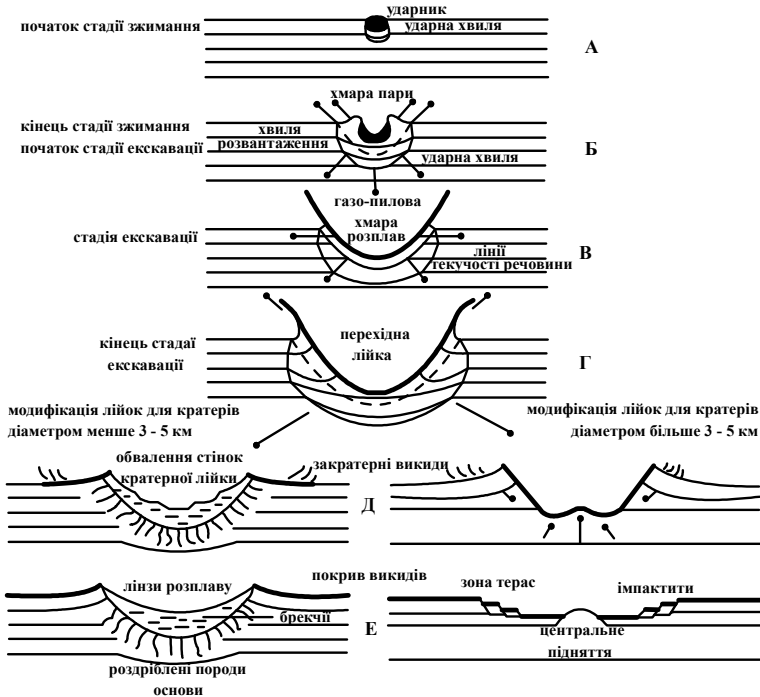


Рис. 3.3. Діаграми, що схематично показують у розрізі утворення вибухових метеоритних кратерів у шаруватій мішені:

а) початкове проникнення ударника у мішень, що супроводжується утворенням сферичної ударної хвилі, яка розповсюджується вниз; б) розвиток півсферичної лійки кратера, ударна хвиля відірвалася від контактної зони ударника та мішені й супроводжується з тилової частини «наздоганяючою» хвилею розвантаження. Розвантажена речовина володіє залишковою швидкістю і розтікається у сторони і вгору; в) подальше формування перехідної лійки кратера. Ударна хвиля затухає. Днище кратера вистlane ударним розплавом. Від кратера назовні розповсюджується суцільна завіса викидів; г) закінчення стадії екскавації – зростання лійки припиняється. Стадія модифікації протікає по-різному для малих і великих кратерів. У малих кратерах відбувається зісковзування у глибоку лійку нез'язаного матеріалу стінок – ударного розплаву та роздроблених порід. Перемішуючись, вони утворюють імпактну брекчію. Для перехідних лійок великого діаметра починає відігравати роль гравітація – завдяки гравітаційній нестійкості відбувається підняття вгору днища кратера з утворенням центрального підняття (French, 1998)

Інша важлива діагностична ознака ударного метаморфізму – утворення діаплектового скла (переважно по кварцу і польовим шпатам) – аморфної фази, що характеризується проміжними показниками заломлення та щільності між кристалічним станом і станом плавлення й не має текстурованих ознак перебування у рідкому стані. Рідкісніші високобарні мінерали, що утворюються у ході ударного стиснення під дією високого тиску – такі як високощільні модифікації кремнезему, в т.ч. коесіт і стишовіт, а також алмази, що утворюються з графіту, який міститься зазвичай у тій чи іншій кількості у гірських породах. Макроскопічною ознакою ударного метаморфізму є наявність у породах так званих конусів струсу. Порода, що містить їх, дійсно розпадається на конуси розміром від кількох сантиметрів до метрів із характерною скульптурою поверхні, яка нагадує гіллясті борозни. Ці діагностичні ознаки дозволяють надійно пізнавати ударно-метаморфізовані породи і, як наслідок, метеоритні кратери.

При виході ударної хвилі на вільну від перешкод поверхню стиснута речовина розширюється та скидає тиск. Це розвантаження розповсюджується у стислу речовину, внаслідок чого утворюється так звана хвиля розвантаження. Розвантажена речовина розтікається назовні та у сторони від контактної області із залишковою швидкістю приблизно кілька десятків метрів за секунду. Саме ця течія і є причиною утворення лійки кратера. З появою зони текучості речовини настає друга стадія кратероформування – *стадія ексавації*, під час якої утворюється порожнина кратера. Ця стадія характеризується формуванням перехідної порожнини кільцевої структури шляхом зрушення матеріалу мішені та викидом частини речовини мішені назовні – за межі порожнини кратера. Стадія ексавації перекривається у часі з першою контактною стадією і триває протягом десятків секунд або перших хвилин. Лійка, що утворюється, сперу має півсферичну форму, яка поступово трансформується у міру розвитку поля течії у параболічну (рис. 3.3 в, г).

Після того, як передана ударником у мішень кінетична енергія вичерпалася на витискування речовини з порожнини і викидання з неї матеріалу, настає третя стадія – *стадія модифі-*

кації. Причиною модифікації є гравітаційна нестійкість досить глибокої перехідної порожнини. Вона характеризується зісковзуванням униз матеріалу стінок порожнини з утворенням лінзи перемішаних ударно-метаморфізованих порід у межах днища новоутвореної радіально-концентричної структури й, у великих кратерів, з утворенням кількох шарів імпаکتного розплаву, подібного до субвулканічних порід (рис. 3.3 *д, е*). У кратерах діаметром понад 3–5 кілометри досить часто спостерігається утворення центрального підняття, а для більших кратерів – кільцеподібного підняття. Падіння дощової краплі у калюжу та зворотне випліскування водяної цівки з каверни, що утворилася, служить непоганим аналогом утворення центрального або кільцевого підняття. Єдиною відмінністю є лише те, що під час кратероформування, цей процес «заморожується» на різних стадіях. Загалом, у розрізі вибухові метеоритні кратери виглядають як неглибокі депресії, заповнені імпактними гірськими породами – різноманітними брекчіями та більш специфічними породами, такими як зювіти (брекчії з великим вмістом уламків і частин імпаکتного скла), а також тагаміти – розплавлені породи, які утворюють окремі геологічні тіла.

Кратери є найрозповсюдженішими елементами на меркуріанській поверхні. Для їх класифікації та вікової інтерпретації створена п'ятирівнева морфологічна класифікація (McCauley, et al., 1981). Вона є основою для визначення відносного віку. Наймолодші кратери мають чіткі обрамлення та добре збережену структуру кратерних утворень із гострими вершинами валів і центральними гірками. Вивержений шар порід добре простежується у межах більшості кратерів з чітко визначеними полями вторинних кратерів. У наймолодших кратерів добре видні яскраві променеві системи, що накладаються на попередні відміни. Старі кратери мають значно деградованіші вершини напірних валів і топографічно нижчий рельєф, а також, у своїй абсолютній більшості, втратили вторинні кратерні поля. Основні відмінності між меркуріанськими й місячними кратерами, мабуть, пов'язані зі значнішим гравітаційним прискоренням і порівняно вищою швидкістю ударника під час екскаваційної події на Мер-

курії. Суцільні виверженні породи не формують потужних товщ, а вторинні кратери, здебільшого, проявляють себе різко окресленими та чіткими скупченнями по відношенню до їхнього батьківського кратера. Окрім того, на Меркурії більшість вторинних кратерів утворюють численні кратерні ланцюги (катени), які переважно мають радіальне поширення відносно великих кратерів.

РОЗДІЛ 4 ЛАНДШАФТИ МЕРКУРІЯ

4.1. Концепції вивчення ландшафтів Меркурія.

4.2. Типові ландшафти Меркурія.

4.1. Концепції вивчення ландшафтів Меркурія

Для всебічного вивчення ландшафтів Меркурія пропонуються три послідовних концепції, які формують алгоритм ідентифікації сучасних ландшафтів на поверхні Меркурія, а саме – анагліфоносферна, аксіоматична та ландшафтна концепція з позицій аксіоматичного методу.

Анагліфоносферна концепція. Визначає географічну оболонку Меркурія як анагліфоносферний шар (рельєфний шар), який є своєрідним континуумом (суцільним середовищем), у межах якого перебуває предмет дослідження як геоморфолога, так і географа-ландшафтознавця. Анагліфоносфера характеризується безперервністю, динамікою, потужністю (розмахом) та ерозійним потенціалом.

Аксіоматична концепція. Полягає у виробленні єдиної схеми (математично обґрунтованої) щодо пошуку елементарних одиниць поверхні з допомогою геометричної інтерпретації малюнка денної поверхні Меркурія та подальшою ландшафтною класифікацією елементів поверхні.

Ландшафтна концепція з позицій аксіоматичного методу. Базується як на класичних принципах ландшафтної теорії, так і на аксіоматичних засадах попередньої концепції. Наслідком такого синтезу є створення моделей ландшафтів Меркурія чотирьох рівнів: нульмірні, лінійні, двовимірні та тривимірні.

Запропоновані концепції, при відповідній корекції, можуть бути успішно використані у паралельних дослідженнях природного середовища: геологічних, кліматичних, педологічних тощо. Переваги аксіоматичного методу полягають в об'єктивному підході до поділу поверхні на конкретні одиниці (ландшафтні в

нашому випадку). Запропонований спосіб ідентифікації та відображення ландшафтних комплексів може стати вагомим доповненням під час вивчення та картографування поверхонь планет земної групи, супутників планет-гігантів тощо.

4.1.1. Анагліфоносферна концепція

Анагліфоносферу формує простір, який окреслюється кривими площинами, насадженими на максимальні та мінімальні точки множини профілів. Іншими словами, анагліфоносфера – це сфера рельєфу, яка визначається множиною профілів, проведених паралельно один одному, дотичних між собою, на максимальні та мінімальні точки яких насаджені криві площини. Отже, анагліфоносфера – це сфера рельєфу, а в нашому випадку і географічна оболонка (ГО) Меркурія. Але вона не обмежується полем висот і не є однією площиною (гіпсометричною), а шаром, що розміщений між максимальною та мінімальною площинами поверхні (рис. 4.1) (Кирилюк, 2012). У зв'язку з такою ситуацією пропонуємо для виділення ГО планет меркуріанського типу застосовувати анагліфоносферний підхід (з лат. *anaglyphon* – рельєф та *sphaera* – сфера) і ототожнювати ГО Меркурія з анагліфоносферним шаром (рис. 4.2) (Kyryliuk, Kholiavchuk, 2017).

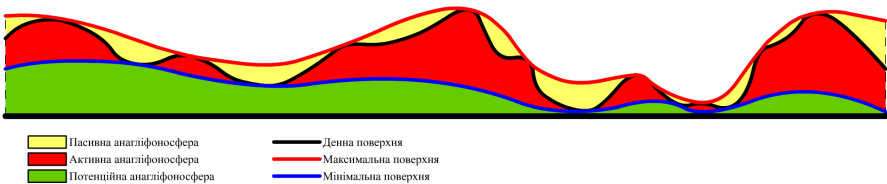


Рис. 4.1. Схема анагліфоносферного континууму

Основним методом для побудови максимальної та мінімальної площини анагліфоносфери і, як наслідок, її розмаху є метод дотичних профілів. Цей метод ґрунтується на визначенні максимальних та мінімальних відміток у межах профілів, скла-

дених у площинну пряму, яка буде дотичною з наступною аналогічною прямою й у сумі сформує множину профілів. Інтерполяція максимальних відміток є підставою для побудови максимальної кривої площини анагліфоносфери, інтерполяція мінімальних – мінімальної площини, а інтерполяція їх різниць – моделі розмаху анагліфоносфери (Кирилюк, 2016).

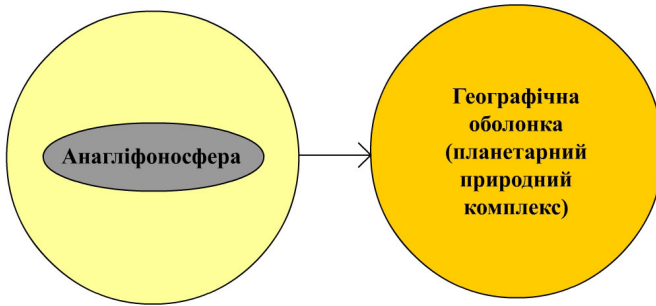


Рис. 4.2. Спрощена модель географічної оболонки Меркурія

В ідеальному випадку максимальним відміткам повинні відповідати молоді рельєфні утворення, які сформовані під впливом ендегенних процесів й у рельєфі проявляють себе як додатні форми, що не зазнали інтенсивного екзогенного впливу. Мінімальним – навпаки, ділянки, які піддалися інтенсивному впливу екзогенних процесів і проявляються як від’ємні форми. На практиці ситуація з вибором мінімальних та максимальних відміток докорінно відрізняється. Це стосується не тільки поверхні Меркурія, а й інших планет земної групи, оскільки максимальні форми рельєфу можуть формувати не тільки ендегенні процеси, а й екзогенні та навпаки. Наприклад, напірні вали кратерів є не чим іншим, як додатною формою рельєфу, створеною екзогенним чинником – падінням метеоритного або астероїдного тіла. В умовах Землі та Марса й незначної частини Венери такими формами рельєфу є цілий ряд еолових утворень: дюни, бархани тощо. Для Землі та Марса характерні гляціальні форми, які також є наслідком впливу екзогенних процесів: друмлини, моренні гряди тощо. Що ж стосується мінімальних відміток, то

їх, аналогічно до попередньої групи, формують не виключно екзогенні процеси, а й частина ендегенних. Наприклад, більша частина меркуріанських і місячних морів вкрита системою тріщин різної складності. У рельєфі вони проявляють себе як від'ємні форми, але природа їх виключно ендегенна, що пов'язано, здебільшого, із тріщинуватістю лавових покривів при неоднорідному їх остиганні під час формування морських басейнів та очевидних рухах окремих, уже остиглих поверхневих блоків морів, по ще розплавлених нижчих шарах на початкових етапах свого формування. У випадку Землі, Венери та Марса такими формами рельєфу є днища кратерів ефузивних вулканів, молоді тектонічні розломи, окремі частини геосинклінальних поясів, епейрогенічні зони тощо. Такі порушення порівняно однорідного анагліфоносферного шару вносять специфічні колізії, порушуючи однорідність шару. У такому випадку мова йде про інверсію анагліфоносфери.

Основні характеристики, якими описується анагліфоносфера, можна згрупувати в такі позиції: безперервність, динаміка, потужність (розмах), ерозійний потенціал.

Безперервність. Анагліфоносферний шар є безперервним сферичним континуумом, який охоплює всю поверхню планети, незалежно від пануючої сфери на ній.

Динаміка. Вигляд та метричні характеристики анагліфоносфери завжди змінюються під впливом ендегенних та екзогенних процесів, які постійно впливають на розвиток максимальних і мінімальних кривих та на їхні структурні частини.

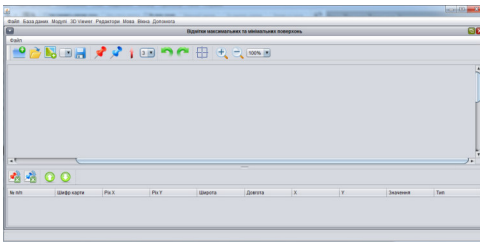
Потужність (розмах). Розмахом вважаємо простір між максимальною та мінімальною кривими площинами анагліфоносфери. Чим більший розмах, тим складніший рельєф, але у межах однотипних морфоскульптур, незалежно від генезису, віку та геоморфологічних процесів, які відбуваються на їхніх теренах. Розмах залишатиметься відносно сталим у межах однотипного рельєфу.

Ерозійний потенціал. Зі збільшенням розмаху зростає ерозійний потенціал території. І навпаки – з його зменшенням територія відзначатиметься більшою зденудованістю тощо.

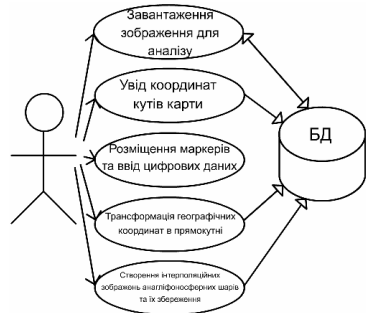
Анагліфоносферний сферичний континуум складається з трьох компонентів: активна, пасивна та потенційна анагліфоносфера (рис. 4.1).

Активна – знаходиться у межах простору між максимальною та мінімальною площинами й зайнята матеріальною частиною літосфери, піддається впливу вивітрювання і з часом переходить у пасивну анагліфоносферу.

Пасивна – розміщена у межах простору між максимальною та мінімальною площинами і позбавлена матеріальної частини літосфери. Цей простір найчастіше є виробленим, денудованим, вивітраним компонентом анагліфоносфери. У своєму потенціалі може перейти в активний компонент під впливом нагромадження відкладів, різких екзогенних й ендегенних процесів, які можуть частину матерії з активного компонента анагліфоносфери перенести у пасивний, у такий спосіб долучивши частину пасивного компонента до активного.



a



b

Рис. 4.3. Авторська програма, написана у середовищі Java EE, для маркування максимальних і мінімальних відміток та синтезу анагліфонсферних шарів:

a – загальний вигляд програми; b – спрощена діаграма прецедентів алгоритму функціонування програми

Потенційна анагліфоносфера лежить нижче від осередненої мінімальної поверхні, її межа окреслюється рівною площиною (у часі динамічною), яка збігається з найнижчою точкою

планети (абсолютним базисом ерозії) і перпендикулярна до нормалі планетарної гравітації.

Для моделювання анагліфоносферних шарів написана авторська програма в середовищі *Java EE* (рис. 4.3).

За допомогою даної програми здійснюється ручний процес маркування. Ручне маркування мінімізує кількість помилкових мінімальних і максимальних точок для побудови анагліфоносферних шарів. Автоматизація процесу на даному етапі призводить до великої кількості помилок у виборі максимальних та мінімальних точок і потребує серйозного доопрацювання. Щоб досягти повної автоматизації процесу маркування базового картографічного зображення в майбутньому, необхідно залучити до роботи відповідних спеціалістів з програмування. Така програма стане предметом окремої публікації. Основною метою програми у тому вигляді, в якому вона існує тепер, є створення бази даних точок поверхні та побудови згідно з ними інтерполяційних моделей максимальних і мінімальних поверхонь.

4.1.2. Аксиоматична концепція

Чільне місце в дослідженнях ландшафтного різноманіття поверхні Меркурія відігріє *аксиоматичний метод*. Основна суть цього методу, у випадку виділення ландшафтних комплексів на поверхні Меркурія, полягає у виробленні єдиної схеми пошуку елементарних одиниць поверхні з їхньою подальшою класифікацією та інтерпретацією. Ще Л.С. Берг в 1916 році писав, що встановити закон – означає закласти параметри, за якими явище стає в означений ряд (*Академику Л.С. Бергу, 2011*). У нашому випадку це виділення елементарних форм поверхні Меркурія та їхня ландшафтна інтерпретація. Іншими словами, розробка абстрактної моделі та подальшої роботи дослідника згідно з нею, під час виділення ландшафтних комплексів (ЛК) на поверхні Меркурія шляхом узагальнення його геометричного малюнка. Ця модель містить три основні позиції:

1. Довести, що образ меркуріанської поверхні постійний, зі стійкими властивостями геометричних фігур на ній та сформованими ними вузлами, тобто інваріантний. Ми дотримуємося інваріантності у розумінні теореми Фарі–Мілнора (Fary, 1949; Milnor, 1950): нехай K – вузол у тривимірному евклідовому просторі й $k=k(p)$ – його кривизна у точці p . Тоді, якщо

$$\int_K k ds \leq 4\pi \quad (1),$$

то вузол K – тривіальний. Як безпосередній наслідок цієї теореми матимемо, що для будь-якого нетривіального вузла

$$\int_K k ds > 4\pi \quad (2).$$

Потрібно пам'ятати, що для деяких тривіальних («незавузлених») вузлів величина $\int_K k ds$ називається інтегральною кривизною вузла і може перевищувати 4π . Для визначення самих інваріантів нами до уваги бралися поліноми Джонса (Jones, 1987; Murakami, 1989; Прасолов, Сосинский, 1997; Дужин, Чмутов, 1999). Для визначення полінома Джонса використовують, як правило, три визначення (Jones, 1987; Дужин, Чмутов, 1999): через дужку Кауффмана – визначимо спочатку допоміжний багаточлен $X(L) = (-A^3)^{-w(L)} \langle L \rangle$, де $w(L)$ – міра закрученості діаграми L , а $\langle L \rangle$ – дужка Кауффмана. Міра закрученості визначається як різниця між кількістю додатних перетинів (L_+) та (L_-) і не є інваріантом вузла: вона не зберігається при перетвореннях Рейдеместера I типу. Тоді, $X(L)$ буде інваріантом вузла, оскільки він буде інваріантним відносно всіх трьох перетворень Рейдеместера діаграми L (Alexander, Briggs, 1926/27; Reidemeister, 1926; Trace, 1983; Hass, Lagarias, 2001; Hayashi, 2005; Hagg, 2006). Інваріантність відносно перетворень II і III типів впливає з інваріантності дужки Кауффмана і міри закрученості відносно цих перетворень. Для перетворення I типу дужка Кауффмана множиться на $-A^{\pm 3}$, що компенсується зміною на $+1$ або -1 міри закрученості $w(L)$. Виконавши підстановку $A = t^{-1/4}$ в $X(L)$, ми отримуємо багаточлен Джонса $V(L)$; через представлення групи

kis – Джонс визначив свій поліном, використовуючи операторну алгебру. Нехай задано зчеплення L . Теорема Александера (Alexander, 1923; Sossinsky, 2002) стверджує, що будь-яке зчеплення являє собою замиканням коси з n нитками. Тепер визначимо відображення p групи *kis* із n нитками, B_n , на алгебрі Темперлі–Ліба (Kauffman, 1987; Temperley, Lieb, 1971) TL_n із коефіцієнтами з $Z[A, A^{-1}]$ і $\delta = -A^2 - A^{-2}$. Стандартна утворююча коси σ_i дорівнює $A \cdot e_i + A^{-1} \cdot 1$, де $1, e_1, e_2, \dots, e_{n-1}$ – стандартні утворюючі алгебри Темперлі–Ліба. Розглянемо σ коси, отриману з L , і визначимо $\sigma^{n-1} trp(\sigma)$, де tr – слід Маркова. Це дає $\langle L \rangle$, де $\langle \rangle$ – дужковий поліном; *через скейн-відношення* поліном Джонса однозначно задається так, що дорівнює 1 на будь-якій діаграмі тривіального вузла, і скейн-відношенням

$$(t^{1/2} - t^{-1/2})V(L_0) = t^{-1}V(L_+) - tV(L_-) \quad (3).$$

Тут L_+, L_- та L_0 це три орієнтовані діаграми щеплення, які збігаються скрізь, окрім малої області, де їх поведінка, відповідно, є або додатнім або від’ємним перетином і гладким проходом без спільних точок.

2. Відділити ландшафтні властивості від його геометричної форми, тобто зробити найважливіше у науковому пізнанні – перейти від конкретного до абстрактного. На початковому етапі пізнання ландшафтної структури Меркурія головне – не якість ЛК, а ті форми та вузли, які вони формують. Тобто у процесі абстрагування відбувається перехід (сходження) від чуттєво сприйнятих конкретних об’єктів місячної поверхні (з усіма їх властивостями, сторонами тощо) до абстрактних уявлень про них, відтворених у мисленні. Абстрагування, таким чином, полягає в уявному нехтуванні якимись менш істотними властивостями поверхні, ознаками, зв’язками досліджуваних на ній об’єктів з одночасним виділенням, формуванням однієї чи декількох істотних ознак, властивостей, зв’язків цих об’єктів. Результат, одержаний під час такого процесу, і є абстрактною моделлю. Розглянуте вище сходження від абстрактного до конкретного характеризує загальну спрямованість науково-

теоретичного пізнання, що має на меті перехід від менш до більш змістовного знання. Інакше кажучи, дослідник одержує в підсумку цілісну картину досліджуваного об'єкта у всьому багатстві його змісту.

3. Усвідомити фундаментальність елементарної форми на поверхні Меркурія й ототожнити їх із простими геометричними фігурами (коло, квадрат, трикутник) для виявлення інваріантів та їх вузлів. Рухаючи ці фігури у просторі можна відтворювати цілісні образи, іншими словами – геосистеми. Згідно з теорією симетрії, кількість таких рухів обмежена (Желобенко, 1970; Ка-рґаполов, Мерзляков, 1972; Барут, Рончка, 1980; Ляховский, Бо-лохов, 1983), що сприяє швидкому виявленню всіх груп рухів та формуванню їхніх комбінацій. Групою, у нашому випадку, на-зиваємо множину елементів, на якій задано операцію множення і яка задовольняє такі аксіоми:

1. *Замкнутість групи відносно операції множення*: для будь-яких двох елементів групи існує третій, який є їхнім похід-ним:

$$\forall A, B \in G : \exists C \in G \cdot A \cdot B = C \quad (4).$$

Такі випадки можна спостерігати при поширенні окремих мер-куріанських ЛК (вторинні кратери, кратерні катени тощо);

2. *Асоціативність операції множення*: порядок виконання множення не має значення:

$$\forall A, B, C \in G : A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C = A \cdot B \cdot C \quad (5).$$

Здебільшого такі групи характеризують рівномірне поширення меркуріанських ЛК на конкретній ділянці (морські кратери, хвилясті рівнини з почерговою зміною западин і підвищень то-що);

3. *Існування одиничного елемента*: у групі існує конкрет-ний елемент E , похідні якого з будь-яким елементом групи A дають той самий елемент A :

$$\exists E \in G : \forall A \in G \cdot A \cdot E = E \cdot A = A \quad (6).$$

Це одиничні ЛК, які не вписуються у типові поверхневі форми (вулканічні (ефузивні) утворення, синуси тощо);

4. *Існування зворотного елемента*: для будь-якого елемента групи A існує такий елемент A^{-1} , що їхні похідні дадуть одиничний елемент E :

$$\forall A \in G : \exists A^{-1} \in G : A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = E \quad (7).$$

Яскравим прикладом такої групи можуть виступати групи краперів, які не відрізняються за формою, проте мають різний вік утворення.

4.1.3. Ландшафтна концепція з позицій аксіоматичного методу

Геометричні узагальнення під час виділення ЛК на Меркурії прямо пов'язані із системним підходом та інтегрують у своє тіло ряд аксіоматичних положень загальної теорії систем Ю.А. Урманцева: 1) існування (фундаментальна філософська характеристика, що охоплює поодинокі або в комплексі такі поняття як простір, час, рух); 2) безліч (множина природних утворень одного рівня організації, з допомогою яких формується система); 3) єдине (одиничні властивості природних утворень, спільні для елементів системи); 4) єдність (структурні зв'язки між елементами і частинами системи, що посилюють системну єдність); 5) достатність (певна кількість елементів та структурних зв'язків, що дозволяє системі існувати) (Урманцев, 1972, 1978, 1981).

Отже, аксіоми будуються для конструювання абстрактних образів. Їх побудова для реальних природних тіл не має жодного змісту. Соколов, Таргульян (1977) запропонували як аксіоми ґрунтознавства три положення: 1. Ґрунт є самостійним природно-історичним тілом; 2. Ґрунт є наслідком дії гірських порід, клімату, живих організмів, рельєфу та часу; 3. Всі чинники ґрунтознавства рівнозначні. Ці самі аксіоми успішно можуть бути застосовані нами для побудови абстрактних моделей меркуріанських ландшафтів. Адже принципової різниці у застосуванні положень згаданих аксіом не має по відношенню до будь-яких

природних тіл як у межах Землі, так і Меркурія, на теренах однієї геосфери чи у комплексі геосфер: 1. ЛК Меркурія є самостійними природно-історичними утвореннями; 2. ЛК Меркурія є наслідком сукупної дії гірських порід, клімату, рельєфу, екзогенезу та часу; 3. Всі чинники утворення та еволюції меркуріанських ЛК рівнозначні.

Існування системи меркуріанських ЛК та її елементів спонукає шукати границі між складовими. Зіткнення будь-яких тіл, у тому числі природних, лежить в основі фундаментальних уявлень математики і тісно пов'язане з поняттями дискретності та континуальності. Арманд (1975) вважає, що дискретний простір можна поділити на границі лише природними межами, які його пересікають повсюдно, а континуальний уже ділиться різноманітними способами. Слід також фундаменталізувати той факт, що природа географічного простору континуальна. І не має значення, яке саме географічне середовище розглядається (географічна оболонка Землі, Меркурія, Сонячної системи тощо). Тут і виникає парадокс, який називається «парадоксом контурності» – виникає необхідність проведення границь там, де їх немає (Родман, Эккель (ред.), 1982; Миллер, Петлин, 1989; Коломыц, 1996; Гродзинский, 1991).

Визначення границь формує елементи та їхні системи. Так, Фридланд (1972) вважає, що елементарний ареал – це гранично мала територіальна одиниця і що вона характерна для визначеного рівня організації складного цілого. Перельман (1977) та Солнцев (1981) уявляють «елементарний ландшафт» у широкому інтервалі розмірів, що знаходяться у напрямлених зв'язках із ними.

Загальні уявлення про елемент як основну складову конкретної системи у науках про Землю виражаються у понятті про елементарну комірку (Драгунов, 1965; Шафрановский, Плотников, 1975; Забродин, 1981). Ландау, Лифшиц (1976) вважають, що комірку краще за все вибирати за кристалографами. У них елементарна комірка – це паралелепіпед, побудований на взаємно перпендикулярних векторах. У випадку із ландшафтною ор-

ганізацією простору можна вводити й інші фігури, що формують вузли – трикутники, квадрати тощо.

Отримавши систему елементів, доводиться шукати принципи, на базі яких система функціонує. [Ейнштейн \(1965\)](#) стверджував: пошук принципів або елементарних законів – обов'язок дослідника. Ідея використання принципів у науках про Землю була висловлена й [Кедровим \(1983\)](#). Він зазначає, що будь-які наукові проблеми потрібно вирішувати не лише методами генетичного аналізу, а й з паралельним застосуванням методів структурних аксіоматичних досліджень. Іншими словами, дослідник стикається з формалізованими та абстрактними поняттями.

Поняття абстракції та ідеалізації повсюдно використовуються в сучасних науках про Землю. Наведемо кілька прикладів такого застосування: [Доучаев \(1949\)](#) побудував ідеалізований ґрунтовий покрив, [Глазовская \(1964\)](#) та [Афанасьев \(1977\)](#) створили ідеальну зональність ґрунтів, [Рябчиков \(2001\)](#) – ідеальний гіпотетичний континент, [Степанов \(1986\)](#) побудував модель ґрунтового середовища, що володіє інваріантно-груповими властивостями. І.М. Гладіцин розробляв методи математизації географії шляхом закону замкнутого простору та методів статистики і балансів із застосуванням гармонічного аналізу для характеристики ритмічних явищ ([Арманд, 1989](#)). Подібні абстрактні та ідеалізовані моделі можна й необхідно створювати для пізнання ландшафтного середовища Меркурія.

На основі таких абстрактно-ідеалізованих понять у фізичній географії [Калесник \(1970\)](#) увів поняття «географічної структури», яка сьогодні застосовується повсюдно. [Сочава \(1978\)](#) запропонував поняття «геосистеми». Пізніше [Ермолаев \(1975\)](#) увів поняття «географічного простору», яке переросло в інші похідні поняття, такі як «ґрунтово-географічний простір», запропонований [Зольниковим \(1970\)](#). Підсумком теоретичних понять про географічний простір і його симетрію є праці [Солнцева \(1981\)](#).

Отже, розробивши абстрактно-ідеалізовані моделі, відкривається можливість для пошуку перервного та неперервного у ландшафтному середовищі Меркурія. Як уже згадувалося раніше, [Арманд \(1975\)](#) переконаний, що «ландшафтне середовище»

континуальне. Оскільки меркуріанська географічна оболонка та її ландшафтне середовище принципово не відрізняється від земного, то, за його словами, вона теж повинна бути континуальною. Натомість, Солнцев (1949, 1973), Лидов (1949) та Ермолаев (1962) вважають, що ландшафтне середовище дискретне. Ми ж переконані, що континуальність або дискретність ландшафтного середовища проявляє себе яскраво виражено лише при розгляді конкретних ієрархічних рівнів ландшафтного середовища. Як зазначав Хаин (1973), стани, коли перервне переплітається з неперервним, називаються семиконтинуумом. Яскравими прикладами таких утворень є окремі складчасто-блокові структури меркуріанської літосфери.

Головним наслідком використання аксіоматичного методу із застосуванням математичного апарату є побудова моделей меркуріанських ландшафтів чотирьох рівнів: нульвимірні, або точкові; одновимірні, або лінійні; двовимірні, або площинні, та тривимірні, або об'ємні. Для вивчення ландшафтів Меркурія найкраще використовувати тривимірні моделі.

4.2. Типові ландшафти Меркурія

Поверхня Меркурія вивчена вкрай недостатньо. Більшість наукових публікацій стосується виключно інтерпретації вікових співвідношень поверхневих утворень. Ландшафтам, як і геоморфологічним характеристикам планети, взагалі не приділено належної уваги. Деякі інтерпретації меркуріанських ландшафтів висвітлені лише в небагатьох працях, серед них вирізняються такі: Morrison (1970), Broadfoot, et al. (1976), Pike (1988), Spudis, Guest (1988), Vasavada (1999), Rytuba (2003), Head, et al. (2007), Prockter, et al. (2010), Mahoney (2014).

У наступних підпараграфах подана структура та характеристика типових ландшафтів Меркурія у межах таких елементів поверхні: *Goldstone Catena*, регіон *Hokusai* – південно-західна країна *Borealis Planitia*, *Schiaparelli Dorsum*, *Suge Facula*, *Pantheon Fossae*, *Caloris Montes*, *Borealis Planitia*, *Catuilla*

4.2.1. Ландшафтна структура меркуріанських катен (на прикладі *Goldstone Catena*)

Goldstone Catena розташована в регіоні *Kuiper* на південний захід від кратера *Murasaki* та на південь від кратера *Kuiper*. Катени зазвичай формуються внаслідок падіння серії тіл, які рухаються по одній траєкторії. У рельєфі проявляються як ланцюжки кратерів, які можуть зливатися або бути розділені невеликими ділянками поверхні зі старшими формами рельєфу. Катени формуються, переважно у результаті викидів із великих кратерів під час екскаваційного етапу.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.4):

1. Днища кратерів. Поблизу *Goldstone Catena* розташовані кілька невеликих кратерів – один із них, імовірно, сформувався в Пізній калорський період, а два інших мають ознаки відносної молодості й, очевидно, сформувалися в Мансурський період. Їхні днища порівняно невеликі для того, щоб привести до формування комплексів гладких рівнин. Вони, крім пізньокалорського кратера, заповнені колювільним та брекчієподібним матеріалом.

2. Внутрішні кратерні схили. Добре збережені у всіх кратерів на охопленій ділянці. Лише в пізньокалорського кратера північно-східна частина кільцевої структури повністю зруйнована, внаслідок утворення молодшого мансурського кратера, який також призвів до деформації значної частини внутрішніх схилів й активізував гравітаційні процеси, які забезпечили помітне накопичення колювільного матеріалу біля підніжжя внутрішніх кратерних схилів.

3. Напірні вали. Чітко проявляються у всіх невеликих і дрібних кратерів у межах *Goldstone Catena* та мають практично ідеальну колову структуру, крім пізньокалорського кратера,

який через деформації, про які йшлося вище, набув полігональної форми.

4. Зовнішні кратерні схили. Простежуються лише у мансурських кратерів. Характер їхньої поверхні пересічений з почерговою зміною радіальних підвищень та западин й нагадує, в окремих місцях, ребристу поверхню.

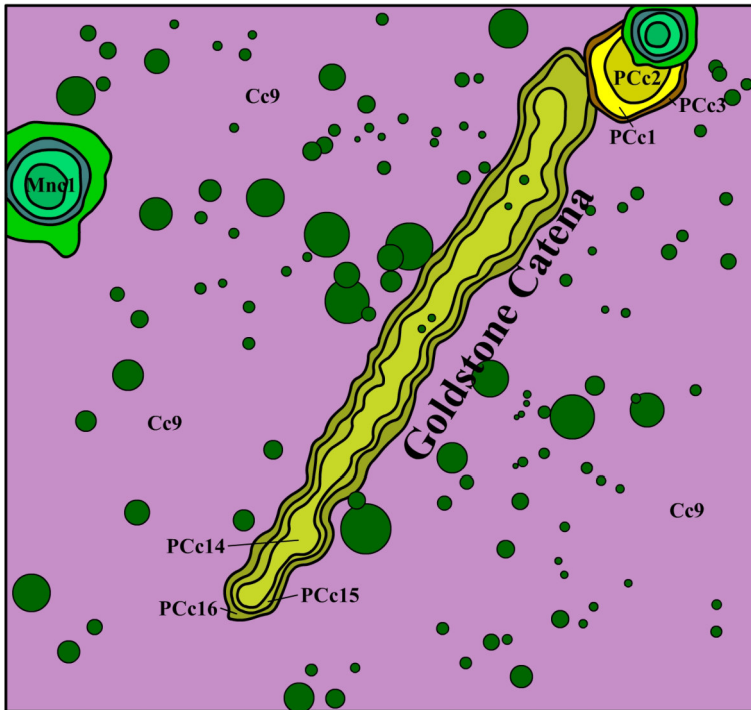


Рис. 4.4. Ділянка регіону Меркурія *Goldstone Catena* з типовими для планети ландшафтами

5. Кратерована морська поверхня. Оскільки *Goldstone Catena* розташована на периферії обрамлень великих кратерів, то набуває рис дуже пересіченої, хвилястої, з поодинокими пагорбами й западинами поверхні. На більшій частині кратерованої морської поверхні розташовані численні дрібні каретри, які досить часто перенакладені один на одного. Значна кількість

дрібних кратерів спричинила формування добре помітних шлейфів брекчієподібного матеріалу, який здебільшого концентрується у місцях скупчень дрібних кратерів.

6. Днища катен. Їхня поверхня дещо схожа на відміни гладких рівнин. У межах днищ катени розміщені численні дрібні кратери, які до певної міри модифікують первинно гладку поверхню. На периферії днищ наявні фрагменти нагромаджень колюв'яльних відкладів.

7. Внутрішні схили катен. Здебільшого мають однорідну будову. Проте в окремих місцях сильно понівечені зсувами та численними дрібними кратерами.

8. Обрамлення катен. Переважно суцільне утворення, яке оконтурює катену по периферії у вигляді напірного валу. Однак подекуди має диз'юнктивний характер – спричинений, очевидно, руйнуванням обрамлення під впливом гравітаційних процесів і подальшим кратероформуванням.

4.2.2. Ландшафтна структура меркуріанських кратерів (на прикладі південно-західної окраїни *Borealis Planitia*)

Кратери по всій поверхні Меркурія мають схожі риси. Єдине, що їх різнить, – це вік, який напряду пов'язаний з інтенсивністю їхньої деградації. Нижче подано типову для планети ландшафтну структуру меркуріанських кратерів на прикладі скупчення різновікових імпактних структур регіона *Hokusai* південно-західної окраїни *Borealis Planitia*.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.5):

1. Днища кратерів. Ділянка з кратерами на південно-західній окраїні *Borealis Planitia* характеризується значним діапазоном деградації кратерних днищ. Наймолодші з кратерів (мансурські) загалом не великі, їхні днища не мають чітких ознак деградації. Наприклад, на їхніх периферіях не спостерігаються шлейфи колюв'яльного матеріалу, а поверхня не зазнала трансформацій унаслідок подальшого кратероформування. Пізні

калорські кратери більші за мансурські, проте їхні днища значно модифіковані внаслідок подальшого кратероформування та нагромадження викидів з молодших кратерів і нагромадження колювільних відкладів на периферіях кратерних днищ. Днища калорських кратерів повністю змінені. На їхньому місці сформувалися відміни гладких рівнин, ідентичні оточуючій місцевості – рівнинним комплексам гладких і кратерованих рівнин. Найстаріші кратери Толстовського періоду, які збереглися у вигляді синусів, позбавлені днищ узагалі. На їхньому місці, як і в попередньої групи, сформувалися відміни гладких рівнин.

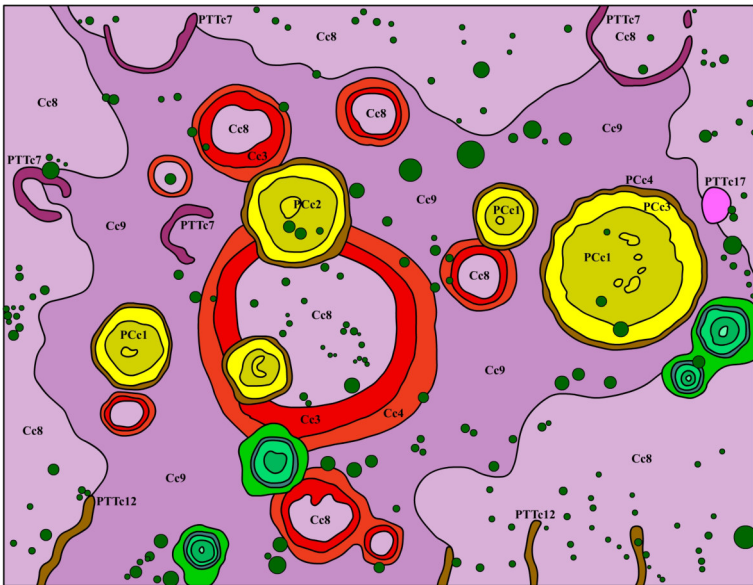


Рис. 4.5. Ділянка регіону Меркурія з різновіковими кратерами (регіон Нokusai – південно-західна окраїна Borealis Planitia)

2. Схили центральних гірок. Характерні для пізніх калорських і мансурських кратерів. Залежно від віку мають різний ступінь деградації та розміри. Пізні калорські центральні гірки досить великі й часто мають диз'юнктивний характер. Характеризуються пересіченою поверхнею з численними осипами та

зсувами, які в окремих місцях сформували системи терасованих поверхонь. Центральні гірки мансурських кратерів, подібно до пізніх калорських, характеризуються сильно пересіченою місцевістю, проте не мають такої кількості осипів, зсувів і терасованих поверхонь. Для них характерні й невеликі розміри.

3. Внутрішні кратерні схили. Притаманні всім кратерам, окрім синусів Толстовського періоду. В залежності від віку, мають різний ступінь деградації і розмірів. Усі внутрішні кратерні схили характеризуються досить пересіченою місцевістю з осипними депресіями та зсувами, які призвели до формування терасованих поверхонь і потужних колювільних шлейфів у нижніх частинах схилів. Простежується певна диференціація в залежності від віку щодо інтенсивності деградації. Внутрішні схили мансурських кратерів найменш зруйновані, а схили пізніх калорських і калорських кратерів подібні між собою за ступенем руйнування та модифікації.

4. Напірні вали. Характерні для всіх кратерів. Найбільш подібні між собою напірні вали мансурських і пізніх калорських кратерів – вони порівняно вузькі, однорідні на всьому протязі, з чіткими опуклими вершинами та, загалом, з незначними ознаками деградації. Напірні вали калорських кратерів характеризуються значною деградацією, наявністю великих зсувних тіл, терасованою структурою поверхні та осипними депресіями.

5. Зовнішні кратерні схили. Чітко проявляються на охопленій ділянці лише у мансурських і калорських кратерів. Найбільш однорідна структура поверхні зовнішніх кратерних схилів притаманна мансурським кільцевим структурам, які здебільшого не порушені пізнішим кратероформуванням. У калорських кратерів межа між зовнішніми кратерними схилами та напірними валами простежується погано. Схили за текстурою поверхні майже не відрізняються від напірних валів.

6. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. Одні з найстаріших елементів поверхні. Генетично являють собою практично повністю зруйновані стародавні кратери, більша частина яких була заповнена лавовим матеріалом під час утворення гладких та міжкратерних рівнин.

7. Кратери-привиди. Повністю зруйновані стародавні кратери, які на всьому протязі заповнені лавовим матеріалом і на поверхні ідентифікуються лише за характерною дещо припіднятою, кільцевою, платоподібною структурою.

8. Гладка морська поверхня. Охоплює периферійні ділянки великих кратерів та днища калорських кратерів. Головною особливістю даної відміни є незначна кількість картерів середнього розміру. Загалом поверхня досить плоска, особливо у межах кратерних днищ, і слабохвиляста на інших ділянках.

9. Кратерована морська поверхня. Чітко викреслюється між великими кратерами у центральній частині картографованої ділянки. Поверхня має пересічений характер та ускладнена великою кількістю дрібних кратерів (переважно вторинних). Значні площі цієї відміни перекриті викидами з кратерів, які формують елементи поверхні з хаотичними формами.

10. Ескарпи. Чітко проявляються у південній частині охопленої ділянки. Всі виокремлені уступи мають північно-південне простягання. Оскільки на ділянці знаходяться лише їхні периферійні частини – уступи не сягають значних розмірів, до того ж значна частина їхніх структур модифікована молодшими рельєфотвірними процесами, зокрема формуванням гладких рівнин і пізнім кратероформуванням.

4.2.3. Структура ландшафтів меркуріанських пасем (на прикладі *Schiaparelli Dorsum*)

Schiaparelli Dorsum – досить велике меркуріанське пасмо. Розташоване на північно-східній периферії *Odin Planitia* в межах регіону *Shakespeare*.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.6):

1. Осьові частини пасем. Досить прямолінійні, порівняно вузькі, найбільш підняті частини пасем. Загалом меркуріанські пасма мають тектонічне походження і здебільшого формувалися на тлі молодих гладких рівнин, коли базальтова лава достатньо

охолола й стиснулася. Більшість меркуріанських пасем приурочено саме до відмін гладких рівнин, де вони часто формують складну, переплетену з ескарпами систему.

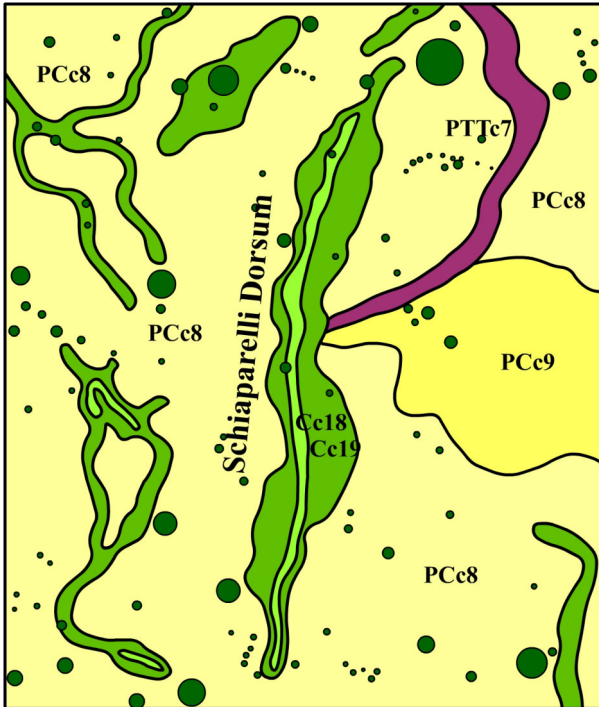


Рис. 4.6. Ділянка регіону Меркурія Schiaparelli Dorsum із типовими для планети ландшафтами

2. Схили пасем. Порівняно однорідні елементи пасем, поверхня яких лише подекуди ускладнена дрібними кратерами, невеликими зсувами та осипами. В основі пасем спостерігаються невеликі нагромадження колювального матеріалу.

3. Гладка морська поверхня. В межах охопленої ділянки поширені гладкі рівнини Пізнього калорського періоду. Вони відрізняються від описаних раніше, передусім, бездоганно плоскою поверхнею, на якій спостерігається незначна кількість дрібних кратерів і яка ускладнена лише на ділянках із пасмами.

4. Кратерована морська поверхня. Як і попередня відміна належить до Пізнього калорського періоду. Загалом зовнішньо подібна до рівнин Калорського періоду, проте має дещо простішу будову поверхні.

5. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. У межах картографованої ділянки спостерігається лише один синус у північно-східній частині. Ідентифікувати на поверхні вдається тільки східні частини напірних валів, які загалом мають сильно деградовану поверхню. Всі інші елементи повністю зруйновані під час формування гладких рівнин і систем пасем.

4.2.4. Структура ландшафтів меркуріанських факул (на прикладі *Suge Facula*)

Suge Facula розташована на південно-східній периферії днища багатокільцевого басейну *Rachmaninoff*.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.7):

1. Факули. Виокремлена в межах басену *Rachmaninoff Suge Facula* є частиною басейнового днища. Її аномально яскравий колір по відношенню до іншої частини басейну наразі не може бути поясненим. Найбільш вірогідна наявність стійких до вивітрювання локалізованих гірських порід відповідного кольору, які були розкриті під час формування басейну. Не слід виключати можливості формування факули внаслідок падіння кометного ядра з відповідним мінералогічним складом, яке до того ж призвело не до вибуху і формування кратера під його впливом, а лише до простого розпорошення матеріалу ударника в межах днища басейну *Rachmaninoff*.

2. Зовнішні басейнові обрамлення. Складне утворення з численними комплексами елементів, серед яких найпоширеніші терасовані схили, зсуви, осипи та шлейфи колюв'яльного матеріалу в нижній частині відміни. Басейнове обрамлення ускладнене дрібними кратерами, які в місцях найбільших скупчень зумовили неодноразову активізацію зсувів та осипів.

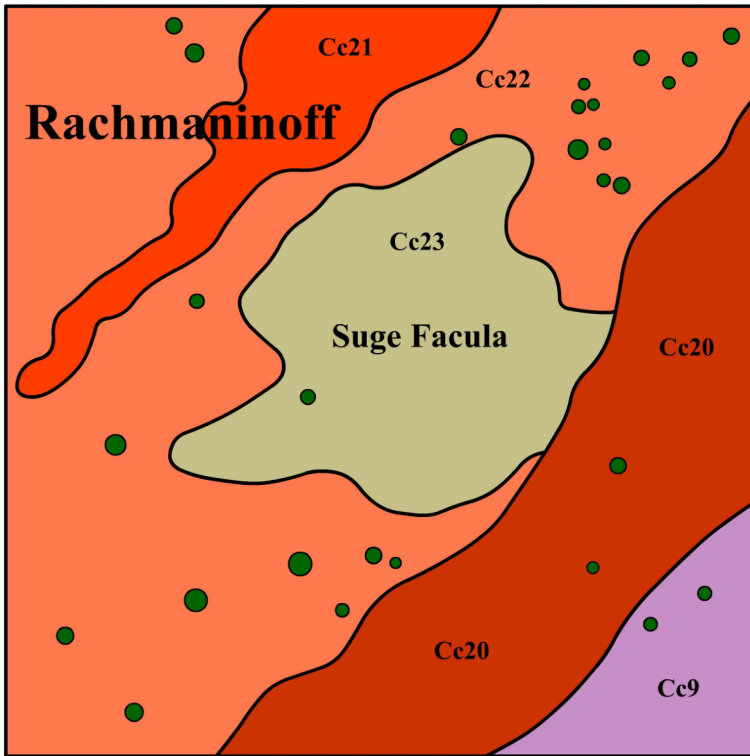


Рис. 4.7. Ділянка регіону Меркурія *Schiaparelli Dorsum* з типовими для планети ландшафтами

3. Внутрішні басейнові кільця. Характеризуються порівняно меншими масштабами, але з подібною топографією поверхні, як і в зовнішнього басейнового обрамлення.

4. Днища басейнів. Зайняті басейновим підтипом гладких рівнин з доволі плоскою поверхнею, подекуди ускладненою лише формуванням дрібних кратерів.

5. Кратерована морська поверхня. Охоплює периферійну частину басена *Rachmaninoff*. Характеризується хвилястою поверхнею, злегка ускладненою дрібними пасмами, уступами й

скупченнями басейнових викидів у вигляді окремих, локалізованих пагорбів.

4.2.5. Ландшафтна структура меркуріанських борозен (на прикладі *Pantheon Fossae*)

На Меркурії порівняно недавно виявлена унікальна для всіх планет Сонячної системи структура – борозни *Pantheon Fossae*, які розташовані у центральній частині басейну *Caloris*. Це – напрочуд довгі, майже прямолінійні та достатньо вузькі западини, які тяжіють до спільного центру й простягаються на сотні кілометрів. На Меркурії спостерігаються подібні утворення й в інших частинах поверхні планети (наприклад, у межах кратера *Rembrandt*), проте лише борозни *Pantheon Fossae* мають такі масштаби та чіткість прояву на поверхні. Після отримання перших зображень планети Меркурій АМС *Mariner 10* цю структуру не було виявлено й лише у 2008 році на зображеннях, отриманих АМС *Messenger*, вона постала перед вченими наукової групи, яка здійснювала місію *Messenger*, у всій своїй красі. Спершу структура отримала назву «Павук», проте того ж року була офіційно перейменована МОС на *Pantheon Fossae*. Ця назва походить від «храму всіх богів» – Пантеона у Римі.

Кратер *Apollodorus*, на перший погляд, видається центральною частиною *Pantheon Fossae*, від якого радіально розходяться численні борозни, кількість яких, за попередньою оцінкою, становить близько 230. Насправді це не так – справжній центр *Pantheon Fossae* знаходиться поруч із ним. Сам кратер молодший за систему борозен. Це підтверджується й тим фактом, що викиди з нього практично повністю перекривають частину борозен. Хоча [Freed, et al. \(2009\)](#) висунули ідею про те, що формування грабеноподібних борозен *Pantheon Fossae* безпосередньо пов'язане з утворенням кратера *Apollodorus*. Ударна подія призвела до виникнення системи радіально орієнтованих грабенів шляхом зміни вже раніше існуючого напруженого стану цієї ділянки басейну *Caloris*. Автори помітили цікаву особли-

вість грабенів на периферійних ділянках басейна *Caloris*, які мають здебільшого концентричну орієнтацію, що дає підстави стверджувати, що поверхня басейна, очевидно, перебувала у стані повільного горизонтального розтягування внаслідок поступового підняття. Якщо кратер *Apollodorus* сформувався під час такого напруженого стану, то поверхня, деформована ударом, мала б зазнати значних переміщень гірських порід днища басейну у напрямку від центра до периферії, що й призвело до зменшення радіальних напружень ближче до центра й розширення та збільшення очевидних периферійних напруг.

Загалом походження *Pantheon Fossae* досі залижається дискусійним і про їхню справжню природу ще належить довідатися. Можливо, об'єкт має подібну до радіальних структур Венери природу – астр, оскільки їхнє виникнення часто пов'язують із розвитком та поширенням систем тріщин відносно вогнища магматизму, які з часом могли заповнюватися розплавом та перетворюватися на дайки.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.8):

1. Днища кратерів. Мансурські невеликі кратери, які поширені здебільшого на периферійній західній та південній частинах ділянки, характеризуються плоскими днищами практично непорушеними пізнішими рельєфотвірними процесами. Пізній калорський кратер *Apollodorus*, розміщений у центральній частині ділянки у порівнянні з попередніми характеризується дещо деградованішим днищем, ускладненим, передусім, шлейфами колювального матеріалу, скупченого на ділянках підніжжя внутрішніх кратерних схилів і на периферії центральної гірки.

2. Схили центральних гірок. Спостерігаються лише у великого кратера *Apollodorus*. Загалом центральна гірка добре розвинута з ознаками невеликої поверхневої деградації, яка проявляється невеликими зсувами, осипами та формуванням слабкої асиметричної системи зсувних терас по всій окружності центрального підняття.

3. Внутрішні кратерні схили. У кратерів усього вікового діапазону спостерігається добра збереженість з помірною дегра-

дацією поверхневих форм, яка проявляється, передусім, проходженням гравітаційних процесів – зсувів, осипів і формуванням завдяки їм характерних форм рельєфу.

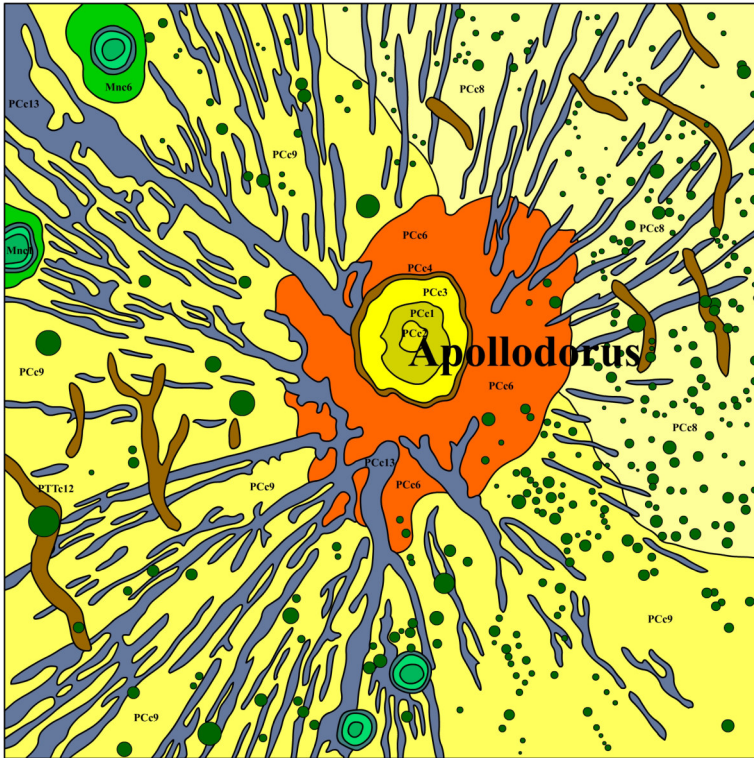


Рис. 4.8. Ділянка регіону Меркурія *Pantheon Fossae* з типовими для планети ландшафтами

4. Напірні вали. Як і внутрішні кратерні схили, напірні вали мають слабку диференціацію і подібні між собою у всього вікового діапазону кратерів на окресленій ділянці. Для них характерна безперервна концентрична структура з поодинокими найбільш припіднятими вершинами. Єдина відмінність невеликих мансурських кратерів, у яких кільцева структура майже ідеально, кругла щодо пізньокалорського кратера *Apollodorus*, у

якого спостерігається схилення кільцевої структури до полігональної.

5. Зовнішні кратерні схили у всіх кратерів добре збережені з опуклою формою поверхні й без суттєвих модифікацій, під впливом молодших рельєфотвірних процесів. У мансурських кратерів не спостерігається значної кількості наймолодших дрібних кратерів і вони повністю перекривають системи борозен. Зовнішні кратерні схили *Apollodorus* подібні до мансурських кратерів, проте включають значно більше дрібних кратерів, які в окремих місцях достатньо сильно ускладнили топографію поверхні. До того ж вони лише частково перекривають системи борозен.

6. Гладка морська поверхня. Охоплює північно-східну частину ділянки. Має достатньо плоску поверхню, яка ускладнена системами борозен, які у цій частині мають незначний появ у порівнянні з іншими частинами *Pantheon Fossae* й ескарпами, які розташовуються субконцентрично до кратера *Apollodorus* і перетинаються з борознами під кутами, близькими до 90°.

7. Кратерована морська поверхня. Охоплює південно-західну частину ділянки. Характеризується досить пересіченою, горбисто-хвилястою поверхнею, ускладненою потужною системою борозен, кратерами й ескарпами.

8. Ескарпи. Всі ескарпи на окресленій ділянці мають субконцентричне простягання щодо кратера *Apollodorus*. Усі без винятку уступи невеликі, з пологими схилами й непомітним переходом у рівнинні поверхні. У місцях взаємодії з системами борозен достатньо зруйновані активними гравітаційними процесами на найбільш крутих схилах. Частина ескарпів до того ж має розгалужену деревоподібну систему.

9. Борозни. Це глибокі тектонічні ущелини з радіальною, диз'юнктивною мережею. Нерівномірно поширені на ділянці – найбільша інтенсивність їхнього прояву спостерігається на південному заході ділянки.

4.2.6. Ландшафтна структура меркуріанських гір (на прикладі *Caloris Montes*)

Caloris Montes – це своєрідна гірська система на Меркурії. Гори являють собою досить складну систему видовжених пагорбів і долин, які почергово змінюють один одного та простягаються понад 1000 км на північний схід від периферії басейну *Caloris*. Окремі елементи масивів складаються з численних лінійних пасем, які сягають висоти від 1 до 2 км та довжини від 10 до 50 км. Здебільшого всі вони мають радіальне поширення відносно центра басейна, розділені між собою борознами та долинами. Загалом поверхня *Caloris Montes* сильно пересічена. Вздовж внутрішнього краю басейну більшість схилів мають значну крутизну та іноді набувають прямовисних рис. Генетично вся гірська система є частиною обрамлення басейну *Caloris*.

Природа *Caloris Montes* подібна до місячних гір, таких як *Montes Alpes*, *Montes Apenninus*, *Montes Carpatus*, *Montes Caucasus* та ін.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.9):

1. Днища кратерів. На окресленій ділянці знаходиться лише один невеликий мансурський кратер із плоским днищем, яке не має ознак суттєвої модифікації й деградації. Лише на його периферійних частинах щодо внутрішніх кратерних схилів і центрального підняття спостерігаються незначні нагромадження колювального матеріалу.

2 Схили центральних гірок. Центральне підняття являє собою асиметричний пагорб з відносно добре збереженими елементами поверхні, які лише подекуди порушені гравітаційними процесами й пізнішим кратероформуванням.

3. Внутрішні кратерні схили. Загалом добре збережені й лише у західній частині мають ознаки суттєвої деградації, яка призвела до формування великих осипних і зсувних зон та утворенням терасованих схилів.

4. Напірні вали. Добре збережені на всьому протязі. Деформації відбулися лише ву західній частині, де кратер зазнав

суттєвої деградації, що спричинило зміну майже ідеальної концентричної форми у бік полігональної.

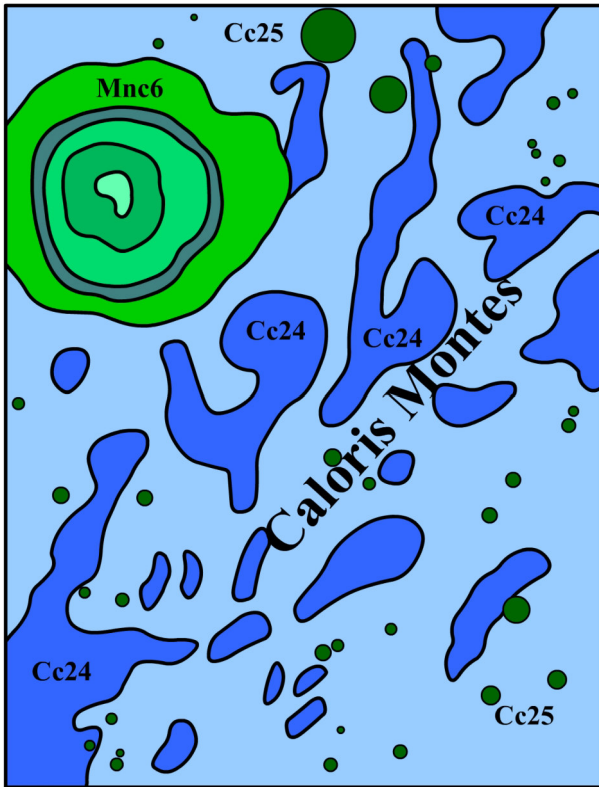


Рис. 4.9. Ділянка регіону Меркурія Caloris Montes з типовими для планети ландшафтами

5. Зовнішні кратерні схили. Як й інші елементи мансурського кратера, добре збережені мають подібну асиметричну будову, яка формується завдяки модифікації кільцевої структури у західній частині. Поверхня опукла, майже позбавлена молодих, дрібних кратерів.

6. Гірські пасма. Являють собою поодинокі та злиті в пасма горби з ознаками значної деградації на найкрупніших схилах,

де гравітаційні процеси найактивніші й призводять до формування потужних зсувів, осипів і, як наслідок, потужних колювальних шлейфів уздовж гірських пасем. Мають однакову тенденцію простягання з південного-заходу на північний-схід.

7. Міжкратерні хвилясті поверхні. Подібні до міжкратерних рівнин – різниця лише в генезисі: міжкратерні рівнини являють собою стародавні лавові розливи, а міжкратерні хвилясті поверхні є денудованими поверхнями басейнових викидів.

4.2.7. Структура ландшафтів меркуріанських рівнин (на прикладі *Borealis Planitia*)

Представлена ділянка рівнини Бореаліс (*Borealis Planitia*). Стратиграфічні співвідношення у межах *Borealis Planitia* вказують як мінімум на два чітких етапи формування ландшафтів рівнин – здебільшого відмін гладких рівнин, на що вказують і [Kiefer, Murray \(1987\)](#). Очевидно, що один із цих етапів спричинений потужною активізацією поверхневого вулканізму. Це добре підтверджується у межах горбистої та рівнинної місцевостей поблизу кратера *Petrarch* й кількох інших дрібних кратерів поруч, які були інтенсивно заповнені лавовими потоками. Отже, ці дві великі ділянки на Меркурії характеризувалися значними проявами вулканізму з подальшим утворенням гладких рівнин.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси ([Кирилюк, Кирилюк, 2018](#)) (рис. 4.10):

1. Днища кратерів. У межах окресленої території ландшафти днищ мають широкий спектр як генезису, так і характеру поверхневого рисунка – пов'язаного з тривалістю вивітрювання різновікових структур. Найбільш характерні та дуже поширені ландшафти днищ великих старих кратерів, у яких спостерігається значна деградація всіх інших структурних частин кратерних споруд, а більшість днищ заповнена лавами різного літологічного характеру, серед яких чітко вирізняються базальтові лави, які заповнили днища цих кратерів у Калорський період.

2. Схили центральних гірок. Дані ландшафти притаманні виключно молодим кратерним утворенням, які, загалом, невели-

кими, у порівнянні з їх старшими аналогами, та формувалися у період епохи пізнього бомбардування. У структурі ландшафтів великих і старих кратерів вони відсутні внаслідок їх інтенсивного руйнування під час формування внутрішніх частин, що призвело до повного нівелювання цих структур шляхом заповнення центральних частин кільцевих структур лавами.

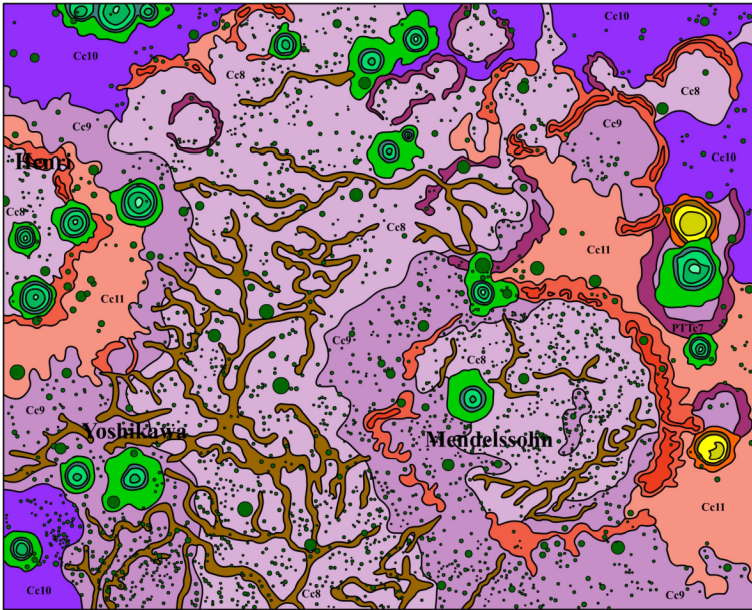


Рис. 4.10. Ділянка регіону Меркурія Borealis Planitia з типовими для планети ландшафтами

3. Внутрішні кратерні схили. Серед цих ландшафтів можна провести певну диференціацію, хоча загальні морфометричні та генетичні характеристики тотожні. Різниця у різновікових кратерів – у молодих це чітка кільцева структура з більш-менш однаковими у морфометричному плані схилами на всьому протязі елементу структури; у старих кратерів цей елемент фрагментарний, а в більшості випадків у вигляді синуса.

4. Напірні вали. Подібно до внутрішніх схилів чітко простежується диференціація між молодими та старими кільцевими структурами. У молодих цей елемент проявляється як чітко окреслений вал з невисокими, фрагментарними, одиничними підняттями у межах осьових частин валу. У старих – це фрагментарні залишки первісних валів, які приурочені, здебільшого, до синусів старих великих кільцевих структур.

5. Схили напірних валів. Повноцінно цей елемент ландшафтної структури регіона проявляється лише у молодих кратерів, які сформувалися, переважно, у Мансурському еру.

6. Зовнішні кратерні схили. Подібно до попереднього елемента ці ландшафти характерні лише для молодих мансурських кратерів, де вони володіють усіма характерними рисами, притаманним цим структурам. Проте значна частина зовнішніх кратерних схилів фрагментарно збереглася й у частини калорських та пізньокалорських кратерів.

7. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. Це одні з найбільш древніх утворень у межах регіона, які, очевидно, збереглися ще з пізнього консолідаційного етапу формування планети і їх вік можна оцінити в понад 4 млрд років. У поверхневих формах проявляються, зазвичай, як близькі до колових фрагментарні форми з незначним додатним рельєфом, що є залишками напірних валів. В окремих частинах вдається ідентифікувати навіть окремі одиночні підняття в їх осьових частинах, що характерно для молодих кільцевих структур. Це ще одне свідчення вкрай незначного та повільного вивітрювання на поверхні Меркурія.

8. Гладка морська поверхня. Цей елемент ландшафтної структури регіону найбільш поширений. У рельєфі проявляється, здебільшого, як слабо хвиляста рівнина з невеликими, фрагментарними западинами. Ці рівнини утворилися внаслідок локальних виливів лави на денну поверхню регіону, що призвело до загального виположення територій, які зазнали найбільш інтенсивних виливів. Основною причиною активізації вулканізму було важке бомбардування регіону та його околиць. Основний час формування більшості рівнин – калорська ера.

9. Кратерована морська поверхня. Окремі частини лавових рівнин, які займають чітко виражені додатні поверхні та формувалися переважно у межах древніх височин.

10. Кратерована материкова поверхня. Древні утворення, які, очевидно, збереглися з консолідаційного етапу формування Меркурія. У рельєфі проявляються як місцевості хаотичного пересіченого рельєфу.

11. Поля викидів зі стародавніх кратерів. Дані ландшафти за характером поверхневого рисунку подібні до материкових поверхонь – відмінність у генезисі. Хаотична місцевість сформована струминними викидами під час формування великих кільцевих структур та басейнів. Ландшафти цієї групи збереглися фрагментарно – на тих ділянках, де не відбувалося подальшого інтенсивного бомбардування та виливів лав на денну поверхню.

12. Ескарпи. Специфічні ландшафти, які у такій кількості та масштабах прояву на поверхні відомі лише на Меркурії. У рельєфі проявляються як стрімкі схили та урвища, які в окремих місцях сягають понад два кілометри та простягаються на сотні кілометрів. Формують своєрідну мережу, яка подібна до хаотичної сітки. Одні з найбільш древніх ландшафтів на планеті, які сформувалися у постконсолідаційний період під час охолодження та стискання планети, що й призвело до формування ескарпів.

4.2.8. Структура ландшафтів меркуріанських плато (на прикладі *Catuilla Planum*)

Catuilla Planum – плато, яке розташоване у центральній частині регіону *Eminescu*. Головною його характеристикою є наявність великих ділянок плоских поверхонь зі слідами кратерів-привидів та синусів.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.11):

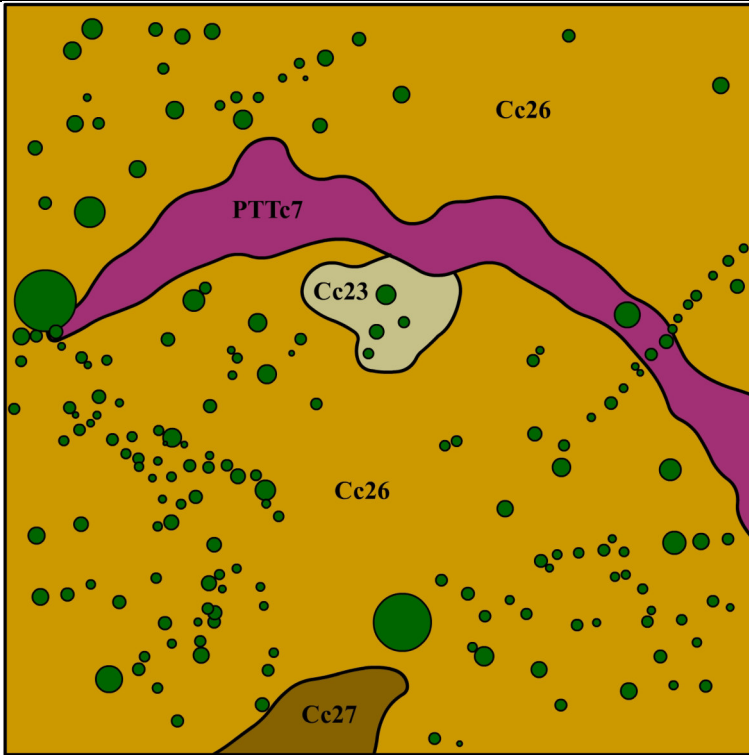


Рис. 4.11. Ділянка регіону Меркурія Catuilla Planum з типовими для планети ландшафтами

1. Плоскі поверхні плато. Топографія поверхні нагадує гладкі морські поверхні, єдине, що їх різнить, – це склад гірських порід. Якщо гладкі морські поверхні сформовані здебільшого різногенетичними лавами та поверхневими розплавами, то плоскі поверхні плато – це, передусім, комплекси порід, які, крім вулканічних, включають також інші типи. Ще одна відмінність полягає в часі формування – вони, як правило, старші за більшість рівнин калорського часу або є їхніми сучасниками. Загалом поверхня ускладнена великою кількістю дрібних кратерів, які часто зібрані в катени, невеликими пасмами й уступами. Ще одним типовим елементом відміни є локальні острови кра-

терних і басейнових викидів, які набувають горбистих, продовговатих форм.

2. Опуклі поверхні плато. Поширені в південній частині окресленої ділянки. Генетично не відрізняються від плоских поверхонь плато – різниця лише в їхній опуклій формі, яку можна пояснити наявністю стійких до вивітрювання гірських порід, які сприяють формуванню своєрідних останців.

3. Факули. Виокремлена на ділянці факула має будову, подібну до описаної в 4.2.4. § 4.2. *Suge Facula*.

4. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. Оскільки поверхня *Catuilla Planum* є однією з найстаріших ділянок на планеті, вона зберегла сліди стародавніх кратерів, які проявляються на поверхні у вигляді синусів – залишків кратерних обрамлень. Усі вони мають найвищий ступінь деградації, який проявляється у наявності складних зсувних й осипних систем, терасованих поверхонь, ускладнених численними дрібними кратерами.

4.2.9. Ландшафтна структура меркуріанських уступів (на прикладі *Calypso Rupes*)

Calypso Rupes – уступ, розташований між *Otaared Planitia* та *Aparangi Planitia* на півночі регіону *Derain*.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.12):

1. Днища кратерів. На окресленій ділянці поширені переважно кратери Пізнього калорського й Калорського періодів. Їхні днища характеризуються незначно деградованою, злегка хвилястою поверхнею ускладненою досить потужними колювіальними шлейфами вздовж підніжжя внутрішніх кратерних схилів.

2. Схили центральних гірок. Як і більшість раніше описаних елементів кільцевих структур, розміщені в *Calypso Rupes* також мають асиметричну будову, значну деградацію, виражену в розвинутих зсувних та осипних системах і терасованих схилах.

3. Внутрішні кратерні схили. Більшість схилів деградовані, непротяжні. Незважаючи на значний ступінь, руйнування майже всі їхні частини зберігають відносну однорідність.

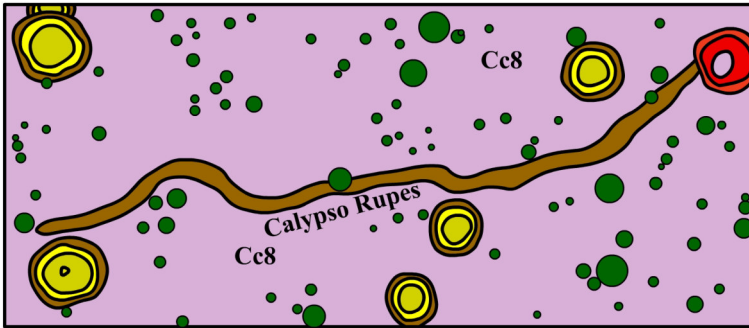


Рис. 4.12. Ділянка регіону Меркурія Calypso Rupes з типовими для планети ландшафтами

4. Напірні вали. Як і попередні елементи кільцевих структур характеризується відносно доброю збереженістю, однорідністю та непорушеністю концентричної структури. Чітко виокремлюються поодинокі підвищення – вершини напірних валів.

5. Гладка морська поверхня. Попри її плоску поверхню в окресленій ділянці, має вельми складну будову, спричинену великою кількістю дрібних кратерів і їхніх викидів, що формують ділянки сильно пересічених місцевостей.

6. Ескарпи. На ділянці наявний великий уступ *Calypso Rupes*, який є частиною глобальної мережі уступів. Має звивисту форму та диференційовану висоту головного схилу. Деякі частини уступу зазнали значних модифікацій унаслідок проходження гравітаційних процесів і формування дрібних кратерів, які на окремих ділянках повністю зруйнували ескарпові структури.

4.2.10. Ландшафтна структура меркуріанських долин (на прикладі *Timgad Vallis*, *Paestum Vallis*, *Caral Vallis*)

Timgad Vallis, *Paestum Vallis*, *Caral Vallis* – долини, розташовані на півночі регіону *Raditladi* в північно-західній частині *Stilbon Planitia*.

Виділимо в межах охопленої території такі ландшафтні комплекси (рис. 4.13):

1. Днища кратерів. Чітко проявляються лише в пізньокалорських кратерів, де мають значну модифікацію поверхні.

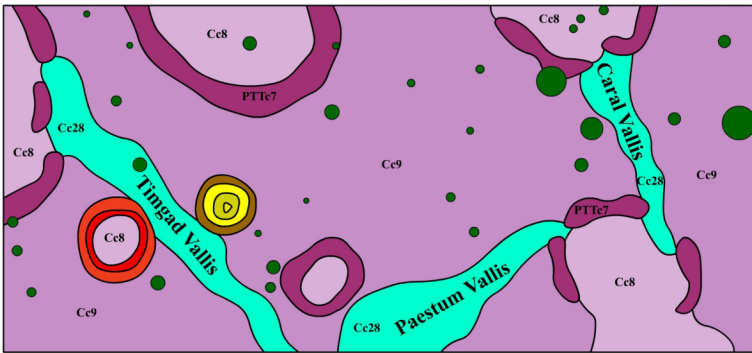


Рис. 4.13. Ділянка регіону Меркурія
Timgad Vallis, *Paestum Vallis*, *Caral Vallis*
з типовими для планети ландшафтами

2. Схили центральних гірок. Мають будову, ідентичну описану у 4.2.9. § 4.2.

3. Внутрішні кратерні схили. Збереглися лише в калорських і пізньокалорських кратерів, сильно деградовані та модифіковані гравітаційними процесами та кратероформуванням.

4. Напірні вали. Як і всі елементи кільцевих структур калорського циклу, деградовані та модифіковані. Проте в них збереглися порівняно чіткі обриси концентричного підняття з подінокими вершинами напірних валів.

5. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. Загалом поверхня окресленої території досить стародавня і на ній прояв-

ляються сліди численних залишків древніх кратерів. На відміну від усіх описаних раніше подібних утворень, частина синусів має виражений диз'юнктивний характер – особливо на тих ділянках, де вони межують із долинами, або, навпаки, зберегли кільцеву структуру, але з втратою звичних для кратера елементів.

6. Гладка морська поверхня. Цією відміною охоплені лише днища стародавніх кратерів. Характеризується ледь хвилястою поверхнею, подекуди ускладненою скупченнями дрібних кратерів, колювільними шлейфами та острівцями горбисто-хвилястих поверхонь, утворених викидами з сусідніх кратерів.

7. Кратерована морська поверхня. Займає більшу частину картографованої ділянки. Характеризується дуже пересіченою поверхнею з хаотичним рельєфом, ускладненим великою кількістю дрібних кратерів і катен, стародавніми пасмами та кратерними викидами.

8. Долини. Являють собою специфічні тектонічні структури, механізм утворення яких залишається наразі дискусійним. Найбільш вірогідним сценарієм є формування їхніх структур шляхом «проорювання» поверхні потужними лавовими потоками.

РОЗДІЛ 5
РЕГІОНАЛЬНИЙ ОГЛЯД ПРИРОДИ МЕРКУРІЯ
ЗА ДАНИМИ АМС MARINER 10

- 5.1. Регіон Бах (*Bach region*).
- 5.2. Регіон Бетховен (*Beethoven region*).
- 5.3. Регіон Рівнина Бореаліс (*Borealis region*).
- 5.4. Регіон Койпер (*Kuiper region*).
- 5.5. Регіон Мікеланджело (*Michelangelo region*).
- 5.6. Регіон Шекспір (*Shakespeare region*).
- 5.7. Регіон Толстой (*Tolstoj region*).
- 5.8. Регіон Вікторія (*Victoria region*).

5.1. Регіон Бах (*Bach region*)

Регіон *Bach* охоплює південну полярну частину планети. Загалом, увесь регіон займає площу близько 3000 км². Утім, у параграфі мова йтиме лише про його частину загальною площею майже 1570 тис. км², дані про яку отримані АМС *Mariner 10*.

Більша частина поверхні регіону характеризується поширенням різноманітних різногенетичних кратерів, які між собою переважно різняться розмірами й формами. У регіоні значні площі займають рівнинні відміни різного генезису, ескарпи, ізольовані хребти та долини. Охоплена *Mariner 10* частина регіону *Bach* включає три багатокільцевих басейни діаметром від 140 до 200 км. Це *Bach* (рис. 5.1), за яким названий увесь регіон, *Cervantes* і *Bernini* (рис. 5.2). Ще один великий кратер, *Pushkin*, сягає 240 км і розташований на периферії регіона. До кратерів *Bach* і *Bernini* приурочені великі за площею поля вторинних кратерів. На відміну від будь-яких інших регіонів Меркурія, тут розташована специфічна область між 30° і 60° пд. ш., яка складається з молодих, відносно гладких рівнин, з численними хребтами, які трапляються групами та поодиноці зі своєрідними плоскими вершинами. Загалом, більшість із них нагадують столові

гірські морфоскульптури. Найбільш поширеними ландшафтними областями у регіоні є рівнинні відміни, які характеризуються широким спектром щільності дрібних накладених кратерів.

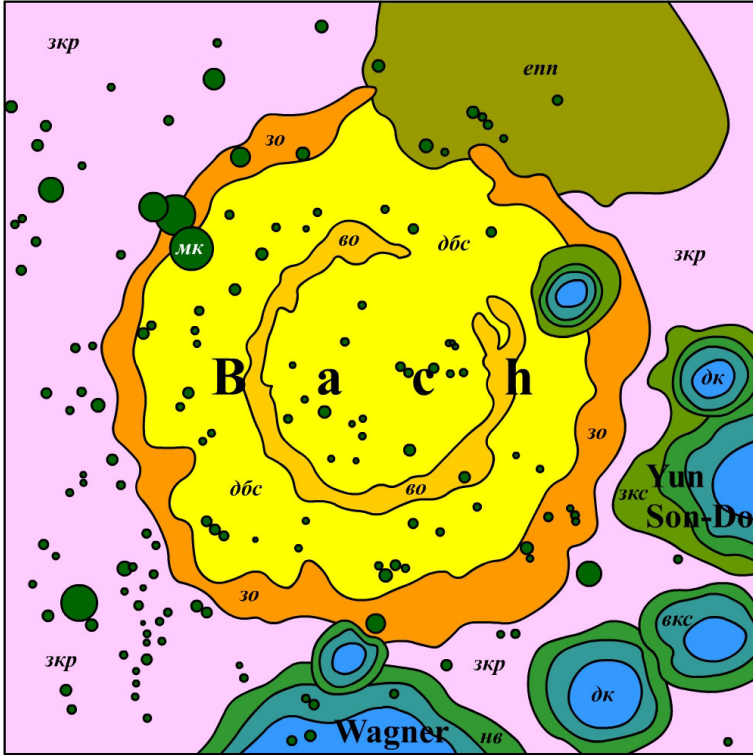


Рис. 5.1. Основні елементи поверхні багатокільцевого басейну *Bach*¹⁴

З трьох багатокільцевих басейнів регіона – *Bach* (200 км діаметром) і *Bernini* (140 км діаметром) мають доволі помірну збереженість (С3 вік) і характеризуються чітко окресленими полями вторинних кратерів, тоді як *Cervantes* (200 км діаметром) має ознаки деградації (ймовірно С1 вік). Внутрішні кільця всіх трьох басейнів складають майже половину діаметра їхніх зовні-

¹⁴ Легенди до рисунків 5.1 – 5.9 наведені у додатку 3.

шніх обрамлень. Внутрішнє кільце *Vach*, найбільш повне та повноцінно збережене лише у напрямку на південний схід і складається з майже безперервної серії гостроверхих пагорбів. Центральна частина кратера та периферійна ділянка вздовж обрамлення сформовані гладкими рівнинами. Внутрішні частини обрамлення *Cervantes* і *Bernini* складаються з ізольованих, низьких й округлих пагорбів, а в *Bernini* простежується ще й невеликий центральний пік.

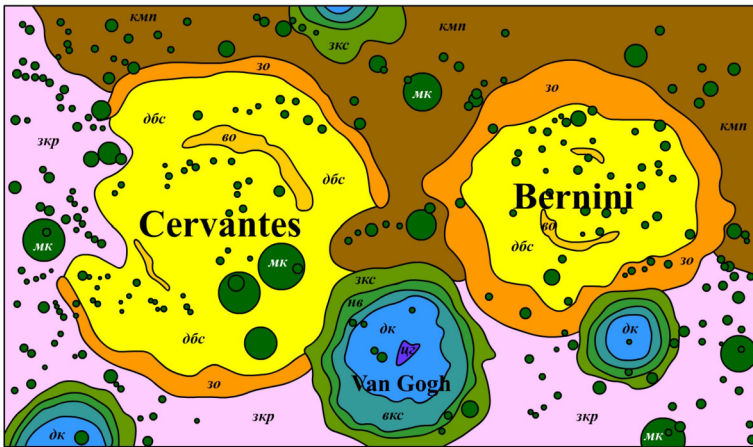


Рис. 5.2. Основні елементи поверхні багатокільцевих басейнів *Cervantes* та *Bernini*

Як було зазначено Gault, et al. (1975), суцільні покриви викидів і вторинні поля дрібних кратерів, що оточують великі меркуріанські кратери, мають значно менші прояви, ніж їхні місячні аналоги. Межі між ними також набагато менш помітні. Як наслідок, суцільні та диз'юнктивні покриви викидів з'являються у межах регіону *Vach* у комплексі у вигляді радіальних форм з поступовим нівелюванням та плавним переходом в інші відміни, здебільшого рівнинні. Окрім цього винятку, всі інші морфологічні елементи меркуріанських кратерів практично ідентичні місячним. Отже, абсолютна більшість кратерів у регіоні *Vach* сфо-

рмувалася внаслідок безпосереднього впливу метеоритів і астероїдів.

Більша частина площі регіону *Bach* складається з ділянок плоских поверхонь, що мають значний діапазон дрібніших текстурних особливостей. Ці ділянки сягають розмірів від кількох квадратних кілометрів, у межах кратерів, до площ, які часто перевищують 10 000 км², оточують і розмежують великі кратери – міжкратерні рівнини (Trask, Guest, 1975; Malin, 1976b). Походження матеріалу, з якого сформовані ці рівнини, досі залишається не до кінця зрозумілим. Цілий ряд учених, як-от Strom, et al. (1975), Malin (1976b), Trask, Strom (1976), Strom (1977, 1979) і Leake (1982), у своїх працях представили вагомні аргументи на користь їхнього вулканічного походження, натомість Wilhelms (1976) й Oberbeck, et al. (1977) стверджували, що їхнє формування пов'язане з процесами, подібними до тих, які призвели до формування місячної рівнини *Cayley*.

Найстаріші та найбільші за площею у регіоні *Bach* відміни міжкратерних рівнин, які характеризуються пологою поверхнею та високою щільністю накладених один на одного кратерів діаметром менше 15 км. Більшість з цих невеликих кільцевих структур трапляються у вигляді катен або хаотичних скупчень і мають, зазвичай, неправильну форму; вони є вторинними кратерами по відношенню до великих кратерів, починаючи з С2 віку по С5. Тому вважається, що міжкратерні рівнини старші, ніж більшість кратерів С2 віку. Їхня суперпозиція до найстаріших кратерів С1 віку незрозуміла, оскільки значна їхня деградація наразі унеможлиблює визначення того, чи вони передують рівинам, чи сформувалися вже на розвинутих рівнинних комплексах і є сучасними елементами міжкратерних рівнин. Проте наявність значної кількості дрібних депресій у межах міжкратерних рівнин, які можуть бути давніми деградованими кратерами, дає підстави припустити, що лавові потоки затопили більшість існуючої на той час популяції кратерів. Імовірно, що ця подія розгорталася під час пізнього важкого бомбардування. Описані вище сценарії походження рівнин у межах регіону *Bach* мають цілий ряд незгодженостей тверджень, які ще доведеться вирішити: 1. Рів-

нини формувалися під впливом вулканічної активності та внаслідок накопичення басейнових викидів. І хоча цей сценарій не може бути однозначно пояснений лише суперпозицією поверхневих геологічних тіл у регіоні *Bach*, перевага все ж віддається їхньому вулканічному походженню, зважаючи на значне поширення вулканічних матеріалів у межах більшості рівнин на всій поверхні Меркурія. 2. Формування рівнин відбувалося шляхом накопичення матеріалу басейнових викидів. Ще одна очевидна неузгодженість полягає у тому, що на Меркурії не розвинуті достатньо великі басейни, які б змогли забезпечити таку велику кількість ударного розплаву. Вагомим фактом є також обмежений балістичний діапазон викидів під час кратероформування на Меркурії.

Відміни перехідних рівнин зосереджені, здебільшого, у північно-східній частині регіона *Bach*. За морфологією вони тотожні відмінам міжкратерних рівнин. Проте у їхніх межах спостерігається порівняно менша щільність невеликих кратерів. Очевидно, що перехідні рівнини, як і міжкратерні, мають вулканічне походження.

Ще оним типом рівнин у регіоні *Bach* є гладкі та дуже гладкі рівнини, комплекси яких зосереджені, переважно, у східній частині регіона. Гладкі рівнини характеризуються меншою щільністю дрібних кратерів, ніж перехідні рівнини та міжкратерні поверхні з хаотично розсіяними невеликими пагорбами та опукlostями. Численні опуклі підвищення на днищах молодих кратерів С5 віку майже завжди перекриті відкладами кратерних днищ або понівечені концентричними кільцями навколо центральних піків. У межах дуже гладких рівнин практично не спостерігаються дрібні кратери, а переважають, здебільшого, однотипні плоскі поверхні. Концентрація таких поверхонь спостерігається у найнижчих областях регіона, де поширені гладкі рівнини, включаючи ділянки у межах кратерних днищ старих кратерів. У районах найбільшого зосередження гладких і дуже гладких рівнин трапляються хребтоподібні підвищення, що є переконливим свідченням того, що рівнинні пасма та молодші елементи рівнин генетично пов'язані між собою. На приклад, дуже

гладкі рівнини, зазвичай, зосереджені біля підніжжя хребтів й уступів. На зображеннях вони проявляються як дрібні плями у межах гладких рівнин, що заповнюють центральну частину кратера *Pushkin*. Відміни гладких рівнин охоплюють й шари викидів одного з кратерів С3 віку, сформованого у межах обрамлення *Pushkin*, і заповнюють його внутрішню частину та частину зовнішнього обрамлення кратера *Bach*. Суперпозиція цих двох наймолодших рівнинних відмін може вказувати на те, що гладкі рівнини, є не чим іншим, як тонким, диз'юнктивним шаром дуже гладких рівнин, який перекриває старші відміни. У цьому відношенні вони нагадують місячну формацію *Cayley*, яка, очевидно, сформована басейновими викидами. Однак, на відміну від рівнинних відмін місячних височин, басейнове джерело для гладких і дуже гладких відмін Меркурія, у межах регіона *Bach*, не є таким же очевидним. Імовірно, що гладкі та дуже гладкі рівнини й хребтоподібні підвищення мають вулкано-токтонічне походження. Тектонічні порушення, зокрема розриви, могли забезпечити умови, за допомогою яких лави досягали поверхні та сформували комплекси молодших елементів рівнин (пасем та хребтоподібних підвищень). Частина дуже гладких і гладких рівнин, які утворюють днища кратерів С5 і С4 віку, очевидно, мають імпактне походження й генетично являють собою ударні розплави.

У регіоні *Bach* представлений широкий спектр структурних поверхневих особливостей, серед яких чітко виокремлюються лінеamenti, які безпосередньо пов'язані з хребтами, уступами та стінками полігональних кратерів. Більшість структурних особливостей, очевидно, корелюють з окремими сегментами полігональних кратерних стін. Це, здебільшого, частини кратерних обрамлень довжиною до 100 км. Не слід виключати те, що системи тріщин під ними сягають глибоко у літосферу. Найбільш помітними тенденціями таких лінеamentів є східні та західні напрями, проте абсолютна їхня більшість має північно-південне спрямування.

Великі пасма й уступи є найпомітнішими структурними особливостями на периферії регіона *Bach*. Найбільш численні

вони між довготами 0° і 90° , де зазвичай не мають вираженої орієнтації.

Пасма та хребтоподібні підвищення могли бути сформовані декількома процесами, включаючи тектонізм і екструзію. Можливо, вони є похованими сегментами обрамлень стародавніх кратерів. Особливо це стосується тих частин, згаданих елементів, які характеризуються концентричною формою. Кілька виявлених великих гребенів можуть являти собою підняття рівнинних відмін, викликаних тектонічними рухами. Інші пасма мають форму від дугоподібної до майже правильної кругової, що є свідченням наявності сегментів старих, деградованих кратерів і периферійних частин стародавніх басейнів, які збереглися впродовж усіх наступних геологічних періодів. Поруч із кратером *Vossaccio* хребтоподібні підняття мають поперечне простягання. Їхньою особливістю є гладкі вершини з невеликими, неправильної форми краями. Ці підняття, як видається, перекривають обидва кратера С3 і С1 віку цієї ділянки регіона. Так само більшість наявних гребенів накладаються на кратери С3 віку та кратерні викиди С4 віку. Хребтоподібні підняття та пасма формувалися внаслідок вулканічних і тектонічних подій, оскільки детальний поверхневий аналіз вказує, що вони складаються з екструзивів уздовж тріщин, які розвинуті вздовж їхнього простягання.

Найбільш поширеними структурними елементами рельєфу у регіоні *Bach* є лопатеподібні уступи. Майже всі вони мають опуклі профілі схилів, округлі гребені, круті та різко виражені виступаючі частини у вигляді пелюсток. У регіоні чітко простежуються три типи: 1 – дуже малі (менше 50 км у довжину та до 100 м у висоту), фрагментарні уступи, які зазвичай охоплюють топографічно депресивні ділянки. Вони обмежені перехідними та гладкими рівнинними відмінами у східній частині регіона; 2 – малі (довжиною до 100 км та понад 100 м у висоту), дугоподібні або звивисті уступи. Як і попередній тип, також обмежені зазвичай перехідними та гладкими рівнинними відмінами у східній частині регіона; 3 – великі (понад 100 км у довжину й більше 1 км заввишки), широкі та дугоподібні, але фрагментарні за по-

ширенням звивисті уступи, які характеризуються найбільшою крутизною головних схилів. Частина цих уступів деформують кратери та зміщують старші елементи у вертикальному напрямку. Морфологія та структурні зв'язки ескарпів дозволяють припустити, що більшість з них є наслідком протилежно направлених тектонічних рухів. Проте [Dzurisin \(1978\)](#) запропонував екструзійне походження уступів довжиною понад 200 км, що простягаються приблизно від 70° пд.ш. за межі регіона у північному напрямі між довготами 45° і 52° . Його твердження базується на інтерпретації відмінностей альbedo між протилежними сторонами уступів та частковому похованні кратерів, які він перетинає.

Вікові співвідношення між окремими структурними ознаками не очевидні. У регіоні *Bach* наймолодші кратери, що розірвані ескарпами, мають С4 вік. Найстаріший кратер, який посічений ескарпом, оцінюється С3 віком. Ці співвідношення дозволяють припустити, що утворення ескарпів у регіоні *Bach* відбувалося у проміжку між С3 і С4 періодами. Дуже гладкі рівнини з плоскими поверхнями, які обрамляють окремі хребтоподібні підняття і там, де вони оконтурюють екструзиви чи ділянки деградованих старших елементів поверхні, у комплексі формують деградовані споруди. Ескарпи та пасма є досить розповсюдженими елементами між міжкратерними, перехідними і гладкими рівнинами, але вони не притаманні перехідним і міжкратерним рівнинам безпосередньо. Така особливість їхнього поширення дозволяє припустити, що більшість цих структур розпочали формуватися вже після остаточного утворення найдавніших рівнинних відмін. Деякі з найстаріших кратерів і басейнів, таких як *Cervantes*, мають полігональну форму обрамлення, подібну до обрисів периферій частини порівняно молодших меркуріанських кратерів. Це свідчить на користь того, що деякі структурні лінеamenti насправді значно старші, ніж кратери С1 віку.

Геологічна історія регіону *Bach* розпочинається ще до формування будь-якої зі збережених на сьогоднішній день елементів поверхні – у той час, коли еволюція внутрішніх шарів Меркурія ще відігравала ключову роль у визначенні сценаріїв подальшого розвитку планети та її поверхні. Як уже зазначалося, те-

нденції головних лінементів мають східні та західні напрями у межах регіону *Bach*, що було спрогнозовано Melosh (1977) під час визначення орієнтації звичайних розломів Меркурія.

Популяція великих, зовсім нечітких і деградованих кратерів уперше визначена на стереоскопічних зображеннях Malin (1976b), у межах найдавніших міжкратерних рівнин і, загалом, переважає думка, що ці кратери є сучасниками цих же рівнин або мають незначно старший вік. Відміни міжкратерних рівнин, імовірно, представляють потужні вулканічні екструзії. Це твердження базується на наявності густої сітки тріщин розтягування на всьому їхньому просторі. Більшість великих кратерів С1 і С2 віку мають неглибоку лійку і помірно збережені зовнішні обрамлення та їхні зовнішні схили. З певною мірою достовірності ці особливості дозволяють стверджувати, що принаймні частина популяції цих кратерів пройшла топографічну корекцію, завдяки ізостатичним явищам¹⁵ (Schaber, et al., 1977), які, ймовірно, викликалися впливом високотемпературної верхньої мантії, яка зі свого боку сприяла формуванню пластичної кори (Malin, 1976b; Malin, Dzurisin, 1977). Важливо, що порівняно менші площі перехідних рівнин, які зосереджені на периферіях міжкратерних, указують на поступове зменшення формування усіх типів рівнин відповідно до поступового остигання планети.

Ескарпи, на зразок *Vostok Rupes*, що знаходиться у сусідньому північному регіоні *Discovery*, проявляються як розломи, які викликані горизонтальними рухами під час стиснення кори. Як зазначає Strom, et al. (1975), наявність великої кількості подібних уступів по всій поверхні планети однозначно вказує, що стиснення меркуріанської кори призвело до зміцнення та ущільнення літосфери приблизно у той час, коли формувалися кратери С3 віку та гладкі рівнини. Після остаточного формування ядра та поступового літосферного охолодження фінальні цикли стиснення, ймовірно, призвели до закриття глибинних тріщин, що обмежило формування різногенетичних рівнин (Solomon,

¹⁵ **Ізостазія** – врівноваження мас гірських порід планетарної кори на поверхні астеносфери.

1977), оскільки до початку С4 періоду їхнє формування практично повністю припинилося.

Формування кратерів на рівнинах регіона *Bach* тривали з постійно спадаючою інтенсивністю на ранніх етапах планетарного остигання та стиснення. Кратери С3 віку відрізняються частковою збереженістю вторинних кратерів із локально вираженими морфологічними ознаками (McCauley, et al., 1981). Ці характеристики свідчать про зниження швидкості денудації та модифікації кратерів (Malin, Dzurisin, 1977). Менша протяжність гладких і дуже гладких рівнин, порівняно з більш старими рівнинними поверхнями, свідчить про значну неоднорідність меркуріанської кори. Літосферні зони розривів, як уже зазначалося, сприяли потраплянню мантіїної речовини на поверхню через розвинену мережу тріщин під обрамленнями великих кратерів, навіть на протязі глобального стиснення (Solomon, 1977). Хребтоподібні підвищення перетинають деякі кратери С4 віку і локально периферійні ділянки молодих дуже гладких рівнин. Отже, можливі вулканічні екструзії, які пов'язані з тектонічною активністю планети, могли продовжуватися у період утворення кратерів С4 віку і найстаріших дуже гладких рівнин.

Період тектонічного переформатування меркуріанської літосфери тривав принаймні протягом усього часу формування гладких рівнин. Кратери С4 віку, які сформувалися у цей же період, прорізні ескарпами та накладаються на них. Частина дуже гладких рівнин, які маркуються кратерами С4 віку, ймовірно, маркують й старші відміни. Leake (1982) наголошує, що суперпозиція ескарпів у інших різних регіонах Меркурія вказує на те, що тектонічна активність могла продовжуватися нетривалими циклами включно до С5 часу.

Однак час утворення кратерів С5 віку та дуже гладких рівнин супроводжувався здебільшого практичною відсутністю активної тектоніки. У цей період, за винятком формування надзвичайно молодих кратерів та деяких незначних локальних тектонічних зрушень, як зазначають Malin, Dzurisin (1977), поблизу південного полюса Меркурія майже не спостерігалось геологічної активності. Наймолодші гладкі рівнини і дуже гладкі рівни-

ни, що сформувалися у межах днищ кратерів С5 віку, подібно до їхніх старших аналогів, заповнені ударними розплавами.

5.2. Регіон Бетховен (*Beethoven region*)

Регіон *Beethoven* розташований в екваторіальній області Меркурія. На відміну від багатьох басейнів на Місяці, як мінімум два басейни регіона: *Beethoven* (610 км діаметром) і *Raphael* (320 км діаметром) – не багатокільцеві, тоді як чудово виражені кільця оточують більшу частину кратерів значно меншого діаметра (Trask, 1976). Фрагменти покривних викидів, які оточують периферії басейнів *Beethoven* (рис. 5.3) і *Raphael* (рис. 5.4) сильно деградовані, що не завжди дозволяє виявити всі їхні структурні елементи. Однак там, де вони проявляються більш чітко, потужні шари покривних викидів є прийнятним маркером для визначення та уточнення загальної регіональної стратиграфічної послідовності.

Серед основних скельних відмін у регіоні *Beethoven* найбільш інтенсивно вирізняються відміни рівнин, кратерів та ударних басейнів. Поверхні рівнинних відмін варіюють за морфологічними ознаками від відносно рівних, проте незначно хвилястих до майже плоских і гладких. Як і в попередньо описаному регіоні *Bach*, гладкі місцевісті мають середнє альbedo, подібно до того, що спостерігається у формації *Cayley* чи в межах стародавніх морських басейнів на Місяці. Відміни рівнин частково вирізняються завдяки текстурним особливостям поверхні та відносному віці, що визначається щільністю накладених на основну поверхню кратерів. Відміни міжкратерних рівнин, одні з найстародавніших рівнинних відмін на планеті, вперше описані Trask, Guest (1975). Вони охоплюють великі площі у західній, центральній та південно-східній частинах регіона. Malin (1976b) помітив, що, як і в інших регіонах Меркурія, на поверхні міжкратерних рівнин проявляються контури великої кількості похованих стародавніх кратерів, які ідентифікуються лише за наявністю ледь помітних кратерних обрамлень і пересічених фрагментів

стародавньої, первісної материкової поверхні. Ці рівнини зазнали інтенсивного вторинного кратероформування, що виразилося в утворенні на поверхні численних ланцюгів і жолобів кратерних катен, які інтенсифікували загальну денудації рівнинних регіонів. Міжкратерні рівнини, як і в інших регіонах Меркурія складаються з відкладів кратерних і басейнових викидів, вулканічних потоків і, ймовірно, пірокластичних порід, які частково досягли поверхні та згладили стародавні, сильно кратеровані поверхні. Схоже, що міжкратерні рівнини диференційовані зі сходу на захід у залежності від інтенсивності поєднання рівнин із материковими відмінами. Вік міжкратерних рівнин, ймовірно, такий же, як і відкладів кратерних викидів на периферії басейну *Beethoven*, оскільки обидві відміни характеризуються високою щільністю кратерів. Свідчення, що рівнинні відміни молодші за басейн *Beethoven*, проявляються у деяких районах, де басейнові викиди частково перекриваються рівнинними комплексами. [Spudis, Prosser \(1984\)](#) припустили, що *Beethoven* утворився у пізній С3 час. Зберігається можливість значно старшого його віку – С2.

Вік комплексів рівнинних і материкових відмін, імовірно, тотожні відмінам міжкратерних рівнин і, можливо, окремим частинам перехідних рівнин, хоча безпосереднього контакту із першими, наразі не спостерігається. Рівнинні та материкові відміни, які сконцентровані у центральній і східній частинах регіона, вперше були виявлені [De Hon, et al. \(1981\)](#) у регіоні *Kuiper*. Рівнинні та материкові відміни цього типу ними не розмежовувалися, оскільки якість зображень не дозволили чітко розділити рівнинні та материкові поверхні. У регіоні *Beethoven* це не зроблено з тієї ж причини. Комплекс рівнинних і материкових відмін поєднується на заході й сході з відмінами міжкратерних рівнин й, очевидно, мають подібне походження та склад.

Перехідні та гладкі рівнини також, очевидно, складаються із суміші відносно дрібних уламків кратерних викидів і вулканічних порід, які спостерігаються у вигляді безперервної стратиграфічної послідовності. Обидві відміни потужніші, ніж відміни міжкратерних рівнин. Проміжні рівнини розповсюджені у між-

кратерних районах на заході регіона та заповнюють днища старих кратерів і басейнів у південній його частині. Гладкі рівнини – наймолодші поміж інших і проявляються як диз'юнктивні плями на півдні та займають днища більшості кратерів С4 віку й старше. У межах деяких кратерних днищ, особливо дрібних, диференціація між гладкими і перехідними рівнинами майже непомітна.

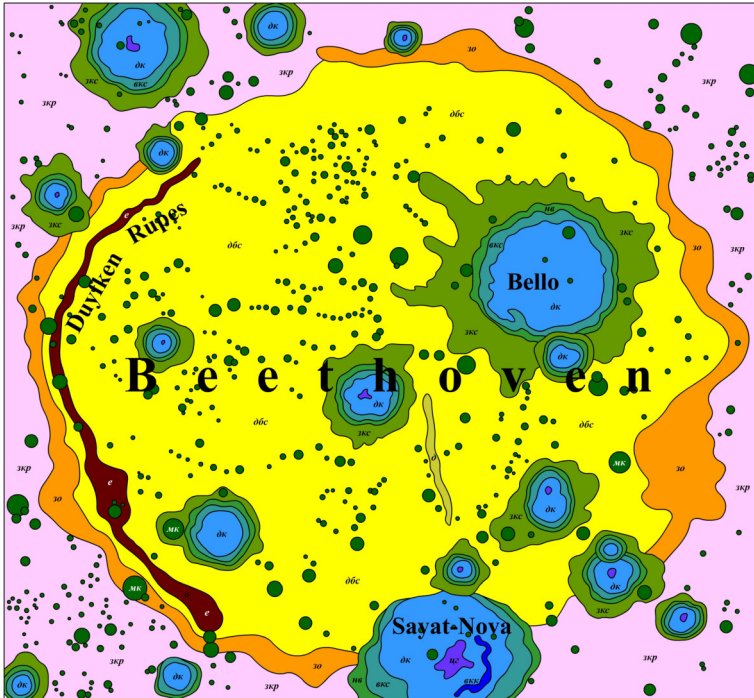


Рис. 5.3. Основні елементи поверхні басейну Beethoven

Окрім кількох невеликих темних ділянок, а також областей, вкритих яскравими, радіальними променевими системами навколо кратерів С5 віку, всі інші відміни та викиди більшості старших кратерів мають середнє альбедро. У сукупності, ці відміни надають більш однорідного вигляду поверхні планети, що

відрізняє Меркурій від Місяця – з чітким контрастом між яскравими високогір'ями і темними морями.

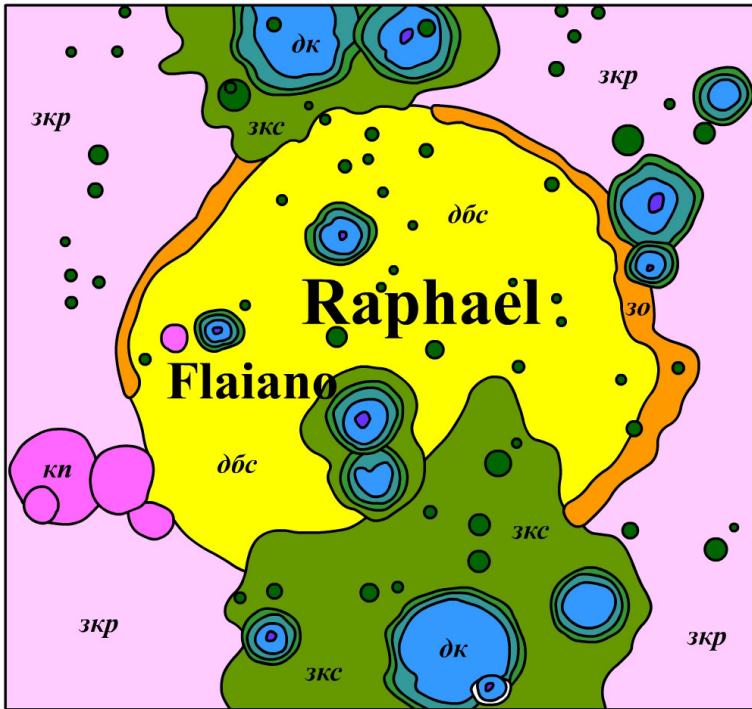


Рис. 5.4. Основні елементи поверхні басейну Raphael

У регіоні *Beethoven* De Hon, et al. (1981) не було виявлено жодних «чистих» материкових відмін, описаних у сусідньому регіоні *Kuiper*. Імовірно, їхня відсутність зумовлена меншою кількістю кластерів великих молодих кратерів, чиї потужні викиди сформували пересічені, складно текстуровані поверхні, які переважно характерні для регіона *Kuiper*.

У південній частині регіона *Beethoven* переважають потужні покриви слабо денудованих викидів басенів *Beethoven* та *Raphael*. Зовнішнє обрамлення *Beethoven* перекрите молодшими кратерними та басейновими викидами, а також частково рівнин-

ними відмінами. Незважаючи на те, що товщі кратерних викидів з обох басейнів достатньо великі, вони вкрай асиметричні та в окремих місцях глибоко вриваються у молодші рівнинні відміни. Таке співвідношення рівнин із деградованими периферіями басейнів, на поверхнях яких проявляються обриси напівзатоплених кратерів, деградовані обрамлення та фрагменти внутрішніх стін басейнів, свідчить, що вони є відносно старими ударними структурами. Однак морфологічні особливості меркуріанської поверхні можуть часто вводити в оману, завдяки високій температурі та гравітаційному полю планети у порівнянні, наприклад, із Місяцем. Як стверджує [Trask \(1976\)](#), ці дві умови можуть сприяти, особливо на поверхнях великих структур, значно швидшим ізостатичним урівноваженням, які виражаються у деградованій топографії та передчасному «старінні» першопочатково великих структурних об'єктів поверхні. Підрахунок кратерів, з іншого боку, наразі підтверджує спостережувані стратиграфічні співвідношення.

Окрім великих багатокільцевих басейнів *Beethoven* і *Raphael*, у регіоні розташовані ще вісім багатокільцевих кратерів, що перевищують 100 км у діаметрі. Діапазон віку цих кратерів коливається від С1 до С3 віку й під час детального огляду, вдається помітити товщі їхніх викидів, які, до того ж, є добрими маркерами для встановлення відносного віку стратиграфічних горизонтів кратерних викидів і датування відмін в околицях цих кратерів. Два з найдрібніших багатокільцевих кратерів, *Durer* і *Vivaldi*, мають добре помітні та майже безперервні системи внутрішніх кілець, діаметри яких складають приблизно половину від зовнішніх. На відміну від деяких місячних багатокільцевих структур, на периферії цих кратерів не спостерігається жодних слідів додаткових кілець.

Центральні піки розвинені у кратерів переважно С3 і С4 віку та вкрай рідкісні у кратерів С2 віку. Їхнє походження, очевидно, генетично пов'язане із системами внутрішніх кілець великих кратерів і басейнів. Днища більшості кратерів у периферійній частині встелені порівняно вузькою зоною роздробленого та брекчієподібного матеріалу, утвореного внаслідок проходження

ударної хвилі під час ексаваційних етапів. Кратерні обрамлення складаються з роздроблених гірських порід, утворених під час удару та їхнього виштовхування з новоутвореної кратерної лійки, тоді як центральні піки, ймовірно, формувалися шляхом конвергентного потоку¹⁶ матеріалу внаслідок осідання молодих внутрішніх стін кратера (Shoemaker, 1981). Якщо новостворений кратер сягав досить великих розмірів, то низхідні рухи обрамлення призводили до формування системи внутрішніх кілець, а не до формування центрального піка. Альтернативну модель формування внутрішніх кілець та піків запропонував Melosh (1983), який припустив, що вони утворюються завдяки відскоку тріщинуватого матеріалу, аналогічного до струменя води, викиданого падінням каменя у воду. В залежності від розміру кратера, наслідком є формування центрального піка або системи внутрішніх кілець. Максимальний розмір кратерів для формування центральних піків визначений Guest, et al. (1979) і складає приблизно 150 км. Ця межа добре корелює із кратерами у регіоні *Beethoven*, за винятком багатокільцевого кратера *Judah Ha-Levi*, який має внутрішній діаметр близько 80 км. Кратер, імовірно, має два кільця, а його внутрішня кільцева структура морфологічно виглядає молодшою, ніж зовнішнє кільце, яке може бути сформоване окремим і значно пізнішим ударом. Вторинні кратери надто важко розділити щодо їхнього відносного віку та походження, однак на південному-заході спостерігаються видовжені радіальні ланцюги щодо батьківського кратера *Valmiki*. Взагалі, вторинні кратери переважно виглядають топографічно більш молодшими і розташовуються ближче до своїх первинних джерел, ніж їхні місячні аналоги, що безпосередньо пов'язано з гравітаційним полем Меркурія, яке значно сильніше, у порівнянні з Місячним, і де викиди з новостворених кратерів можуть сягати значно вищих швидкостей (Gault, et al., 1975; Scott, 1977).

¹⁶ **Конвергенція** – у цьому контексті – формування близьких за складом і структурою гірських порід у результаті проходження процесів різного генезису

Ні розломи, ні ескарпи, які були б пов'язані з тектонічними тріщинами та моноклінальними складками, не надто поширені в регіоні *Beethoven*. Найдовші та найвідоміші з цих структур трапляються лише у межах рівнинних і материкових відмін на південному-сході регіона. Тут цілий ряд добре помітних ескарпів простягається на відстань понад 400 км. Внутрішнє кільце кратера *Durer* злегка зміщене у його північній частині невеликим розломом.

По всьому регіоні *Beethoven* поширені численні жолоби та пасма. Оскільки жолоби не мають чіткої радіальної будови по відношенню до центральних частин великих кратерів та басейнів, вони можуть бути грабенами; однак у більшості місць їх важко відрізнити від звичайних лінійних вибоїн, сформованих уламками кратерних викидів при низьких кутах балістичних траєкторій. Деякі хребтоподібні підвищення нагадують місячні, які поширені у межах морських басейнів Місяця. Проте на Меркурії, зокрема в регіоні *Beethoven*, вони менш чітко проявляються. Хребтоподібні підвищення інтерпретуються як поховані обрамлення двох стародавніх басейнів, які частково простежуються на північ від басейну *Beethoven*.

Незначна кількість кратерів С5 віку в регіоні *Beethoven* свідчить про різке зниження темпів утворення кратерів у пізні геологічні періоди. Низька щільність стародавніх дрібних кратерів С1 віку є результатом практично повного їхнього руйнування під впливом пізніших зовнішніх ударів, поховання під кратерними викидами і лавовими потоками протягом увсього періоду геологічної історії Меркурія.

Міжкратерні рівнини та молодші рівнинні комплекси, ймовірно, мають змішане походження і складаються як із вулканічних порід, так й імпактних. Накопичення відкладів на рівнинах відбувалося, переважно, у низовинних районах і повністю або частково поховало під собою стародавні кратери та первісні поверхні, сформовані у постконсолідаційний період. Їхній відносний вік і потужність маркуються загальною кількістю кратерів, що збереглися на сучасній поверхні. У тих місцях, де щільність кратерів висока – відміни рівнин стародавні, з порівняно тонким

шаром рівнинноформуєчих відкладів. Низька щільність кратерів свідчить про відносно товстий та молодий шар рівнинноформуєчих відкладів. Там, де накладені кратери вдається відрізнити від частково похованих, можна з певною мірою достовірності встановити відносний вік рівнинних відмін. Підрахунок кратерів указує на те, що відміни міжкратерних рівнин значно старші, оскільки щільність кратерів майже вдвічі більша за відміни перехідних рівнин.

Залишається невідомим, чи комплекси меркуріанських рівнин аналогічні до вулканічних потоків, які сформували місячні моря, заповнивши стародавні місячні басейни. У регіоні *Beethoven* рівнинам не притаманна частина ознак, характерних для відмін місячних морів, зокрема – низьке альbedo і значний контраст альbedo з іншими відмінами: фронтовими лопатеподібними потоками, звивистими вулканічними тріщинами й розломами, численними хребтами та різногенетичними вулканічними куполами. Як уже зазначалося, можливо рівнинні відміни на Меркурії схожі на утворення *Cayley* на Місяці й складаються, переважно, з дрібнодисперсних порід кратерних викидів. Однак яким б не було походження і склад рівнинних відмін у регіоні *Beethoven*, вони однозначно є результатом пізніх стадій еволюції меркуріанської кори у цьому регіоні.

Інші відмінності між місячною поверхнею і тією частиною Меркурія, яка спостерігається у регіоні *Beethoven*, полягають у відсутності добре виражених високогір'їв і низовин, а також добору збереженні вторинних ланцюгів кратерів, які тяжіють до старих кратерів і басейнів (Scott, 1977).

5.3. Регіон Рівнина Бореаліс (*Borealis region*)

Регіон *Borealis* оконтурює північний полюс Меркурія. У межах регіона розташований басейн *Goethe*, діаметр якого становить майже 400 км, роблячи його шостим найбільшим ударним басейном, що спостерігається на зображеннях *Mariner 10* (Murray, et al., 1974; Strom, et al., 1975; Trask, Guest, 1975; Boyce,

Grolier, 1977; Strom, 1977, 1979). У західній частині регіона переважають стародавні кратери С1, С2 і С3 віку, а також відміни міжкратерних рівнин, що займають простори між ними та всередині них. Більшість стародавніх відмін перекриті молодими кратерами С4 віку, відмінами перехідних рівнин, а також невеликими ділянками відмін гладких рівнин. Кратер *Verdi* С4 віку з діаметром близько 122 км найбільший серед молодих кратерів. Його потужні товщі викидів і вторинні поля кратерів накладаються на комплекси рівнинних вімін та старші кратери.

Східна частина регіону характеризується наявністю відмін протяжних гладких рівнин (Murray, et al., 1974; Trask, Strom, 1976). Ці відміни охоплюють широкі простори *Borealis Planitia* – депресії діаметром понад 1000 км, що має неправильну дугоподібну західну периферію. Депресія розташована на ділянках одного або навіть декількох стародавніх ударних басейнів (Trask, Strom, 1976; Boyce, Grolier, 1977; Strom, 1979).

У регіоні *Borealis* поширені три типи рівнинних відмін, які різняться між собою щільністю кратерів і, як стверджують Soderblom, Boyce (1972), підкреслюють їхній відносний вік: від найстаріших рівнин із найбільшою кількістю кратерів до наймолодших із відносно невисокою щільністю кратерів. Відміни рівнин, як уже зазначалося у попередніх параграфах, поділяються на міжкратерні, перехідні та гладкі рівнини.

У регіоні *Borealis* відміни міжкратерних рівнин найстаріші. Здебільшого ними зайняті ділянки між великими кратерами. Вони також простягаються щільними, локальними територіями на захід від кратера *Gauguin* та на південь й південний схід від кратера *Mansart*. Уперше ці відміни були описані Trask, Guest (1975), які вважали їх, на той час, найпоширенішими на Меркурії. Пізніше Strom (1979) виявив, що вони охоплюють лише третину поверхні планети. Основною морфологічною характеристикою міжкратерних рівнин є надто висока щільність накладених на їхню поверхню кратерів із діаметром від 5 до 10 км, які в абсолютній більшості неглибокі та злегка видовжені, що вказує на їхню вторинну природу. Великі кратери та міжкратерні рів-

нини формують комплексну групу рівнинних, сильно кратерованих ландшафтів, які були виокремлені [Trask, Guest \(1975\)](#).

Відносний вік і детальний характер поверхні відмін міжкратерних рівнин не до кінця визначені в регіоні *Borealis*. [Strom \(1979\)](#) відзначив різочу подібність поверхневої морфології між міжкратерними рівнинами Меркурія та доімбрійськими вибоїнами, у межах рівнин на південно-західній окраїні *Mare Nectaris*, на Місяці ([Wilhelms, McCauley, 1971](#); [Scott, 1972](#)). Вибоїни на місячних доімбрійських рівнинах схожі на дрібні вторинні кратери, які розповсюджені на поверхнях відмін меркуріанських міжкратерних рівнин. На Місяці доімбрійські рівнинні відміни отримали назву формації *Janssen* ([Scott, 1972](#)), яка є головним маркером для визначення нектарійської системи ([Stuart-Alexander, Wilhelms, 1975](#)). Однак щільність кратерів відмін міжкратерних рівнин у регіоні *Borealis* збігається зі щільністю подібних рівнин на протилежному боці Місяця, між північно-західною частиною кратера *Tsiolkovskiy*, кратером *Mendeleev* та *Mare Smithii*. У цьому регіоні домінують донектарійсько-нектарійські материкові поверхні та кратери ([Wilhelms, El-Baz, 1977](#)). Подібна щільність кратерів міжкратерних рівнин на Меркурії та рівнинного рельєфу донектарійсько-нектарійського періоду на Місяці геологічно значуща, оскільки така схожість демонструє, що найдавніші поверхні, які вдається ідентифікувати як на Місяці, так і на Меркурії, а отже, й на Землі, пройшли подібні стадії геологічної еволюції, спричинені тотожними чинниками. Слід зауважити, що ці події могли відбуватися з деякою різницею у часі, оскільки активні процеси, під час формування Сонячної системи, відбувалися з поступовим зміщенням преваляючих чинників як у напрямку від Сонця, так і в зворотному. Відмінність щільності кратерів, а також їхня суперпозиція у регіоні *Borealis* демонструє, що відміни міжкратерних та перехідних рівнин молодші за більшість кратерів С1 віку на північний схід від кратера *Turgenev* і старші, ніж відміни гладких рівнин у межах *Borealis Planitia*.

Відносний вік відмін міжкратерних рівнин, як стверджує [Strom \(1979\)](#), безпосередньо пов'язаний з їхнім походженням, за

умови, що дуже старі відміни міжкратерних рівнин можуть складатися з анортозитів, отриманих з магматичних розплавів постконсолідаційної первісної поверхні планети, подібних до виявлених на Місяці (Wood, et al., 1970). Якщо ж вони формувалися на більш пізніх етапах еволюції поверхні Меркурія, то в їхньому складі, ймовірно, переважають викиди з басейнів та лавові потоки. Проте твердження Strom (1979), що на Меркурії переважають морфологічні докази їхнього імпактного походження, а не вулканічного, не переконливе. Незалежно від того, яке походження міжкратерних рівнин насправді, нагромадження відкладів на поверхнях міжкратерних рівнин, ймовірно, почалося ще на ранніх стадіях інтенсивного акреційного бомбардування (Malin, 1976b; Guest, O'Donnell, 1977) та тривало до того часу, коли розпочали своє формування відміни перехідних рівнин.

Такі узагальнення цілком узгоджуються, у межах регіона *Borealis*, із відносним дефіцитом кратерів на поверхнях міжкратерних рівнин з діаметрами від 30 до 60 км. Цей дефіцит може вказувати на зміни поверхні цього типу рівнин шляхом перекриття старіших елементів поверхні кратерними викидами та лавовими потоками. Кратери близько 60 км діаметром на Меркурії також відносно рідкісні, у порівнянні з аналогічними кільцевими структурами на поверхнях місячних височин на північний захід від кратера *Tsiolkovskiy*. Schaber, et al. (1977) зазначає, що незначна щільність великих кратерів і басейнів на Меркурії в порівнянні з Місяцем може бути або наслідком різної швидкості утворення популяцій цих кратерів на планетах, або ефектом відмінної історії формування їхніх кір.

Відміни перехідних рівнин характеризуються середньою щільністю кратерів по відношенню до відмін міжкратерних та гладких рівнин. У регіоні *Borealis* ці відміни охоплюють достатньо великі простори, що простягаються від регіона *Shakespeare* до *Borealis* на північ і північний схід від *Suisei Planitia*. Відміни перехідних рівнин уперше були розпізнані та відображені у регіоні *Tolstoj* (Schaber, McCauley, 1980), де вони, зазвичай, розповсюджені у межах кратерів С1, С2 і С3 віку. Ці рівнини у регіоні *Tolstoj* характеризуються значно меншою щільністю кратерів,

ніж відміни міжкратерних рівнин, і порівняно меншою частотою невеликих кратерів з яскравими обрамленнями. Обидві характеристики також притаманні відмінам перехідних рівнин у регіоні *Borealis*.

У регіоні *Borealis* розташований великий ударний басейн *Goethe*, який у плані подібний до більшості басейнів планети з діаметром понад 400 км (рис. 5.5). Цікаво, що [Wood, Head \(1976\)](#) не визнавали походження цього басейну внаслідок ударного чинника, оскільки вважали, що фотографії, отримані *Mariner 10*, були надто поганої якості для однозначного твердження про генезис басейну. Однак більшість дослідників, починаючи з праць [Murray, et al. \(1974\)](#), наполягали саме на ударному генезисі. *Goethe* з північної і східної периферії обмежений похилою стінкою з фрагментарним низьким обрамленням, яке, ймовірно, складається з вивержених порід. Відміни, які формуються за їх участі, подібні до тих, що спостерігаються навколо басейну *Caloris* у регіоні *Tolstoj* ([Schaber, McCauley, 1980](#)). На західній окраїні басейн *Goethe* обмежений принаймні трьома субпаралельними пасмами з чітко вираженою блоковою будовою, які розділені вузькими жолобами, на днищах яких сформувалися відміни гладких рівнин. [Trask, Strom \(1976\)](#) зазначають, що якщо коли-небудь у басейну й існувало внутрішнє концентричне кільце, то воно, очевидно, було поховане під товщами порід гладких рівнин, які наразі поширені по всій внутрішній частині басейну. Вузькі, концентричні лавові кільця на периферії басейнового днища частково перекриті гладкими рівнинами й ідентифікуються лише завдяки злегка нахиленому й достатньо зруйнованому внутрішньому схилу басейнового обрамлення. [McCauley, et al. \(1981\)](#) стверджують, що прямолінійні гірські масиви та радіально-лінійні відміни басейнових викидів групи *Caloris*, що оточують однойменний басейн, не можуть бути однозначно визначені навколо басейну *Goethe*. Проте горбисті фрагменти далекої периферії басейну *Goethe*, які дуже нагадують вивержені басейнові викиди, чітко виступають над деградованими стінами басейну. Вони простягаються на південний захід і північ від басейну практично деградованим, низьким, ледь помітним обрам-

ленням на відстані від половини до однієї третини радіуса басейну.

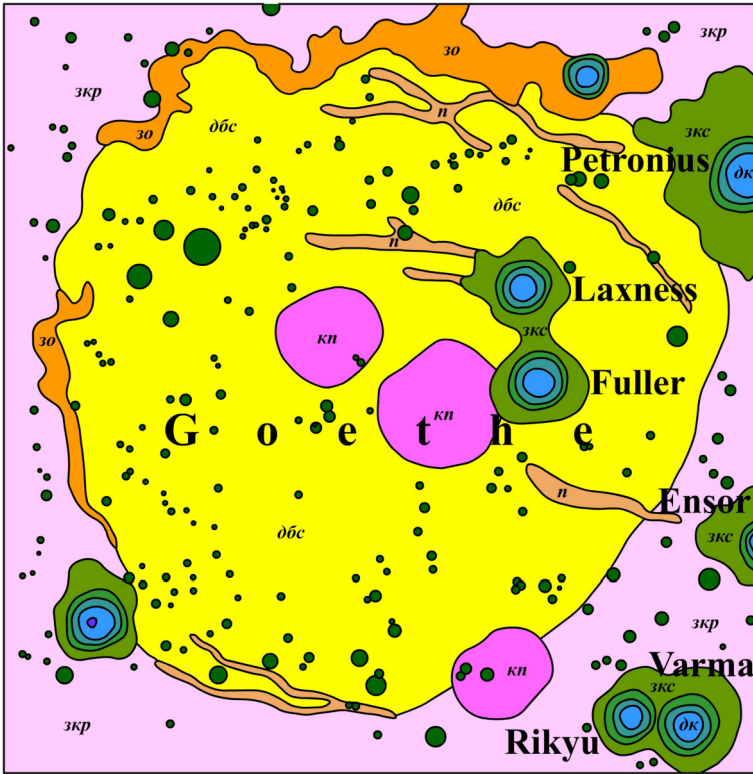


Рис. 5.5. Основні елементи поверхні басейну Goethe

Goethe, очевидно, старший за відміни гладких рівнин, оскільки його стіни, обрамлення і більшість басейнових викидів частково поховані під ними. Контури напірних валів обрамлення кількох внутрішньобасейнових кратерів ідентифікуються на фоні відмін гладких рівнин, які майже повністю займають центральні частини басейну *Goethe* (Davies, et al., 1978). Ці поховані кратери, ймовірно, утворилися на дніщі басейну одразу після його формування та згодом були практично повністю «затоплені» до верхньої межі їхніх обрамлень лавовими потоками, які

згодом й сформували відміни гладких рівнин (Strom, et al., 1975). Рельєф на північний захід від кратера *Desprez* набуває рис більш слабкохвилястої поверхні, ніж на південь від нього, що є свідченням того, що гладкі рівнини на північний захід від *Desprez* складаються з настільки тонкого шару відкладів, що крізь нього проступає старший і горбистий стародавній рельєф. Щільність і розмір так званих кратерів-привидів у басейні *Goethe* подібні до щільності кратерів С2 віку, які накладаються на всі інші рівнинні відміни регіона. Кратери-привиди та пост-консолідаційні відміни міжкратерних рівнин однозначно молодші за басейн *Goethe*, оскільки вони не були знищені внаслідок формування басейну. Саме тому басейн *Goethe* трансформував старшу за міжкратерні рівнини поверхню, а згодом був заповнений лавовими потоками. Якщо з часом це підтвердиться, то басейн *Goethe* може виявитися старшим за більшість міжкратерних рівнин і великих кратерів регіона С1 віку. McCauley, et al. (1981) переконані, що *Goethe* набагато старший за басейн *Caloris*, який був утворений приблизно у С3 період.

Деякі інші імпактні структури як у межах, так і на південь від регіона *Borealis* демонструють достатньо детальну басейнову структуру, хоча їхні діаметри менші за 200 км і на думку Murray, et al. (1974) не є басейнами. Найбільший і найстаріший з них – кратер *Botticelli*, діаметром близько 140 км. У межах його центральної частини знаходиться внутрішнє кільце, яке інтенсивно перекрите відмінами гладких рівнин. Ще один кратер регіона – *Turgenev* діаметром 110 км, достатньо великий, щоб бути просто кратером з розвинутою центральною гіркою. Його внутрішнє кільце, очевидно, було перекрите матеріалом відмін гладких рівнин. Обрамлення обидвох кратерів *Botticelli* та *Turgenev* вкриті густою мережею різногенетичних кратерів, більшість з яких, очевидно, вторинні та зазвичай приурочені до відмін міжкратерних рівнин. Саме тому *Botticelli* та *Turgenev*, значно старші за міжкратерні рівнини і можуть бути одного віку з ними і з басейном *Goethe*. Подібні характеристики притаманні й басейну *Monteverdi* діаметром 130 км, який розташований на межі регіонів *Borealis* і *Victoria*. Басейнова структура характерна й для мо-

лодших кратерів *Jokai* і *Verdi*, у яких чітко викреслюються центральні піки та фрагментарні елементи обрамлення. За твердженнями Wood, Head (1976), вони кваліфікуються як басейни з розвинутими центральними піками. Обидві кільцеві структури значно молодші за басейн *Caloris*.

У регіоні *Borealis* наразі неможливо однозначно ідентифікувати відміни, подібні до формацій *Van Eyck* групи *Caloris* (McCauley, et al., 1981). Кілька округлих пагорбів та опуклостей поверхні, які чітко простежуються у регіоні, морфологічно схожі на блоки формації *Odin*, що оточує басейн *Caloris* у регіоні *Shakespeare* (Guest, Greeley, 1983). Кілька опуклостей поверхні, які досягають 2 км у поперечнику, поступово здіймаються над відмінами гладких рівнин. Більшість опуклостей розташовані на відстані понад 1000 км на північний схід від *Caloris Montes* і, очевидно, є викидами з басейну *Caloris*. Не виключно, що вони пов'язані з викидами кратера *Verdi* або елементами викидів з кратера *Nizami*. Ще одна морфологічна особливість, яка може бути пов'язаною з формуванням басейну *Caloris*, проявляється у наявності густої мережі видовжених вибоїн, викликаних вторинним кратероформуванням на поверхнях відмін міжкратерних рівнин і на південно-західних схилах окремих кратерів, таких як *Mansart*.

Відміни гладких рівнин формують величезні простори *Borealis Planitiae* і *Suisei Planitiae*, а також займають абсолютну більшість дниць басейнів і великих кратерів. Це найпоширеніша відміна у регіоні *Borealis*. Поверхня гладких рівнин, у порівнянні з відмінами між кратерних, досить одноманітна. Для неї характерні лише невисокі, слабкозвивисті пасма. Днище басейна *Goethe* та молодші кратери, які накладені на нього, перекриті відкладами гладких рівнин. Ці відміни перекривають і кратери-привиди, які характерні для обидвох рівнин *Borealis* і *Suisei* та нагадують місячний кратер *Archimedes*. Саме тому, в основі *Borealis Planitia* повинні лежати потужні товщі відкладів відмін гладких рівнин, щоб бути спроможними повністю перекрити попередньо існуючий рельєф. За твердженнями Murray, et al. (1974); Strom, et al. (1975), розповсюдженість гладких рівнин у

межах басейнових і кратерних днищ свідчить, що породи, з яких складаються гладкі рівнини, заповнювали імпактні депресії у розплавленому стані. Незважаючи на те, що більшість векторів цих потоків не можуть бути наразі однозначно ідентифіковані у межах *Borealis Planitia*, додаткові докази саме вулканічного походження підкріплюються частковим накладанням гладких рівнин на відміни міжкратерних поверхонь. Така ситуація найкраще простежується вздовж західної периферії *Borealis Planitia*.

У регіоні *Borealis* найбільші скупчення великих кратерів С2 і С3 віку спостерігаються на захід від кратера *Gauguin* і на схід від кратера *Mansart*. Більшість маленьких кратерів накладаються на міжкратерні рівнини і, очевидно, вторинні щодо великих кратерів С2 і С3 віку.

У регіоні *Borealis* розповсюджені два типи кратерів-привидів – обидва практично повністю знищені під час формування відмін гладких рівнин. За спостереженнями [Guest, Greeley \(1983\)](#), для першого типу, який проявляється вздовж північно-західної межі *Suisei Planitia*, характерні лише верхня частина внутрішніх кратерних схилів та обрамлень, які ледь виступають над поверхнею гладких рівнин. Кратери-привиди цього типу яскраво демонструють заокруглені обрамлення і, в окремих випадках, нагадують місячні синуси, які щільно поєднанні з молодшими відмінами. У місцях такого поєднання вони формують слабкохвилясту поверхню, яка, здебільшого, характерна для відмін міжкратерних рівнин. Абсолютна більшість цих кратерів перекрита відмінами гладких рівнин. Інший тип кратерів-привидів, який поширений у межах *Borealis Planitia*, ідентифікується лише завдяки нерівному та надто тонкому контуру обрамлення, у тих місцях, де відміни гладких рівнин мають незначну потужність. Вік кратерів-привидів у регіоні *Borealis* оцінюється від С1 до С3 і базується на ступені деградації їхніх обрамлень, відносній щільності накладених на них молодших кратерів, а також інтенсивності перекриття відмінами гладких рівнин.

Однією з основних відмінностей між меркуріанською та місячною поверхнями є глобальне поширення на Меркурії ескарпів. У регіоні *Borealis* спостерігаються помітно менші північно-

західні тенденції глобальної сітки уступів. Однак мережа тектонічних тріщин та окремих лінеаментів чітко простежується на поверхні міжкратерних рівнин та на днищах великих кратерів, зайнятих відмінами гладких рівнин. Основне скупчення цих елементів на поверхні регіона *Borealis* знаходиться між кратером *Van Dijck* та кратером *Purcell* і незначно поширюється далі за його межі. Ескарпи, загалом, мають тенденцію до прямолінійного поширення на міжкратерних рівнинах, але набувають лопатеподібних рис у межах кратерних днищ. Значна частина тріщин і жолобів північно-східного простягання, а також набір уступів з північною тенденцією у кратері *Van Dijck* і на північ від нього, ймовірно, корелюють із зонами структурного послаблення меркуріанської кори. Стародавні тріщини, які були реактивовані під час потужних пізніх ударів, могли спершу забезпечити умови для потрапляння розплавленого матеріалу з надр планети, який поступово заповнив великі кратери і врешті-решт призвів до формування відмін гладких рівнин.

Згідно з уявленнями [Scott, et al. \(1980\)](#), деякі уступи, ймовірно, сформувалися під час звичайного руйнування відмін гладких рівнин. [Trask, Strom \(1976\)](#); [Boyce, Grolier \(1977\)](#); [Strom \(1979\)](#) вважають дугоподібні та радіальні лінеаменти, які, очевидно, виникли внаслідок тектонічних трансформацій меркуріанської кори, відголосками формування стародавніх і дуже великих ударних басейнів, таких, які лежать в основі *Borealis Planitia*. Деякі хребтоподібні, локальні структури на поверхні гладких рівнин у межах *Borealis Planitia* можуть мати ендегенне походження. Вперше такий тип хребтів на Меркурії був приписаний процесам стиснення планети [Strom, et al. \(1975\)](#); [Melosh \(1977\)](#); [Melosh, Duzurisin \(1978\)](#) і, як наслідок, глобальним деформаційним процесам у корі планети. З іншого боку, звивисті хребти вздовж північно-східної межі басейна *Goethe*, разом із системою зовнішніх концентричних, повільно нівелюючих обрамлень по периферії, можуть являти собою фронти лавових потоків, які пов'язані з інтенсивним розвитком структурних тектонічних тріщин між днищем басейна і його внутрішніми схилами.

Однак у межах *Borealis Planitia*, більшість хребтів все-таки мають екзогенне походження. Вони часто нагадують обриси обрамлень похованих кратерів-привидів. Наприклад, викиди з кратера *Desprez* простягаються понад 40 км на схід за межі округлого у плані уступа, який може являти собою обрамлення похованого кратера діаметром близько 170 км або, що більш імовірно, бути фронтом потужного лавового потоку. Розмір і щільність кратерів-привидів свідчать про те, що перед тим, як почали формуватися відміни гладких рівнин, стародавня, сильно кратерована поверхня *Borealis Planitia*, яка, можливо, була днищем дуже великого багатокільцевого ударного басейна, у межах якого згодом сформувався і басейн *Goethe*, були подібні за складом і за віком до ділянок міжкратерних рівнин нагір'я на заході регіона. Більшість скельних утворень *Borealis Planitia* є субконцентричні по відношенню до периферії басейну *Goethe* і характеризуються крутішими схилами.

Загалом геологічна історія регіона *Borealis* подібна до сусідніх регіонів, де більшість спостережуваних геологічних і тектонічних особливостей безпосередньо пов'язані з утворенням ударного басейна *Caloris*.

5.4. Регіон Койпер (*Kuiper region*)

Регіон *Kuiper*, розташований у тій частині Меркурія, де спостерігається найбільша щільність кратерів та включає в себе великий, за всіма ознаками, наймолодший кратер, який сягає 55 км у діаметрі. Він має і найвище зареєстроване альbedo на планеті (Napke, et al., 1975). У цьому регіоні знаходиться і дрібний кратер *Hun Cal*, який є головним орієнтиром для визначення меркуріанської довготи (Davies, Batson, 1975). Регіон насичений ударними кратерами та басейнами, численними вторинними кратерами та міжкратерними рівнинами з характерними формами рельєфу. У регіоні *Kuiper* розташовані шість багатокільцевих басейнів з поперечниками від 150 км до 440 км.

Поверхневі структури у регіоні представлені трьома основними групами: рівнинними, горбистими, кратерними та басейновими відмінами. Рівнинні та горбисті відміни переважно вулканічного походження. Втім, у їхньому формуванні могли брати участь і численні удари зовнішніх тіл, що призвели до формування брекчісподібного матеріалу на поверхні, який зумовив утворення товстого шару ґрунту – реголіту.

Найстаріші гірські породи, що проявляються у відслоненнях на поверхні, належать відмінам міжкратерних рівнин та периферійним районам найстаріших кратерів і басейнів. У сукупності ці породи утворюють порівняно пухкий ґрунт на відносно плоских поверхнях. Вони схожі на деякі горбисті відміни з крутими схилами, а також на горбисті відміни з хаотичним рисунком поверхні у південній частині місячної гірської місцевості, поблизу регіону *Purbach* (Holt, 1974) та *Tycho* (Pohn, 1972). Місцевості міжкратерних рівнин зазвичай характеризуються наявністю численних накладених вторинних кратерів, які утворюють чітку горбисту текстуру поверхні. Міжкратерні рівнини поступово з'являються у регіонах поширення кратерів рівнинних відмін, які, насамперед, утворюють плоску, щільну поверхню басейнів, схожих на *Mare Imbrium* на Місяці (Wilhelms, McCauley, 1971; Scott, 1972). Хоча відклади як кратерів, так і міжкратерних рівнин здебільшого інтерпретуються як вулканічні, останні були більше деградовані впродовж тривалішого періоду часу під потужним зовнішнім впливом. Велика частина рівнинних поверхонь, імовірно, покрита товстим шаром реголіту, який місцями надзвичайно модифікований під впливом довготривалого нашарування брекчій.

Відміни кратерованих рівнин проявляються у рельєфі відносно плоскими поверхнями з широкими обрамленнями й гостроверхими гребенями на периферії, а також лопатеподібними уступами у межах плоских поверхонь, які в окремих місцях нагадують поверхні більшості місячних морів. Відміни кратерованих рівнин, зазвичай представлені потоками лави, що активно формувалися під час початкової фази розходження потоків розплаву, спричинених зовнішніми ударами. Альbedo кратерних

рівнин середнє, у порівнянні з іншими меркуріанськими регіонами, але значно вище, ніж у місячних морів. Це може бути пояснено нижчим вмістом заліза і титану в місячній літосфері (Napke, et al., 1975).

Наймолодші відміни скельного характеру сформовані здебільшого з грубоуламкового матеріалу та поширені в межах плоских і слабкохвилястих рівнинних відмін. Грубоуламковий матеріал сформувався шляхом поступового змішування із виверженими породами навколо численних скупчень великих молодих кратерів у східній частині поверхні регіону *Kuiper*. Рельєф в області поширення цих відмін, мабуть, найвищий серед місць регіону *Kuiper*. Він характеризується щільними масивами молодих вторинних кратерів, які формують складну текстуру поверхні – переважно це локальні горбисті структури діаметром від 10 до 20 км.

Гладкі рівнинні відміни зі слабкохвилястою поверхнею займають днища численних кратерів усіх вікових категорій. Їхня поверхня, частково, порушена вторинними кратерами у багатьох місцях, особливо у східній частині регіону та у межах кратерів *Homer*, *Ticiane* і *Hendel*. Отже, гладкі рівнини можуть мати відносно широкий віковий діапазон. Як і міжкратерні рівнини, вони мають у своєму складі численні лопатеподібні уступи та займають центральні частини багатокільцевих басейнів. Гірські породи, з яких складаються гладкі рівнини, – вулканічні. Загалом їхні площі значно менші, ніж місячні міжкратерні рівнини, і більше нагадують місячні моря (Greeley, Gault, 1970, Neukum, et al., 1975, Meyer, Grolier, 1977). Слід зауважити, що альbedo міжкратерних і гладких рівнин середнє в порівнянні з подібними відмінами на Марсі (Napke, et al., 1975) але, водночас, відносно високе, у порівнянні з базальтовими морями на Місяці.

У межах кількох невеликих ділянок у західній частині регіона *Kuiper* поширені дуже темні поверхневі відміни. Найбільші з цих темних плям, мабуть, накладені на яскраві променеві системи молодих кратерів.

Кратери у межах регіону *Kuiper* більш складні у порівнянні з іншими регіонами Меркурія, оскільки спостерігається збіль-

шення їхніх розмірів від простих чашоподібних кратерів і кратерів з центральними гірками до багатокільцевих басейнів. Кратер *Kuiper* має помірні розміри та є головним кратером місцевого кластеру (рис. 5.6). *Brunelleschi* – кратер із частково зруйнованим обрамленням і *Rodin* – кратер з добре розвинутою багатокільцевою системою. Ці три меркуріанські кратери з морфологічної точки зору можна назвати двійниками місячних кратерів: *Copernicus*, *Compton (Antoniadi)* та *Schrodinger*. Всі вони мають розміри понад 35 км у діаметрі. Їхні днища заповнені, до деякої міри, лавовими потоками, які формують складні комплекси рівнинних відмін з численними відслоненнями зі сторони внутрішнього кратерного обрамлення. Їхня поверхня загалом вкрита серією дрібних вторинних кратерів – особливо у межах внутрішньої частини, що у сукупності чітко вказує на середню товщину шару лави на їхніх днищах – від 700 до 1000 м (De Hon, Waskom, 1976).

В абсолютній більшості структурні особливості залишаються невизначеними у цій частині Меркурія. Поверхня *Kuiper*, мабуть, не відчула жодних подій, які відбувалися в інших місцях планети (Davies, et al., 1978, Strom, et al., 1975). Найбільш відомими структурами у цьому регіоні є системи кілець, які пов'язані з формуванням деяких великих кратерів і басейнів, розломів, кратерних катен та лопатеподібних уступів, а також численних гребенів у межах рівнинних відмін. Також тут добре простежується більшість нерівностей і уступів. У межах регіона знаходяться щонайменше два кратери зі слідами розломів на внутрішніх схилах, які свідчать про певні переміщення поверхневих блоків. Кілька таких рухів простежуються на міжкратерних рівнинах і, очевидно, закладають тенденції до можливих подальших рухів на північному заході та північному сході регіона (Scott, et al., 1976).

Хребти у регіоні значно ширші, ніж більшість подібних хребтів місячних морів, й обмежуються, здебільшого, міжкратерними рівнинними відмінами. Цікавим утворенням регіона є *Antoniadi Dorsum* – пасмо з добре розвиненим широким хребтом у північній частині поверхні *Kuiper*, при цьому воно менш роз-

винене на південному кінці та з'являється на поверхні як фрагментарний виступ. Тут розташовані й групи лінійних западин, які зовні нагадують грабени, проте являють собою, фактично, ланцюжки вторинних кратерів, наприклад: *Goldstone Catena* та *Haystack Catena*.

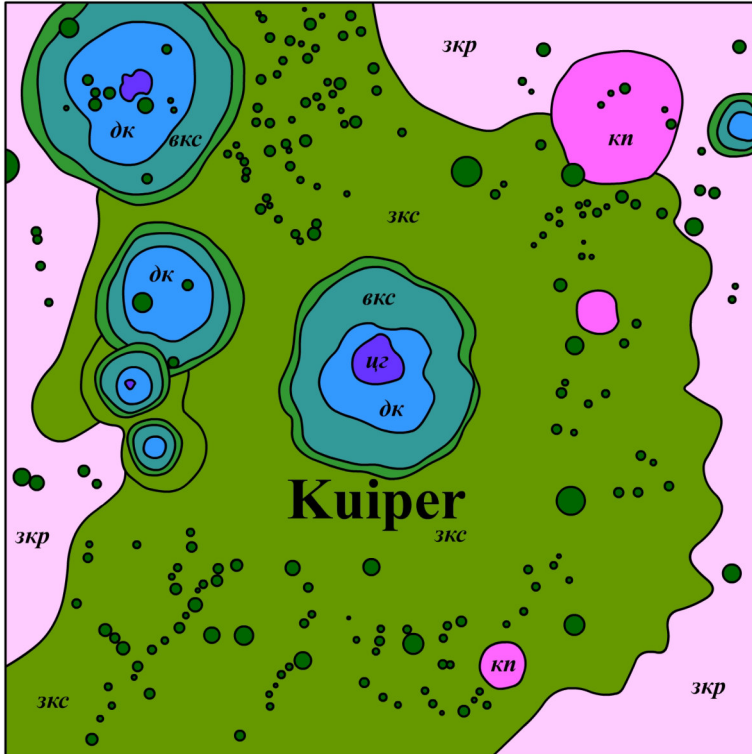


Рис. 5.6. Основні елементи поверхні кратера *Kuiper*

Інтерпретуючи геологічну історію поверхні *Kuiper*, перш за все, чітко простежується зменшення метеорного бомбардування, впродовж якого формувалися великі кратери та басейни, а також рівнинні відміни, що добре збереглися. Кратероформування на Меркурії відзначається поступовим зменшенням кількості кратерів у кожному наступному геологічному періоді. Детальний

аналіз поверхні планети вказує на високу загальну щільність кратерів і кільцевих басейнів, що утворилися під час інтенсивного раннього бомбардування. Сумнівно, що будь-який первинний матеріал меркуріанської кори зберігся без довготривалого нашарування товщ брекчієподібного матеріалу та подальшого перерозподілу поверхневих товщ гірських порід під зовнішніми впливами. Основні популяції ранніх кратерів у регіоні представлені лише метеоритними кратерами, які частково збереглися після стадії найінтенсивнішого метеоритного бомбардування. Зі зменшенням активного впливу важкого бомбардування, кратерні рівнинні відміни, ймовірно, зазнали інтенсивного впливу локальних вивержень, гірські породи яких відклалися й збереглися у широких, низинних районах, «затоплених» й замкнених або частково похованих під викидами великих кратерів. Молодші кільцеві басейни – *Venuar* і *Roden* утворилися, очевидно, до кінця цієї стадії, подібно до басейну *Caloris* на протилежній півкулі планети (McCauley, et al., 1981; Schaber, McCauley, 1980). Кратери, що сформувалися трохи пізніше – впродовж періоду поступово спадаючої інтенсивності важкого бомбардування, збереглися дуже добре. У ході цієї стадії відміни гладких рівнин заповнили центральні частини багатокільцевих басейнів та більшість дрібних кратерів, локалізованих у регіонах з низькими ділянками, де вони характеризуються особливо низькою щільністю дрібних кратерів. Наймолодші кратери мають чітке обрамлення з яскравими променевими системами.

Відносно невеликі розміри Меркурія, відсутність атмосфери і подібна природа ударних кратерів робить його схожим із Місяцем. Геологічні історії двох планет теж подібні. На поверхнях обох відбувалося поступове зменшення кількості метеоритних ударів. Кратерна історія Меркурія формувалася одночасно із локальними виверженнями, що, можливо, і призвело до нівелювання деяких басейнів та «затоплення» великих площ подібно до місячних морів. Молоді кратери з яскравими променевими системами, як *Kuiper*, маркують наймолодші події, подібно до кратера *Copernic* на Місяці. Більшість темних ділянок уздовж

західної периферії поверхні регіона *Kuiper* можуть бути слідами прояву пізнього вулканізму.

Деякі відмінності між Місяцем і регіоном *Kuiper* на Меркурії можуть бути більш очевиднішими, ніж реальними. Очевидні відмінності є результатом візуалізації та специфіки освітлення під час виконання АМС *Mariner 10* фотознімків регіону, які не повністю дозволяють здійснити огляд поверхні у різних умовах. Реальні ж відмінності – результат розміру Меркурія, його гравітаційного поля, близькості до Сонця, внутрішнього складу і особливостей структури, часу й тривалості основних вулканічних епізодів по відношенню до поступового зменшення інтенсивності ударних подій. Поверхневі відмінності включають у себе добре збережені вторинні кратери, поширені навколо старих імпактних структур і басейнів, а також відсутність викинутих товщ порід під час формування особливо великих басейнів, таких як басейни *Imbrium* і *Orientalis* на Місяці. Можливі відмінності й у ході вулканічних подій, зокрема відсутність поширених відкладів темних морів, вулканічних куполів, конусів і звистих борозен.

5.5. Регіон Мікеланджело (*Michelangelo region*)

Регіон *Michelangelo* розташований у південній півкулі Меркурія (рис. 5.7). Його поверхня сильно кратерована. Історія формування регіона значною мірою залежала від утворення та довгої еволюції багатокільцевих басейнів. У регіоні простежуються чотири таких структури, які майже стерті з денної поверхні тривалим вивітрюванням та поступовим накладанням на них нових екзогенних форм. Більшість кратерів інтерпретуються як ударні та відображають широкий спектр типів модифікації й денудації їхніх морфоструктур. Взаємодія між басейнами, кратерами і рівнинами в межах регіону демонструє систему своєрідних маркерів геологічних процесів, які призвели до формування морфологічного рисунка сучасної меркуріанської поверхні.

Цікавими елементами для інтерпретації у регіоні *Michelangelo* є деякі локальні особливості частини поверхні з низьким альбедо (Davies, et al., 1978). Ці характерні риси, здається, безпосередньо не співвідносяться з будь-якими конкретними відмінами. Район *Solitudo Promethei* може відповідати відкладам рівнинних відмін, а район *Solitudo Martis* бути складеним подібним матеріалом. Кольорові зображення в ультрафіолетовому діапазоні, які представлені у праці Napke, et al. (1980), навпаки, не відображають особливого взаємозв'язку між цими місцевостями. Райони жовтого кольору, ймовірно, відповідають рівнинним відмінам, але більшість з них перекриваються кратерованою місцевістю на периферіях.

Як уже згадувалося, у межах регіону *Michelangelo* виявлені чотири багатокільцеві басейни. Вони пов'язані з накладеними на них великими кратерами та формують своєрідні пари. Подібна ситуація часто спостерігається у сильно денудованих місячних басейнах (Wilhelms, El-Baz, 1977). Ймовірна послідовність виникнення таких басейнів така: *Barma-Vincente*, *Bartok-Ives*, *Hawthorne-Riemenschneider* та *Eitoku-Milton*. Ідентифікація цих басейнів можлива завдяки характерним рисам поверхні: наявності фрагментарних масивів, які, ймовірно, деформують молодші, накладені на них відміни, присутності дугоподібних сегментів гребенів, які, здебільшого, мають паралельне простягання до відмін масивів і дугоподібних уступів, які своєрідним чином роз'єднують масиви та гребені.

Оскільки у жодному з чотирьох басейнів не вдається виявити вивержених порід, які б збереглися, басейни варто вважати найстарішими утвореннями у даному регіоні. До того ж вони перекриті більшістю молодших відмін (Guest, Gault, 1976).

Великі площі гладких рівнин концентруються у межах центральних частин басейнів та на перетинах обрамлень сусідніх басейнів. Окрім того, спостерігаються специфічні тенденції частини сегментів уступів, що інтерпретуються у деяких працях як насуви, генезис яких пов'язаний з глобальним стиснення меркуріанської кори (Strom, et al., 1975; Dzurisin, 1978). Подібні утворення характерні й для стародавніх басейнів як на Місяці

(Schultz, 1976), так і на Марсі (Schultz, et al., 1982; Chicarro, et al., 1983).

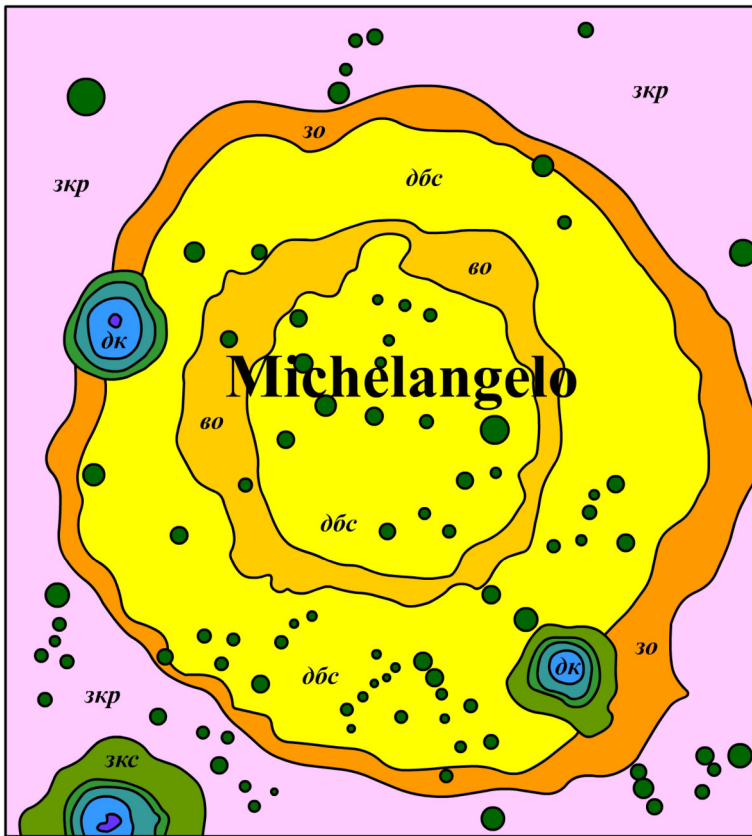


Рис. 5.7. Основні елементи поверхні басейну Michelangelo

У регіоні, крім чотирьох багатокільцевих басейнів, спостерігається і древній двокільцевий басейн – *Surikov*. Внутрішнє кільце цього басейну добре збереглося, а його морфологія напрочуд схожа на кільця молодих басейнів, наприклад як у басейна *Bach*, де зовнішнє кільце майже повністю знищене. Така морфологічна особливість подібна до місячного басейну *Grimaldi*.

Найстарішими рівнинними відмінами у регіоні *Michelangelo* є міжкратерні рівнинні відміни, вперше описані [Trask, Guest \(1975\)](#). Ці відміни, переважно мають горбисто-хвилястий характер і займають великі ділянки між великими імпактинними структурами, про що свідчать їхні чіткі суперпозиції по відношенню до багатьох вторинних і батьківських кратерів. У деяких районах відміни міжкратерних рівнин обмежені старими кратерами і зустрічаються у всіх деградованих басейнах, описаних вище. Походження меркуріанських міжкратерних рівнинних відмін досі залишається невивченим, незважаючи на нові дані, отримані АМС *Messenger*. Всього запропоновано дві моделі походження цих рівнинних відмін: вулканічна ([Strom, 1977](#)) та ударна ([Oberbeck, et al., 1977](#); [Wilhelms, 1976](#)). Рівнинні відміни, найімовірніше, мають полігенетичну природу, яка складається як із кратерних і басейнових відкладів, так і з лавових потоків. Їхній фізичний і літологічний склад подібний до місячного високогірного реголіту.

У регіоні *Michelangelo* спостерігається близько семи басейнів, які сформувалися пізніше або одночасно із завершальними стадіями накопичення матеріалу в межах сучасних відмін міжкратерних рівнин.

Перший із них *Dostoevskij*, на поверхні проявляється лише як одне кільце, внутрішня частина якого, ймовірно, похована під гладкими рівнинними відмінами. Викиди із цього басейну можуть знаходитися на відстані до 450 км від самого кільця басейну. Кілька вторинних ланцюгів кратерів виникли на південному сході від басейнового обрамлення. Хоча *Dostoevskij* вважається типовим прикладом великого кратера ([McCauley, et al., 1981](#)), кількість дрібних кратерів у його околицях вказує, що він може бути значно старшим.

Басейн *Tolstoj* практично повністю розташований у межах регіону *Tolstoj*. Він складається з трьох фрагментарних, достатньо сильно денудованих субрадіальних кілець. Покривні викиди з цього басейну поширені на відстані від передбачуваного центра басейну до 350 км, а щільність кратерів у катенах переконливо вказує на старший вік формування цього басейну в по-

рівнянні з басейном *Caloris*. Приблизно у межах часу формування басейну *Tolstoj* був сформований і незначний за розмірами безіменний басейн поруч. Він частково перекритий відкладами, що сформувалися під час утворення кратера *Delacroix* (Schaber, McCauley, 1980).

Результат потужного удара, під час формування басейну *Caloris*, у даному регіоні незначний. Тут знаходяться лише незначні прояви викидів з басейну *Caloris* і не спостерігається більшості структурних утворень, які були б викликані цим ударом. Слід зазначити, що у західній частині регіона розташовані дві групи великих, схожих між собою кратерів. Імовірно, що ці групи сформувалися одночасно – під впливом однієї ударної події, оскільки на поверхні не спостерігається чіткої стратиграфічної послідовності між ними. На базі подібних кратерних скупчень, у межах басейнів *Imbrium* та *Oriente* на Місяці, вони інтерпретуються як вторинні (Schultz, 1976; Wilhelms, 1976; Eggleton, 1981), тому, за аналогією, у межах регіону *Michelangelo*, ці групи кратерів є вторинними щодо басейна *Caloris*. Згідно з даними McCauley, et al. (1981), їх утворення, ймовірно, пов'язане з формацією *Van Eyck*. Ці ж вторинні викиди перекривають більшість відкладів басейна *Dostoevskij*, і тим самим підтверджують, що він старший за басейн *Caloris*.

Басейн *Beethoven*, складається з одного кільця діаметром близько 660 км. Точний вік *Beethoven* важко встановити, оскільки щільність накладених кратерів від первинного удару свідчить про його формування уже після утворення басейну *Caloris*. Проте він може бути таким же давнім як і *Caloris*. Ця неузгодженість пояснюється великим діапазоном помилок щодо оцінки віку кратерів. Викиди з *Beethoven* надто великі, особливо у східному та південно-східному напрямку від басейну, а їхня периферія може, в окремих місцях, сягати відстані 600 км від зовнішнього обрамлення басейну. Слід зазначити, що у західному напрямку викиди практично відсутні. Причину цієї асиметрії зрозуміти на даному етапі вивчення регіону неможливо. Імовірно, *Beethoven* є наслідком косоного удару, який спричинив асиметричний розподіл матеріалу під час екскаваційних стій (Gault,

Wedekind, 1978). Не слід виключати й можливості руйнування радіальної структури басейна у західній частині під впливом викидів з кратера *Valmiki*.

У межах периферії регіона *Michelangelo* розташовані ще два басейни – *Valmiki* та *Bach*. Обидва містять по два кільця в обрамленні і в морфологічному відношенні займають проміжну позицію між великими кратерами і багатокільцевими басейнами.

Найстарішими серед молодих рівнин є перехідні рівнинні відміни. Вони формують слабо хвилясту поверхню, яка повсюдно має сліди деформацій, викликаних формуванням дрібних кратерів. Рівнинні та кратерні поверхні взаємодіючи з іншими рівнинними відмінами формують цілі комплекси відмін, які створюють своєрідну ландшафтну структуру цих ділянок регіона. Вони вказують і на розподіл вікових взаємовідносин рівнин на Меркурії, які частково залежать від відносної кількості накладених на первинну поверхню вторинних кратерів, щільність яких різниться.

Гладкі рівнинні відміни формують регіональні нагромадження відкладів, які до сьогоденішнього часу модифікувалися до злегка горбистих та слабо хвилястих рівнин, які, здебільшого, займають днища великих кратерів. Горбисті та хвилясті рівнини мають значно менші площі, у порівнянні з кратерними рівнинами, хоча, зазвичай, у межах регіону *Michelangelo*, й демонструють більш високу щільність кратерів у порівнянні з місячними морями (Murray, et al., 1974).

Походження відмін молодих гладких рівнин залишається проблематичним питанням геологічної історії Меркурія. Вони вважаються або вулканічного походження (Strom, et al., 1975; Trask, Strom, 1976) або фаціями, так званого, балістичного виверження (Wilhelms, 1976; Oberbeck, et al., 1977). Існує цілий ряд інтерпретацій, суть яких полягає у тому, що фактично більша частина цих відмін має вулканічне походження, оскільки вони розподілені регіонально та не мають очевидного балістичного джерела, а головні ділянки цих рівнин розташовуються у центральних частинах великих басейнів, аналогічним до місячних морів. Існують і непрямі докази в інших частинах Мерку-

рія, де виявлена значна вулканічна модифікація ударних кратерів (Schultz, 1977). Окремі частини рівнинних відкладів можуть бути складною сумішшю викидів з різних джерел, що перекривають стародавні кратери.

Для Меркурія прийнята вікова класифікація кратерів, що базується на морфологічній послідовності деградації кратерних утворень, і яка була розроблена N.J. Trask (McCauley, et al., 1981). Вона передбачає, що всі кратери конкретного діапазону розмірів, на початку свого еволюційного шляху нагадують молоді кратери, а ступінь ерозійного руйнування постійний для всіх кратерів у морфологічно визначеній послідовності. Хоча всі ці умови, загалом, й мають місце, проте ступінь денудації може бути локально прискореним, завдяки сусіднім рельєфотворчим подіям, викликаним як ендегенними так й екзогенними чинниками, які часто призводять до «затоплення» рівнинних відмін і, значно рідше, можуть бути сповільнені, шляхом структурного омолодження комплексів структурних елементів кратерів. Отже, стратиграфічне значення сучасної морфології кратерів є лише наближенням до їхнього реального стратиграфічного положення.

Великі басейни у межах регіону *Michelangelo* датовані шляхом підрахунку кумулятивної густини супутніх первинних ударних кратерів, що мають діаметр понад 20 км. Ця методика, у свій час, продемонструвала високу ефективність під час вивчення місячних басейнів (Wilhelms, 1987), де очевидних суперпозиційних відносин не існує взагалі. Результати вивчення цих кратерів вказують на те, що *Dostoevskij*, наприклад, сформувався раніше за басейн *Caloris* (McCauley, et al., 1981), і насправді є одним із найстаріших басейнів у даному регіоні.

Порівняно рівномірно у регіоні розташовані кратерні катени. Вони інтерпретуються як вторинні ударні кратери різного віку. Більшість вторинних меркуріанських кратерів добре збережені й мають чіткі, злегка перенакладені обрамлення. Така морфологічна особливість є наслідком сильнішої гравітації Меркурія по відношенню до Місяця, яка сприяла розвитку значно бі-

льшої швидкості ударника під час формування кільцевих структур на поверхні Меркурія (Gault, et al., 1975; Scott, 1977).

Кільцеві структури крупних басейнів, пов'язані як мінімум з чотирма стародавніми басейновими утвореннями і є найстарішими структурами у регіоні та певною мірою ідентифікують структурні тенденції подальшої тектонічної історії розвитку поверхні планети. Деякі з лопатеподібних хребтів, які були описані Strom (1979), повторюють рисунок дугоподібних фрагментарних кілець. Найкраще такі утворення проявляються вздовж кілець басейну *Barma-Vincente* на ділянці з уступом *Hero Rupes*. Ці лопатеподібні хребти, ймовірно, мають тектонічне походження і, незважаючи на їх глобальне поширення у межах всієї планети, можуть мати нетотожний генезис – унаслідок локального прояву тих чи інших ендегенних процесів, що загалом відобразилося на сучасній поверхневій структурі, яка й інтерпретується як така, що безпосередньо пов'язана з історією формування басейнів. Очевидний вплив більшості давніх басейнових кілець проявляється у межах обрамлення *Dostoevskij*, де кільце *Barma-Vincente* перетинається з ним. На цій ділянці частина кілець *Dostoevskij* структурно підкреслена цим перетином. Рельєф області подібний до стародавніх басейнів на Марсі, які пов'язані із сильно деградованими структурами (Chicarro, et al., 1983).

У межах гладких рівнинних відмін у рельєфі чітко проявляються численні хребти, які, зазвичай, нагадують хребтоподібні підняття у межах місячних морів. Ці утворення мають всі ознаки тектонічного походження. Меркуріанські хребти, ймовірно, пов'язані з незначними тектонічними апругами, які супроводжували формування гладких рівнин. Численні ділянки з лінійними поверхневими структурами приурочені до перефірійних частин басейнових обрамлень та пов'язані з їхнім формуванням й еволюцією. Слід зауважити, що більшість з них, імовірно, зумовлена нагромадженнями вулканічних відкладів. Окремі з них мають локальні прояви поруч з існуючими басейновими кільцями.

Геологічна історія регіону *Michelangelo* починається з утворення чотирьох стародавніх, багаторівневих та багатокіль-

цевих басейнів: *Barma-Vincente*, *Bartok-Ives*, *Hawthorne-Riemenschneider* й *Eitoku-Milton*. Прирівнюючи їх до подібних утворень на Місяці, можна стверджувати, що всі вони утворилися у період важкого бомбардування (Wilhelms, 1987). Одночасно з їхнім формуванням, ймовірно, відбулося пстопове утворення численних областей відмін гладких рівнин. Більшість рівнин мають складну історію осадоногопичення, оскільки вони зазнали неодноразової переробки як під час бомбардування, так і під час активних вулканічних фаз. Осадоногопичення у межах рівнинних відмін поступово зменшувалося, бо формувалися молодші серед найстаріших басейнів, серед яких добре збереглися *Dostoevskij* і *Tolstoj*. Формування цих басейнів призвело до часткового, а в окремих місцях до повного перебиття раніше існуючих відмін. Упродовж всієї історії формування рівнинних відмін різного генезису відбувалося нагромодження товщ порід із різною інтенсивністю. Матеріал надходив як іззовні, так і внаслідок вулканічної активності. Регіональна деформація окремих ділянок рівнинних відмін відбувалася в результаті тектонічних рухів, які призвели до формування хребтоподібних структур, скидів та насувів.

Формування басейну *Caloris* здійснювалося одночасно з утворенням більшості рівнинних відмін. У безпосередній близькості до басейну *Caloris* сліди вулканічних вивержень могли опинитися похованими під товщами молодших відкладів або локально переформатуватися під час важкого бомбардування. Про це свідчать групи вторинних кратерів, які мають очевидний зв'язок із басейном *Caloris*. Одразу після формування *Caloris* були сформовані численні локальні області відмін гладких рівнин, які, як уже неодноразово згадувалося, мають вулканічне походження. У цей же період осадоногопичення відбувалося і в басейнах *Beethoven*, *Michelangelo*, *Valmiki* і *Bach*. Низька тектонічна активність у межах материкових частин регіону продовжувалася ще досить довго та зумовила формування пасем і хребтів, подібних до хребтоподібних утворень у межах місячних морів.

Формування меркуріанського реголіту продовжується до наших днів у планетарному масштабі. Місяць є своєрідним маркером для трактування великої кількості тектонічних та геологічних подій, які мали місце в історії формування та розвитку Меркурія (Murray, et al., 1975).

5.6. Регіон Шекспір (*Shakespeare region*)

Особливим елементом поверхні регіону *Shakespeare* є ударний басейн *Caloris*, який сягає у поперечнику до 1300 км (рис. 5.8). Цей ударний басейн найбільший та найкраще збережений на планеті. Майже вся східна частина басейну знаходиться у місцевості *Liguria* (Schaber, McCauley, 1980).

До елементів басейну *Caloris* відносять й найближчі до нього складні системи розривних радіально-концентричних структур, які формувалися під час активації постударного вулканізму одразу після утворення басейну. Периферійні виверження басейну *Caloris* проявляються на поверхні здебільшого замкнутими групами і лише частково перекриті відкладами оточуючих рівнинних поверхонь. Переважно ці поверхневі відміни займають великі, наближені до кругових форм западини. Ймовірно, що деякі з цих западин можуть бути стародавніми, сильно деградованими ударними басейнами. Подібні рівнинні відміни також спостерігаються у підніжжях старих кратерів і в невеликих пониженнях різного генезису.

Східній частині поверхні регіону *Shakespeare* притаманні кратерні поверхні, які рівномірно чергуються з міжкратерними рівнинами. Як і для більшості поверхні Місяця, для регіону *Shakespeare* характерний весь різновіковий спектр кратерів. Впродовж усього часу формування цієї території, з поступовим спадом інтенсивності кратероформування, нові кратери накладалися на всі попередні елементи поверхні. Найбільші з молодих кратерів, як і на Місяці, оточені яскравими променевими системами.

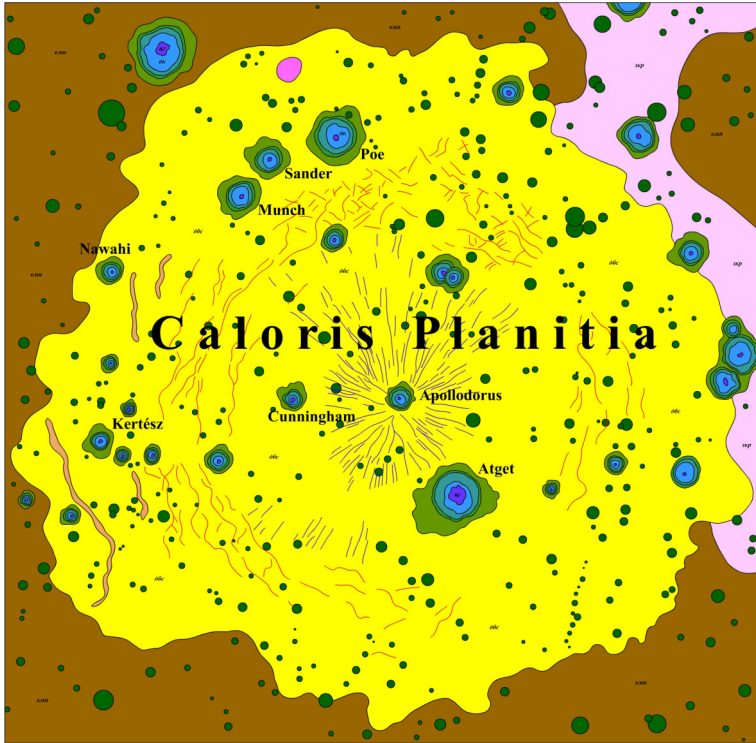


Рис. 5.8. Основні елементи поверхні басейну Caloris Planitia

Найстаріші серед добре збережених елементів поверхні міжкратерні рівнини. Ці відміни мають яскраве поверхнєве вираження – від понижених до горбистих рівнин, переважно, в областях між головними кратерами. Поверхням рівнин із численними кратерами притаманний строкатий характер. Більшість кратерів, що розташовані тут, сягають від 5 до 10 км, з переважанням еліптичних і неправильних форм і, в абсолютній більшості, є дрібними. Значна кількість крихтих кратерів вторинні та пов’язані з формуванням великих кратерів і басейнів. Поверхня цих рівнин – до деякої міри, первісна поверхня планети, яка сформувалася одразу після консолідації меркуріанської кори та на яку, з часом, були накладені всі інші елементи поверхні.

Велика протяжність «первісної» поверхні, у порівнянні з її аналогом на Місяці, пов'язана з тим, що на Меркурії, під час формування великих ударних кратерів, не відбувалося, завдяки сильнішій гравітації, значного поширення викинутого матеріалу (Gault, et al., 1975). Гравітація стала причиною значних деформацій більшості кратерів та ударних басейнів постударними викидами. Проте, Malin (1976b) і Guest, O'Donnell (1977) помітили, що в деяких районах Меркурія, у тому числі і в регіоні *Shakespeare*, міжкратерні рівнини гіпсометрично розташовані вище деградованих кратерів. Вони пояснюють це тим, що міжкратерні рівнини формувалися тільки протягом нетривалого часу геологічної історії Меркурія, а утворення кратерів відбувалося як до, так і після їх формування. Можливо, що міжкратерні рівнини сформувалися у результаті безперервного процесу впродовж всього періоду кратероформування на Меркурії.

Окремі ділянки поверхні регіону *Shakespeare*, особливо у складі великих, протяжних рівнин, характеризуються наявністю гладких поверхонь із незначною густиною дрібних кратерів. Поряд з цими відмінами простежуються включення окремих неоднорідних елементів місцевості широкого спектра. Подібно до Schaber, McCauley (1980), ми називаємо їх перехідними відмінами рівнин. Дану територію важко аналізувати з позицій генезису, оскільки вона сформована з двох тісно переплетених частин: міжкратерних і гладких рівнин. Такий її характер, з певною мірою точності, дозволяє припустити, що процес формування рівнинних форм припадав на ранній період геологічної історії Меркурія і тривав ще довгий час після піку кратероформування. У південній частині *Sobkou Planitia* перехідні рівнини характеризуються значно нижчим альбедо, ніж на прилеглих рівнинах. У деяких місцях альбедо може вказувати на ділянки міжкратерних рівнин, окремі частини яких були частково перекриті молодшими гладкими рівнинними відмінами.

Так звані лінійні рівнини вперше описані Trask, Guest (1975) як форми рельєфу, що складаються з лінійно розташованих пагорбів й долин. Окремі пасма мають довжину понад 300 км. Ці елементи поверхні, очевидно, модифіковані після форму-

вання великих кратерів і міжкратерних рівнин. Їх обриси дуже схожі на *Mare Serenitatis* (Gilbert, 1893) і на радіально-концентричні пагорби й долини басейну *Nectaris* на Місяці (Stuart-Alexander, 1971). Імовірно, серії цих поверхневих елементів формувалися подібно до *Mare Serenitatis* – унаслідок викиду з котловини уламків, які й сформували серії концентрично-радіальних додатних поверхневих елементів (Mason, et al., 1976). Що стосується окремих меркуріанських долин, то деякі з них можуть бути результатом тектонічних рухів. Велика частина лінійних елементів у регіоні *Shakespeare* розташована на південь від басейну *Caloris*, що лежить між *Odin Planitia* і *Budh Planitia*.

Відміни горбистих рівнин переважно сформовані округлими пагорбами, які щільно розташовані один до одного з включеннями відносно невеликої кількості накладених один на одного кратерів. Пагорби за протяжністю коливаються у межах від 1 до 2 км і за оцінкою Trask, Guest (1975), які першими ідентифікували ці елементи й назвали їх горбистими місцевостями, сягають висоти від 100 до 200 м. Основні скупчення горбистих відмін зосереджені, здебільшого, поза концентричною зоною й за межами основних вивержень басейна *Caloris*. Вірогідно, що ці території безпосередньо пов'язані з *Caloris*, хоча, крім їх специфічного географічного розподілу, немає жодних інших доказів. На окремих ділянках, їхня контактна взаємодія дозволяє припустити, що відміни горбистих рівнин можуть бути значно старшими за міжкратерні рівнини. Окрім того, незначні ділянки горбистих відмін, можливо, пов'язані з міжкратерними рівнинними відмінами, особливо у східній частині поверхні регіону *Shakespeare*.

До цього періоду, перш за все, належать скельні елементи, які також пов'язані з басейном *Caloris*. Як і для геологічної історії Місяця, що була перенасичена цілою низкою глобальних впливів, які ознаменувалися потужними викидами на великі площі поверхні планети й утворенням, у тому числі й скельних відмін. Ці відміни і в умовах Меркурія мають тотожну природу й напряду пов'язані з формуванням великих ударних басейнів. Слід зазначити, що саме ці відміни були використані як стратиг-

рафічні маркери для геохронології Місяця (Shoemaker, Hackman, 1962; McCauley, 1967; Wilhelms, 1972). Це особливо актуально для *Mare Serenitatis* (Wilhelms, McCauley, 1971) та *Mare Orientale* (Scott, et al., 1977).

На базі геологічного картування поверхонь регіонів *Shakespeare* і *Tolstoj*, McCauley, et al. (1981) створено формальну скельну стратиграфію, під загальною назвою *Caloris Group*, яку використовують досі. Вона включає елементи поверхні, створені тим впливом, який був причиною формування самого басейну *Caloris*. Серед них в регіоні *Shakespeare* вирізняються такі: утворення *Caloris Montes*, утворення *Nervo*, утворення *Odin* та утворення *Van Eyck*.

Утворення *Caloris Montes* вперше ідентифіковане Trask, Guest (1975) і неофіційно, протягом значного часу, носило назву гірської місцевості *Caloris*. Утворення *Caloris Montes* складається з локальних масивів із гладкою поверхнею, що підноситься на кілька кілометрів над навколишньою місцевістю і формує чітке гірське кільце, що обрамлює басейн *Caloris*. Ця гірська відміна може бути також інтерпретована і як піднесення корінних порід на край басейну під час формування котловини внаслідок падіння масивного астероїдного тіла. *Caloris Montes* має аналогічні ознаки, як і в масива утворення *Montes Rook* навколо басейну *Orientalis* на Місяці (Scott, et al., 1977; McCauley, et al., 1981). *Caloris Montes* має всі ознаки присутності додаткових відмін іншого генезису. Походження розриву, яке спостерігається у *Caloris Montes* на південному сході – невідоме, але воно дуже схоже на розрив на східній стороні басейну *Mare Serenitatis*, де гірське кільце прорізує край *Mare Serenitatis*. Однак на Меркурії поки що не знайдено жодних доказів існування ударного басейну на схід від *Caloris Montes*.

Утворення *Nervo* являє собою рівнинний елемент поверхні, який сформувався у проміжках між радіально-концентричними елементами *Caloris Montes*. Відміни цього утворення формувалися на різних гіпсометричних рівнях гірського ланцюга. Утворення *Nervo* аналогічне за своїм генезисом до *Montes Apenninus* (Wilhelms, McCauley, 1971) навколо *Mare Serenitatis* із тісно пе-

реплетеними відмінами змішаного генезису, подібними на *Montes Rook* в *Orientalis* (Scott, et al., 1977). Trask, Guest (1975) першими визначили ці елементи поверхні як міжгірні рівнинні відміни.

Утворення *Odin* також було ідентифіковано Trask, Guest (1975) як горбисті рівнини та описані ними як розсіяні пагорби від 0,3 до 1 км у ширину і від десятків метрів до кількох сотень метрів у висоту. У деяких місцях групи пагорбів розміщуються концентрично по відношенню до головного обрамлення басейну *Caloris*, де поруч з ними з'являються горбисті рівнини. Області між пагорбами, переважно зайняті ідентичними до відмін гладких рівнин елементами поверхні. Але ця схожість полягає тільки у поверхневих характеристиках. Деякі райони з поширенням формації *Odin* можуть бути частково перекриті молодшими гладкими рівнинними відмінами. Утворення *Odin* аналогічне до формації місячних *Alpes* (Wilhelms, McCauley, 1971). Відміни утворення *Odin* фрагментарно перекривають міжкратерні рівнини, лінійні рівнини і перехідні рівнинні відміни на значній відстані від обрамлення басейну *Caloris* і спостерігаються на відстані до 1100 км від нього. Окремі елементи поверхні, що належать до утворення *Odin*, були частково поховані та перекриті молодшими гладкими рівнинними відмінами.

Утворення *Van Eyck* включає в себе відміни лінійних елементів та відміни вторинних кратерів. Лінійні відміни простягаються від *Caloris Montes* теж на значну відстань – до 1000 км. Вони здебільшого сформовані з довгих, горбистих хребтів і борозен, які переважно згруповані на півдні від басейну *Caloris*. Відміни цього утворення загалом схожі, за зовнішнім виглядом, на формацію *Fra Mauro* з басейну *Mare Imbrium* на Місяці. Лінійні відміни, як і більшість попередніх, були вперше ідентифіковані Trask, Guest (1975) та інтерпретовані ними як лінійні місцевості *Caloris*. Впродовж довшого періоду формування відмін утворення *Van Eyck* відбувався процес їх перекриття новішими відкладами, які заповнили пониження на всіх їхніх поверхнях. Тому відміни пізніше сформованих рівнин, у районах поширення відмін утворення *Van Eyck*, загалом були включені до ком-

плексу *Van Eyck*. У межах лінійних відмін чітко виділяються сліди вивержень, пов'язаних із вторинним кратероформуванням у басейні *Caloris*. Слід зазначити, що переважна більшість лінійних відмін сформувалася поблизу підніжжя *Caloris Montes*, тоді як подібні утворення басейну *Serenitatis* на Місяці формувалися значно далі від обрамлення головного басейна. Така відмінність пояснюється тим, що меркуріанська сила тяжіння у два з половиною рази більша, ніж місячна, і вивержена порода під час формування ударного басейну падає ближче до епіцентру події, ніж при аналогічних утвореннях на Місяці (Gault, et al., 1976).

Лінійні відміни утворення *Van Eyck* ідентифіковані лише для регіону *Shakespeare*. Вже на південь від *Shakespeare* – у регіоні *Tolstoj* – як лінійні, так і відміни вторинних кратерів не були ідентифіковані, на що вказують праці Schaber, McCauley (1980); McCauley, et al. (1981).

Рівнинні відміни посткалорського циклу, що утворюють днище у басейні *Caloris*, схожі до гладких рівнин, які вже були описані вище. Вони дещо відрізняються від них – перш за все своєрідними складними системами розломів, що перетинаються й утворюють багатокутний хаотичний малюнок поверхні та периферійні невисокі виступи. Проте загальні риси у глобальному масштабі формують концентрично-радіальну структуру по відношенню до центральної частини басейну *Caloris*. На основі отриманих фотографій, Napke, et al. (1975) припустили, що днище центральної частини басейну опущене в середньому на 5 км нижче зовнішнього краю. Strom, et al. (1975) стверджували, що зовнішні виступи сформовані під дією напруги, спричиненої загальним просіданням днища, а система розломів – повільним підняттям центральної частини басейну з поступовим формуванням кори і супроводжуваними процесами вивітрювання. Літологічний склад цих рівнин залишається досі нез'ясованим. Імовірно, він складається з товщ вулканічних порід, які у значній кількості надійшли у щойно сформований басейн завдяки активізації постударного вулканізму. Не можна відкидати й вер-

сію, що днище басейну *Caloris* сформоване розплавами самої мішені та, частково, ударника.

Гладкі рівнинні відміни носять ознаки майже плоских поверхонь та поширені, переважно, у межах депресивних поверхонь. Найбільш протяжні з таких поверхонь це *Sobkou* і *Budh Planitia*. Ці відміни характеризуються незначною щільністю кратерів і зважаючи на характер їх перекриття, можна зробити висновок, що ці рівнини значно молодші ніж міжкратерні та перехідні рівнини. Гладкі рівнини посткалорського циклу тісно переплітаються з елементами групи *Caloris*. Невеликі ділянки гладких рівнин здебільшого поширені у локальних зниженнях та центральних частинах старих кратерів. У багатьох районах, особливо тих, що знаходяться у безпосередній близькості до басейну *Caloris*, вони включають в себе морські, радіально-концентричні, невисокі хребти, подібні до місячних. Границі між гладкими рівнинами та відмінами утворення *Odin* не скрізь чітко виражені.

Інтерпретація походження гладких рівнин є достатньо важливою, оскільки вона має пряме відношення до внутрішньої будови та теплової історії Меркурія. Як і місячні моря, гладкі рівнини зустрічаються у межах днищ великих кратерів і басейнів, а велика їхня кількість на периферії басейну *Caloris* є аналогічною до рівнинних просторів *Oceanus Procellarum* на Місяці. Проте, рівнини *Caloris* у регіоні *Shakespeare*, відрізняються від місячних морів, у яких не спостерігається додатний вулканічний рельєф, а лише його локальні прояви. [Napke, et al. \(1975\)](#) звернули увагу, що відсутність різких відмінностей між альbedo гладких рівнин і очевидних стародавніх місцевостей на Меркурії, у порівнянні з виразним розходженням альbedo між місячними морями й материковими регіонами, викликано тим, що на Меркурії літологія гірських порід, у межах цих двох регіонів, може бути гомогенною. [Strom, et al. \(1975\)](#) стверджують, що у більшості районів гладкі рівнини складаються з потужних товщ основної лави, подібної за складом до місячних морів. [Schultz \(1977\)](#) вивчаючи модифіковані кратери, також висловився на користь вулканізму. З іншого боку, [Wilhelms \(1976\)](#) вказував, що місячні

світлі рівнини могли б по відношенню до тотожних меркуріанських інтерпретуватися аналогічно. Зразки, зібрані *Apollo 16* свідчать, що місячні світлі рівнини переважно складаються з катакластичних брекчій. Їхній генезис інтерпретується як наслідок значних ударних подій (James, 1977). Wilhelms (1976) ще раніше припустив, що гладкі рівнини на Меркурії можуть бути пов'язані з безпосереднім впливом басейну *Caloris* під час його формування. На це вказують і покрити з брекчій та характер розтікання поверхневих розплавів. Однак, світлі рівнини на Місяці ніде так добре не розвинені та не носять такого масштабу як на рівнинах навколо басейну *Caloris*. Тому, якщо ця версія правильна, то такі ж відмінності повинні існувати і між великими ударними подіями як на Місяці, так і на Меркурії. Найвірогідніше, що значна частина гладких рівнин має вулканічне походження, хоча не можна виключати, що у деяких районах ці відміни сформовані ударними подіями.

Кратери на Меркурії, подібно до місячних, мають широкий спектр як морфоскульптурних, так і морфоструктурних особливостей та носять ознаки різного ступеня денудації: починаючи від молодих, добре збережених кільцевих структур з яскравими променевими системами, до тих, які майже повністю зруйновані та простежуються на денній поверхні лише за фрагментарними валами й невисокими пагорбами частково збережених обрамлень. Як і на Місяці, основним чинником вивітрювання є вплив тривалої ерозії. Кратери подібного розміру та однакового ступеня збереженості вважаються приблизно однакового віку. На основі ретельного аналізу віку кратерів у регіоні *Shakespeare* та *Tolstoj* (Schaber, McCauley, 1980), зроблено висновок, що формування басейну *Caloris* відбулося у кінці С3 періоду (McCauley, et al., 1981).

Серйозною відмінністю меркуріанських кратерів від місячних є те, що вторинні кратери здебільшого зустрічаються ближче до батьківських імпактних структур і за рахунок цього, значно компактніше розташовуються на поверхні. Таке їх розміщення спонукає молодші та, як правило, менші кратери руйнуватися швидше під впливом безпосередньої деградації більшої

та старшої кільцевої структури. Саме тому більшість цих кратерів мають значно старший вигляд ніж є насправді.

У регіоні *Shakespeare* трапляються кратери незвичайної форми, які найпоширеніші в *Suisei Planitia*. Вони мають досить глибокі котловини та дещо заокруглені з боків і лише вершини їхніх обрамлень незначно підносяться над навколишніми гладкими рівнинами. Зважаючи на таку форму, для них неможливо здійснити точну вікову інтерпретацію, оскільки вони можуть бути будь-якого віку від пізнього C1 до C4.

Найбільш помітними структурними елементами поверхні регіону *Shakespeare* є радіальні й концентричні гребені, а також системи тріщин у центральній частині басейну *Caloris*. Гребені належать до формації *Odin*, а гладкі рівнини поширені здебільшого за межами басейна *Caloris* (Strom, 1979). Існує припущення, що специфічна орієнтація периферійних частин *Caloris*, а саме наявність численних виступів та уступів, є наслідком процесу поступового руйнування більшості радіально-концентричних структур, протягом тривалої геологічної історії, який був ініційований утворенням басейна *Caloris*. Подібний характер мають і ті відміни, що оконтурюють периферію *Mare Imbrium* на Місяці (Mason, et al., 1976). Загалом басейн *Caloris* складається лише з одного гірського кільця та пологого зовнішнього уступа. У межах зовнішнього обрамлення простежується ряд звивистих уступів, включаючи і характерний елемент *Heemskerck Rupes*, який умовно розділяє давні міжкратерні рівнини. Уступи цього типу більш детально були розглянуті Mason, et al. (1976). Ними було встановлено, що деякі з них сформувалися у результаті загального стиснення меркуріанської кори на ранніх етапах історії планети.

Геологічна історія поверхні *Shakespeare* розпочинається з утворення відмін міжкратерних рівнин та значної кількості ударних кратерів як до, так і після безпосереднього формування цих рівнин. Перехідні відміни рівнин та лінійні елементи рівнин формувалися пізніше і зайняли окремі, найбільш понижені ділянки міжкратерних рівнин. Ще пізніше сталася глобальна подія, яка призвела до формування басейну *Caloris* і спричинила значну

трансформацію більшості існуючих на той час порід периферії сучасного басейна *Caloris*. Порівняння популяцій різновікових кратерів на поверхні Меркурія дозволяє припустити, що у момент удару та під час формування басейну *Caloris* кількість кратерів, менших 30 км у діаметрі, було повністю ліквідовано зі значної території як у місці формування самого басейну, так і на значній відстані від нього (Guest, Gault, 1976). Gault, et al. (1976) припустили, що дрібні кратери знищені не лише під час формування басейну *Caloris*, а й у процесі формування інших басейнових структур в інших частинах планети приблизно у той же час.

Гладкі рівнинні відміни сформувалися найпізніше. Деякі молоді кратери утворилися вже після остаточного формування басейна *Caloris*, а більшість з них – після того, як були сформовані гладкі рівнини. Наймолодші кратери були накладені на гладкі рівнини й на більшість древніх поверхонь, які з часом модифікувалися у гладкі рівнинні відміни. Подібно до Місяця, більшість зареєстрованих подій у геологічній історії Меркурія відбулися під час перших 1,5 млрд років існування планети. Що стосується найстаріших скельних елементів поверхні, то, ймовірно, вони утворилися від 2 до 3 млрд років тому.

5.7. Регіон Толстой (*Tolstoj region*)

Регіон *Tolstoj* розташований в екваторіальній області Меркурія та охоплює південну частину *Caloris Planitia*, яка є найбільшим та найкраще збереженим басейном на планеті. Це басейн, близько 1300 км в діаметрі, оточений системами розривних кілець та викинутої з нього породи, що формує так звану групу *Caloris*. Цими відмінами зайняті великі простори у межах гладких рівнин. На південно-східній частині регіону *Tolstoj* домінують стародавні відклади кратерів, які формують морфоструктури від округлих до горбистих рівнинних поверхонь між окремими великими кратерами та деякими ділянками рівнин. Стародавній та достатньо деградований басейн *Tolstoj*, який має поліциклічну історію, має діаметр близько 350 км і знаходиться у пів-

денно-центральної частині регіону. Великий, характерний і добре збережений великий кратер *Mozart* (285 км у діаметрі) у західній частині регіону. Його потужні викиди, що формують товстий шар порід на периферії та вторинне поле дрібних кратерів, що накладаються як один на одного, так і на поверхню відмін гладких рівнин, оточують басейн *Caloris*. Особливості низького альbedo утворень *Solitudo Neptunii* і *Solitudo Helii*, очевидно, пов'язані з гладкими рівнинними відмінами, які оточують басейн *Caloris*. Особливість низького альbedo *Solitudo Maiae*, мабуть, напряму пов'язана з басейном *Tolstoj* (Davies, et al., 1978).

Звивисті горбисті рівнини, які розповсюджені між великими кратерами на південно-східній частині регіону *Tolstoj*, утворюють найстаріші відомі відміни на поверхні планети у межах міжкратерних рівнинних відмін. Першими, хто їх описав, були Trask, Guest (1975). Саме вони відзначили їх рівнинний характер, який має риси плавного переходу на периферії в інші відміни поверхні. Характерною особливістю цих відмін є відсутність чітких кратерів, більших за 50 км у діаметрі. Malin (1976b) зазначив, що міжкратерні рівнини містять вельми еродовані залишки великих кратерів і басейнів, які тепер проявляють себе на поверхні ледь помітними округлими западинами. Однак, як вже зазначалося, міжкратерні рівнини, характеризуються дуже високою щільністю накладених один на одного кратерів, з невеликими діаметрами (5 – 10 км), імовірно, вторинними по відношенню до багатьох великих батьківських кратерів, які також накладені на рівнини. Поєднання вулканічних кратерів в окремих частинах міжкратерних рівнин вказує на те, що деякі великі імпактні структури формувалися на вже існуючій частині міжкратерних рівнин. З іншого боку, відповідно до очевидної суперпозиції розташування, окремі частини міжкратерних рівнинних відмін утворилися ще до основних кратерних подій на Меркурії (Malin, 1976b; Guest, O'Donnell, 1977). Зокрема, дані елементи поверхні, мабуть, перекривають усю північно-західну частину басейну *Tolstoj*, і цей факт чітко вказує, що міжкратерні рівнини у цьому регіоні, ймовірно, не є залишками первісної поверхні планети. Саме тому вважається, що складна історія формування

цих відмін протікала одночасно з формуванням кратерних і рівнинних відмін. Докладніше процеси формування цих відмін та походження міжкратерних рівнин як на Місяці, так Меркурії висвітлено в праці (Strom, 1977).

Удар, під час якого утворився басейн *Tolstoj*, відбувся на ранніх етапах формування поверхні (рис. 5.9). Два нерівні, переривчасті кільця близько 356 км і 510 км діаметром охоплюють всю морфоструктуру басейну, але вони слаборозвинені в межах його північної та північно-східної периферії. Третє кільце з діаметром 466 км зосереджене у південно-східній частині басейну. Дифузні ділянки відмін поверхні з темним альbedo лежать поза внутрішньою частиною цього кільця. Центральна частина басейна зайнята гладкими рівнинними відмінами. Napke, et al. (1975) припустили, що відміни з темним альbedo пов'язані з полями викидів під час формування басейну *Tolstoj*. Вони формують поверхні місцевостей, скупчених у фрагментарні шлейфи, що загалом тяжіють до радіальної форми та відрізняються від інших, дотичних до них територій блакитними відтінками, тоді як оточуючі рівнини, здебільшого, насичені червонуватими кольорами.

Незважаючи на давній вік басейна *Tolstoj* і на його внутрішні та периферійні, давні міжкратерні рівнини, він зберігає чіткі та добре збережені радіально лінійні вивержені товщі, які поширюються до майже двох третин його діаметра. Вивержені породи мають тенденцію до обмеження лінійними внутрішніми і зовнішніми кільцями. Радіальні аномалії, з незначним заокругленим малюнком, найкраще простежуються на південно-західній стороні *Tolstoj*. Незвично прямолінійні візерунки поверхні у межах вивержених порід, імовірно, формувалися завдяки накладанню вивержених порід на периферійні басейнові структури, які є симетричними по відношенню до виверженого шару порід відмін міжкратерних рівнин. Важливим моментом є безпосереднє формування басейна *Tolstoj* шляхом нерівномірного впливу вибуху під час ударної події з північного заходу, що призвело до виверження шару порід із двосторонньою симетрією, що й спричинило, очевидно, часткову або повну відсутність відкла-

дів, які були б розташовані поблизу центральної частини басейну. Аналіз фотографій басейну *Tolstoj* та покривних викидів виверженої породи на північний схід від кратера дає можливість припустити, що басейн з усіма його структурними частинами був піднятий на значну висоту по відношенню до навколишніх рівнин.

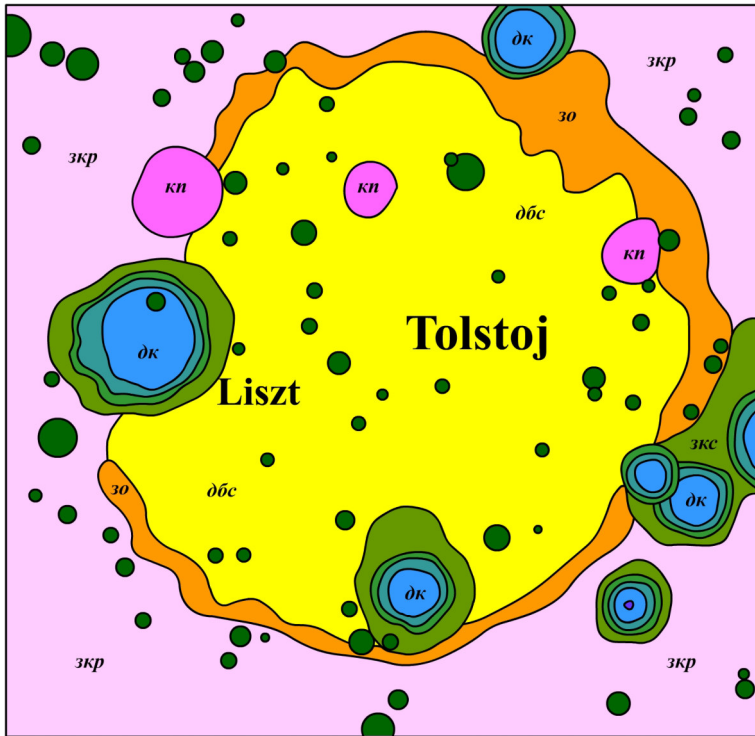


Рис. 5.9. Основні елементи поверхні басейну *Tolstoj*

Басейн *Caloris* вкрай важливий з точки зору стратиграфії. Як і місячні моря *Imbrium* й *Orientalis*, він оточений великими і добре збереженими товщами виверженого матеріалу (Strom, et al., 1975; Trask, Guest, 1975; Guest, O'Donnell, 1977). Як і на Місяці, де вивержені породи з добре збережених басейнів використовуються для побудови стратиграфічних маркерів, викиди з ба-

сейну *Caloris* також використовуються як стратиграфічні маркери. Товщі вивержених порід виявлені на відстані до одного діаметра самого басейну як на поверхні регіону *Tolstoj*, так і на прилеглому до нього регіоні *Shakespeare*, що знаходиться на півночі. Безсумнівно, виверження з басейну *Caloris* також вплинуло на більшу частину місцевості на захід. Стратиграфічне і структурне порівняння між місячним морем *Orientalis* і басейном *Caloris* здійснено [McCauley \(1977\)](#). Як вже зазначалося у попередніх параграфах, [McCauley, et al. \(1980\)](#) запропонували формальну скельну стратиграфію для басейну *Caloris*. Ця стратиграфія виконана за зразком, який використовувався для басейна *Orientalis* на Місяці ([Scott, et al., 1977](#)) і стала базовою для визначення основних геологічних періодів, які мали місце до і після формування басейну *Caloris* і загалом для рельєфотворчих подій на поверхні Меркурія.

На відміну від *Mare Imbrium*, стратиграфія якого пов'язана з абсолютним віком гірських порід ([Shoemaker, Hackman, 1962](#)), для Меркурія розроблена так звана скельна, а не часова стратиграфія. Вона визнає існування впорядкованої, синхронної послідовності формування елементів навколо найкраще збережених басейнів на Місяці, таких як *Orientalis*, *Imbrium* і *Nectaris*. [McCauley, et al. \(1980\)](#) для цієї стратиграфії запропонували назву «*Caloris Group*». Згідно з нею класифікують більшість елементів поверхні Меркурія, створених під безпосереднім впливом басейну *Caloris*. Офіційно до цієї групи входять чотири формації, які вперше були визначені [Trask, Guest \(1975\)](#).

Першою з них є формація *Caloris Montes*, яку, як уже зазначалося, неофіційно назвали гірською місцевістю *Caloris Trask, Guest (1975)* і яка формує систему хаотичних масивів гладких поверхонь із вкрай сегментованими гірськими масивами, які підносяться на 1-2 км вище навколишньої місцевості. Ці масиви у регіоні *Tolstoj* формують лінію перетину з найбільшими відомими уступами або кільцями басейну *Caloris* і розбивають плоскі регіони басейна на дрібніші однорідні регіони. *Caloris Montes* дуже схожа за морфологією до масиву *Montes Rook* і вважається еквівалентом території поблизу місячного басейну

Orientalis (Scott, et al., 1977; McCauley, et al., 1980). *Caloris Montes* часто інтерпретується як басейн з кільцевими структурами, які утворилися завдяки виверженням з басейну *Caloris* і змішуються між собою і, як правило, залягають в незначно піднятих та сильно тріщинуватих й дотичних до основної структури басейну корінних схилах (McCauley, 1977).

Формація *Nervo*, у межах регіона *Tolstoj*, проявляється у вигляді локальних горбистих рівнин, які розташовуються між масивними депресіями. Рівнини зазвичай лежать поблизу кільцевої зони з достатньо пересіченою місцевістю, яка чітко маркується формацією *Caloris Montes*, а також локально залягають у деяких великих низинних масивах. *Nervo* має певну схожість до місячної формації *Apennine Bench* навколо басейну *Imbrium* (Hackman, 1966). Її найближчим аналогом є вузлуваті місцевості, утворені формаціями *Montes Rook* у басейні *Orientalis* (Scott, et al., 1977). Елементи формації *Nervo* були спочатку визначені у межах міжгірських рівнин (Trask, Guest, 1975) і інтерпретовані як один із варіантів виверження з новоутворених басейнів. Це пояснювало характер розподілу та відносну неоднорідність новоствореної поверхні, а також факт розміщення цих поверхонь значно вище середнього гіпсометричного рівня гладких рівнин, які охоплюють більшість частину басейну *Caloris*.

Формація *Odin* визначена та названа горбистими рівнинами Trask, Guest (1975) і описана ними як утворення, що складається з близько розташованих один до одного округлих пагорбів приблизно 1 км у діаметрі. Область між пагорбами у регіоні *Tolstoj* схожа за виглядом на гладкі рівнини, але для зручності відображення ці області були включені до формації *Odin*. Більшість відмін *Odin* згалом схожі на місячні формації *Alpes* у басейні *Imbrium*. *Odin*, як і *Alpes* формувалися на протяжних територіях, таких як *Odin Planitia*, далеко за межами основного уступу басейну *Caloris*. Формація *Odin* інтерпретується як частина вивержених гірських порід з *Caloris*, але спосіб її походження менш зрозумілий, ніж у деяких інших утворень *Caloris*. Дане утворення може складатися з пізно викинутих з порожнини *Caloris* товщ

порід під час пізнього етапу вивержень і похованих під ними частини гладких рівнин.

Формація *Van Eyck* найбільш характерна для більшості стратиграфічних елементів *Caloris* у межах басейна *Tolstoj* та була названа лінійною місцевістю [Trask, Guest \(1975\)](#). Внутрішня межа *Van Eyck*, як правило, добре корелюється з пологим зовнішнім уступом *Caloris*. Елементи формації утворюють радіальні виступи і борозни, які часто обмежені гладкими рівнинами. *Van Eyck* схожий за морфологією до місячної формації *Fra Mauro* поблизу басейна *Imbrium*, але у межах регіона *Tolstoj* має більш деградований характер. Вторинні кратери і вулканічні відклади з *Caloris*, безсумнівно, відіграли важливу роль в його остаточному формуванні. Важко визначити окремі вторинні кратери у межах формації *Van Eyck*, але на відстані близько одного діаметра басейна *Caloris*, численні скупчення і ланцюжки помірно добре збережених кратерів трапляються та інтерпретуються як вторинні кратери *Caloris*. Ці кратери включені до окремих фацій формації *Van Eyck* завдяки їхньому регіональному стратиграфічному значенню.

Рівнинні відміни днища басейна *Caloris* у межах регіона *Tolstoj* являють собою особливу групу відмін, що не входять до *Caloris Group*. Ці рівнини мають певні спільні морфологічні риси з місячною формацією *Maunder* днища басейна *Orientalis* ([McCauley, 1977](#); [Scott, et al., 1977](#)). Утім, у межах басейну *Caloris* вони не відображають радіальні й окружні гребені, що характерні для *Maunder*, тому їх часто інтерпретують як корінні елементи басейнового днища. Рівнинні відміни днища *Caloris* мають простішу структуру зруйнованої поверхні, ніж у *Maunder*. Ребристим виступам у межах днища *Caloris* не вистачає загострених гребенів, які є типовими для більшості місячних виступів. Незалежно від походження й тектонічної історії цих рівнин, стає очевидним, що вони являють собою глибоку западину основного басейна, який приховує первинну поверхню басейну *Caloris*.

Найбільші рівнинні ділянки гладких рівнинних відмін у межах регіона *Tolstoj* оточують басейн *Caloris* на периферії *Tir* та *Budh Planitiae*. Проте достатня кількість дрібніших ділянок

подібного генезису трапляється у кратерах та інших виражених депресіях, особливо на міжкратерних рівнинах у південно-східній частині регіону. Рівнини характеризуються відносно низькою щільністю кратерів і великою кількістю морських елементів, зокрема невеликих складок та пасем. Рівнини також оточують більшість елементів групи *Caloris* і формації *Van Eyck* зокрема. Повсюдне поширення гладких рівнинних відмін у межах виражених депресій підсилює гіпотезу про те, що ці відміни були доведені до рідкого або напіврідкого стану під час формування великих ударних басейнів або внаслідок активізації вулканічних потоків. Гладкі рівнини вважаються молодшими за великі басейни й ідентифіковані вулканічні потоки, але близькими за віком до більшості відмін басейну *Caloris*, оскільки немає очевидних вторинних кратерів з басейну *Caloris*, які були б чітко визначені на теренах гладких рівнин (Trask, Guest, 1975). Наявність великих ділянок гладких рівнин у межах днища басейну *Tolstoj* й западинах на крайньому південному сході вказує на те, що принаймні деякі з цих відмін можуть мати вулканічне походження (Schultz, 1977). Однак відсутність однозначно інтерпретованих взаємозв'язків між потоками лави і чітко визначеними вулканічними центрами, як, наприклад, у межах місячних морів, не дає можливості наголошувати лише на їх вулканічному походженні.

Невеликі ділянки дуже гладких рівнинних відмін зустрічаються у межах днищ наймолодших кратерів. Вони можуть складатися з розплавів, пов'язаних з утворенням окремих кратерів. Саме тому вони не можуть представляти пізню стадію вулканічного заповнення або бути сформованими внаслідок вулканічної модифікації більш молодих меркуріанських кратерів. Schultz (1977) запропонував композиційні відмінності або ендегенні модифікації як можливі причини значних колірних контрастів по відношенню до кратерних днищ, внутрішніх стін і зовнішніх обрамлень темних кратерів *Zeami*, *Tyagaraja* і *Balzac*. Темні виверження і днища цих кратерів червоніші, ніж навколишні рівнини, тоді як їхні аномально яскраві ділянки днищ, центральні піки і зони внутрішніх стін блакитніші. З жодним із цих темних

кратерів не пов'язані яскраві променеві системи, хоча вторинні кратери тут добре збереглися. Композиційні наслідки контрастних колірних відмінностей для меркуріанських кратерів і рівнинних відмін були детально висвітлені у праці [Harpe, et al. \(1975\)](#).

Рівнини мають щільність кратерів, аналогічну до рівнин формації *Cayley* на Місяці і, якщо їх історія кратероформування приблизно така ж, то вони, очевидно, мають близький з ними вік (від 3,9 до 3,8 млрд років). Однак існує одна значна розбіжність щодо швидкості кратероформування на Меркурії та Місяці. Співвідношення розподілу кратерів між місячними і меркуріанськими сильно кратерованими місцевостями, описані [Strom \(1977\)](#). [Schaber, et al. \(1977\)](#), визначили зменшення кількості великих кратерів і басейнів на одиницю площі Меркурія у порівнянні з Місяцем.

Уступи навколо басену *Caloris*, *Tolstoj* і *Mozart* є найбільш відомими структурними особливостями на поверхні Меркурія. Головний уступ *Caloris Montes* вважається структурним елементом периферії басейну *Caloris* і, ймовірно, є структурним і стратиграфічним аналогом подібного уступу *Montes Rook* навколо басейну *Orientalis* на Місяці ([McCauley, 1977](#)). Невисокий, зовнішній уступ, що яскраво виражений навколо більшої частини видимої поверхні басейну *Caloris*, краще простежується на території регіону *Shakespeare*, який знаходиться північніше. Цей уступ, як правило, збігається з достатньо різким переходом між масивами формування *Caloris Montes* і *Van Eyck*. Досить прямолінійні обриси масивів у межах *Caloris Montes* підводять до думки, що існує структурний контроль передбасейнового прогину. Ще один зовнішній уступ вважається слабким еквівалентом уступу *Montes Cordillera* навколо басейну *Orientalis*. Як і *Cordillera*, він, ймовірно, лежить поза межами безпосередньої кратерної котловини. Його слабкий розвиток і значна відстань від краю басейну можуть бути пов'язані з більшою гравітацією на Меркурії, як це зазначено у праці [Gault, et al. \(1975\)](#). Формація *Van Eyck* характеризується обширною й добре розвинутою радіальною системою гребенів і долин з невеликими за протяж-

ністю обрисами концентричних уступів. Ці поверхневі особливості потрібно розглядати здебільшого як вибоїни і літологічні шлейфи вторинних кратерів у межах формації *Van Eysck*.

Лише невелика частина хребтів і систем розломів, що формують днище *Caloris* знаходиться у межах видимої поверхні. Виступи днища *Caloris*, подібно до виступів гладких рівнин, не такі складні, як гребені місячних морів (Strom, et al., 1975).

Басейн *Tolstoj* обмежений, щонайменше, трьома фрагментарними, з слідами значних розривних порушень і звернених всередину басейна уступів. Лінійні виверження найкраще розвинені переважно вже за межами зовнішнього уступа, тоді як блокові відміни спостерігаються між внутрішніми і зовнішніми уступами. Такий малюнок поверхні схожий на той, що спостерігається навколо басейну *Caloris*, хоча *Tolstoj* у два рази менший за нього і значно більше зруйнований утворенням молодших кратерів.

Басейн *Mozart* – наймолодший басейн у цьому регіоні. Його лопатеподібні уступи та гребені, які найкраще простежуються у межах гладких рівнинних відмін і хаотичних місцевостях міжкратерних рівнин, як правило, мають круті з однієї сторони й пологі з іншої схили. Деякі з них, подібно до морських місячних псам і гребенів, очевидно, маркують найстародавніші кратери. Більшість дослідників, особливо Strom, et al. (1975), Melosh (1977), і Melosh, Dzurisin (1978), описували ці гребені як локальне стиснення кори Меркурія після формування більшої частини сучасної поверхні планети. Однак деякі гребені можуть являти собою фронти лавових потоків.

Численні слабкі обриси гребенів простежуються у межах області між басейном *Tolstoj* і великим кратером *Zeami* на північному сході. Більшість серед цих обрисів можуть бути вторинними ланцюгами кратерів, інші – представляти сліди складних структурних візерунків поверхні. Їхні обриси також могли бути оновленими й добре збереженими завдяки повільній трансформації регіона *Tolstoj* під час вивержень. Найбільший обрис, який формує своєрідну границю на північний захід від відомих вивержень *Tolstoj* являє собою низький уступ завдовжки 450 км.

Омолодження ранніх розломів та тріщин під час активізації вулканізму, ймовірно, відбувалося протягом усієї історії планети. Отже, для лопатеподібних уступів, важко відокремити денудовані структури у їх межах, від комплексного впливу зовнішніх подій протягом геологічної історії Меркурія.

Геологічна історія поверхні регіону *Tolstoj* починається з періоду формування міжкратерних рівнин, які достатньо добре збереглися після удару астероїда, який, власне, і сформував басейн *Tolstoj*. Після цього удару настав період із значно меншою інтенсивністю бомбардування, під час якого великі кратери накладалися на міжкратерні рівнини. Цей період супроводжувався впливом падіння астероїда, який утворив басейн *Caloris* і сформував елементи групи *Caloris*. Хоча перехідні рівнини у момент удару астероїда і припіднялися над оточуючою їх поверхнею, проте безпосереднє їхнє формування насправді починається від кінця утворення міжкратерних рівнин і до кінця формування серії молодих невеликих кратерів. Приблизно у той час, коли формувалися останні з цих молодих кратерів – поверхня гладких рівнин, у межах днища басейну *Caloris*, вже була сформована. Частина гладких рівнин і рівнин днища басейну *Caloris* могли утворитися під час або відразу ж після формування басейна *Caloris*.

Після утворення більшості гладких рівнин та деяких невеликих молодих кратерів, у тому числі великого кратера *Mozart* вони, у своїх межах, перекрили більшість старіших поверхонь. Відома геологічна історія регіона *Tolstoj*, ймовірно закінчується цими подіями кілька мільярдів років тому.

5.8. Регіон Вікторія (*Victoria region*)

Регіон *Victoria* розташований на південь від північного полярного регіона *Borealis Planitia*. Як і для більшості інших територій планети для регіона *Victoria* характерні багатокільцкові басейни, великі та дрібні кратери й уступи, а простори, які знахо-

дяться між ними, зайняті різногенетичними рівнинами – здебільшого міжкратерними.

У регіоні *Victoria*, як і в інших регіонах планети, поширені три головні типи рівнинних територій – від найдавніших міжкратерних і перехідних рівнин до наймолодших – гладких. Окрім того, поширені численні кратерні споруди з усіма, притаманними для кільцевих структур елементами – центральними піками, днищами, обрамленнями та кратерними викидами, пов'язаними з різновіковими кратерами і басейнами діаметром понад 20 км.

Більшість міжкратерних просторів зайняті рівнинами, що характеризуються вкрай високою щільністю дрібних, здебільшого деградованих кратерів і достатньо пересіченою, хвилястою поверхнею. Суперпозиція міжкратерних рівнин по відношенню до багатокільцевих басейнів дозволяє припустити, що вони близькі за віком до стародавніх багатокільцевих басейнів і кратерів, які ідентифікуються на поверхні регіона. Походження відмін міжкратерних рівнин залишається не до кінця з'ясованим, і як передбачає [Trask, Guest \(1975\)](#), окремі їхні частини можуть бути залишками примітивної меркуріанської кори. Однак отримані АМС *Messenger* знімки поверхні кращої якості, ніж ті, що використовувалися для отримання таких висновків, дозволяють стверджувати, що міжкратерні рівнини, очевидно, мають змішане походження, у будові яких переважають товщі брекчієподібного матеріалу, утвореного викидами зі стародавніх кратерів, які наразі, неможливо ідентифікувати існуючими методами на поверхні Меркурія. Частина міжкратерних рівнин, яка характеризується значно виположенішими поверхнями може мати подібне походження до відмін перехідних рівнин. Як і у більшості попередньо описаних регіонів міжкратерні рівнини регіона *Victoria*, здебільшого складаються із вулканічних гірських порід, які знаходяться у тісному переплетенні з імпактними брекчієподібними породами.

Відміни гладких і злегка хвилястих рівнин займають більшу частину центральних частин великих кратерів, які на периферіях досить чітко контрастують з міжкратерними рівнинами.

Загалом, гладкі рівнини у регіоні *Victoria* подібні до рівнинних поверхонь місячних морів і також характеризуються відносно низьким альбедо (Hapke, et al., 1975), а також наявністю численних видовжених пасем. Trask, Guest (1975); Strom, et al. (1975); Trask, Strom (1976) переконані, що їхня природа, подібно до місячних морів, також вулканічна, хоча така інтерпретація й була поставлена під сумнів Wilhelms (1976).

Витягнуті хребтоподібні підвищення, хоча й достатньо чітко корелюють з відмінами перехідних рівнин, але не обмежуються ними. Локально, більшість пасем простягається далеко за межі відмін міжкратерних рівнин, особливо там, де вони межують із перехідними рівнинами, а великі молоді кратери С4 і С3 віку накладаються на відміни перехідних рівнин у тих місцях, де зазвичай простягаються системи пасем.

Більшість кратерів у регіоні *Victoria* частково зайняті відмінами гладких рівнин, які, на відміну від попередніх типів рівнин, характеризуються значно меншою щільністю дрібних кратерів, оскільки більшість областей, де розповсюджені гладкі рівнини, обмежені обрамленнями великих кратерів і безпосередній контакт між гладкими рівнинами і значно старшими рівнинними комплексами – міжкратерними та перехідними, досить рідкісний. Отже, відміни гладких рівнин майже повністю визначаються текстурою поверхні та щільністю кратерів. На підставі суперпозиції гладких рівнин вдається визначити приблизну вікову послідовність. Утім, відносна молодість відмін гладких рівнин зумовлена їхньою присутністю на днищах кратерів, які накладаються зі свого боку на відміни перехідних рівнин. Гладкі рівнини, ймовірно, включають до свого складу породи різного віку, але їхні чисті ділянки занадто малі, щоб можна було б кількісно підтвердити цю можливість шляхом підрахунку дрібних кратерів. Хоча ознаки вулканічного походження гладких рівнин не очевидні, все ж свідчень на користь їхнього вулканічного походження більше – незважаючи на значні товщі викинутих з кратерів викидів і потужних нагромаджень колювального матеріалу, який безпосередньо пов'язаний із руйнуванням внутрішніх схилів великих кратерів.

Пасма у регіоні *Victoria* здебільшого приурочені до відмін перехідних рівнин й, очевидно, мають тектонічне походження, оскільки більшість із них поширені наскрізно між відмінами міжкратерних рівнин та структурними елементами великих кратерів. Хребтоподібні підвищення сягають довжини від 50 км до кількох сотень кілометрів, зі звивистим лопатеподібним малюнком у плані з північною і південною тенденцією поширення. Більшість пасем асиметричні – один з їхніх схилів значно крутіший по відношенню до всіх інших і, у такому разі, вони нагадують злегка опуклі уступи у верхній частині, ніж класичні рівнинні пасма. Спостерігаються окремі хребтоподібні підвищення та пасма, які кардинально змінюють поверхневий малюнок на своєму протязі – від симетричних пасем і хребтів до асиметричних (округлих уступів). [Strom, et al. \(1975\)](#) інтерпретували більшість цих ознак, як чіткі прояви тектонічних розривів.

[Melosh \(1977\)](#) наголошує, що, завдяки глобальній системі орієнтації, утворення хребтоподібних підвищень та пасем, очевидно, пов'язані з припливним гальмуванням обертання Меркурія. Однак більшість тенденцій, особливо північної і південної орієнтації, не вписуються в очікувану картину в межах середніх і низьких широт. Звичайно, лише у тому випадку, якщо тектонічні напруги, спричинені загальним стисненням планети не були накладені на напруги, викликані припливним гальмуванням обертання планети.

У регіоні *Victoria* простежується закономірність щільності великих кратерів із поступовим зменшенням їхньої кількості – від міжкратерних і до перехідних рівнин. Відміни міжкратерних і перехідних рівнин характеризуються схожими за морфологічними ознаками й будовою кратерами з відносним діаметром від 3 до 15 км. Великі та середнього розміру кратери, особливо деградовані, характерні здебільшого для відмін міжкратерних рівнин і значно менше притаманні відмінам перехідних рівнин. Кратери всіх розмірів, у межах відмін гладких рівнин, порівняно менші, ніж ті, що спостерігаються на інших типах рівнинних відмін. Хоча окремі ділянки з гладкими рівнинами продовжують залишатися з не до кінця з'ясованою природою і потенційно

можуть мати значно насиченішу кратерами поверхню. Щодо віку окремих кратерів, то він оцінюється, як і для більшості інших територій Меркурія, на основі підрахунку кратерів.

Характерними особливостями регіона *Victoria* є найстаріші відміни міжкратерних рівнин й пов'язані з ними сильно деградовані стародавні басейни. Жоден із спостережуваних у регіоні кратерів, очевидно, не старший за відміни міжкратерних рівнин, що робить відносний вік басейнів С1 періоду неоднозначним. На відміни міжкратерних рівнин накладаються й численні великі кратери, що робить їх, як стверджують [Hartmann \(1966, 1973\)](#); [Neukum, et al. \(1975\)](#), подібними на місячні й марсіанські міжкратерні рівнини і свідчить про схожість ранньої геологічної історії цих планет. Загалом вік кратерів, у межах міжкратерних рівнин, оцінюється у 4 млрд років.

Наявні дані свідчать про відносно довгу історію формування усіх типів рівнин. Зберігається можливість, що міжкратерні рівнини формувалися одразу після завершення акреційного періоду Меркурія і набули рівнинних рис ще до того, як піддалися інтенсивному кратероформуванню. Окрім того, відміни молодших рівнин демонструють меншу щільність накладених кратерів – від помірної до дуже розрідженої. Відміни перехідних рівнин трохи старші за наймолодші великі кратери С4 і С3 віку з діаметрами від 100 до 150 км, але значно молодші за всі басейни регіона і за більшість великих кратерів С3 і С2 віку, які мають помірно деградовані морфоскульптури.

Тектонічні напруги, які призвели до формування видовжених хребтоподібних підвищень та уступів, активізувалися одразу після закінчення первинного бомбардування і, ймовірно, відбувалися з одночасним формуванням комплексів перехідних рівнин. На тих ділянках, де відміни гладких рівнин впритул межують із пасмами й уступами, встановлення відносного віку надто важке й неоднозначне. Оскільки наразі неможливо достовірно стверджувати, чи формувалися пасма одночасно з відмінами гладких рівнин, чи вони є просто їхніми генетичними елементами. На днищах окремих кратерів, таких як *Gluck*, формування наймолодших уступів, які, на відміну від старших аналогів, є

наслідком утворення нових імпактних споруд, очевидно, призвело до значного перміщення поверхневих шарів, які викликали незначні деформації відмін гладких рівнин. Пасма у регіоні *Victoria* є як старшими, так і молодшими за середні й великі кратери з діаметрами від 30 до 60 км, які накладаються на відміни перехідних рівнин. Проте перетини хребтоподібних підвищень і пасем з кратерами у цьому діапазоні розмірів надто рідкісні для того, щоб можна було б обмежити у часі формування хребтів. Отже, формування хребтів і пасем явно відбувалося вже після остаточного формування перехідних рівнин.

Відміни гладких рівнин, мабуть, молодші за всі великі кратери, а тому це наймолодші відміни у всьому регіоні *Victoria*, за винятком незначної кількості малих і молодих кратерів з діаметрами близько 20 км.

ПІСЛЯМОВА

Виокремлено головні номенклатурні елементи поверхні Меркурія, серед яких виділяються кратери, рівнини, факули, уступи, плато, долини та катени. Уточнено їхні розміри, визначено центральні координати об'єктів та зазначено походження їхніх назв.

Розроблено детальну структурно-стратиграфічну систему Меркурія, яка є базою для проведення інтерпретації геологічної історії та еволюції поверхневих елементів планети. Виконано: 1) геоморфологічну інтерпретацію відмін, що доповнює існуючий на сьогодні хронологічний поділ, 2) у межах систем здійснено групування відмін по відношенню до основних типів поверхні планети, 3) у межах кожної структурно-стратиграфічної системи розміщено відміни у порядку їх виникнення.

Розроблена анагліфоносферна концепція виявилася ідеальним абстрактним утворенням для окреслення ГО оболонки Меркурія, оскільки вона, у порівнянні із земною, не полісферна і складається всього з одного компонента – анагліфоносфери та гомогенна на всьому своєму протязі. Анагліфоносферний підхід абсолютно новий у фізичній географії і всі його можливості розкриються лише з плином часу, коли у достатній кількості набиратимуться дані стосовно його застосування під час вивчення поверхневих особливостей та процесів на планетах земної групи. Ще одними важливими характеристиками анагліфоносфери є її максимальна поверхня, яка певною мірою відтворює первинну, яка сформувалася під впливом цілого ряду рельєфотвірних процесів ще у постконсолідаційний період геологічної історії Меркурія та мінімальна поверхня, яка характеризує як відносний, так і абсолютний планетарні базиси ерозії. Важливим показником, який дає розуміння ступеня розвитку окремо взятих елементів поверхні Меркурія, є розмах рельєфу, який визначається різницею між максимальною та мінімальною поверхнями, оскільки вказує на території, де процеси вивітрювання активізовані найбільше. За допомогою розмаху вдається визначити ступінь денудації території, що сприяє порівнянню рельєфу та ландшафтних ком-

плексів різного генезису не тільки в межах конкретної планети й однієї генетичної групи, а використовувати цю можливість набагато ширше – у межах типових планет із твердою поверхнею з різними генетичними групами рельєфу та природних комплексів загалом. Це стосується не лише планет земної групи, а й супутників планет гігантів тощо. Для формування бази даних апробаційних точок максимальних та мінімальних поверхонь була створена комп'ютерна програма, яка показала високу ефективність під час ідентифікації ключових точок анагліфоносферних шарів та підготовці інтерполяційних моделей анагліфоносфери.

Застосування аксіоматичної концепції під час вивчення природи Меркурія відіграє вкрай важливе значення, оскільки завдяки їй вдасться побудувати абстрактну модель пошуку, виділення та інтерпретації ландшафтних комплексів на поверхні Меркурія, що є важливим моментом із врахуванням збереження об'єктивної дистанції між дослідником та об'єктами дослідження.

Розроблена ландшафтна концепція з позицій аксіоматичного методу полягає у формуванні та строгому виконанні вельми складного алгоритму, що в кінцевому рахунку призводить до отримання цілісної картини стосовно ландшафтної організації вибраного регіону конкретної планети.

Розкрито схему структури типових для планети ландшафтів з детальним описом й авторськими картографічними зображеннями, а саме: катен, кратерів, пасем, факул, борозен, гір, рівнин, плато, уступів та долин.

Здійснена реконструкція геолого-геоморфологічної історії ключових квадрантів Меркурія у межах планетарного анагліфоносферного шару. Вдалося простежити історію формування поверхні цих регіонів з послідовним виникненням міжкратерних рівнин та їхніх елементів, кільцевих структур, які призвели до модифікації первинної поверхні, зокрема найбільших багатокільцевих басейнів та інших характерних елементів поверхні планети. Наша реконструкція дозволяє з впевненістю стверджувати, що основними ландшафтовірними чинниками, упродовж більшої частини геологічної історії Меркурія, були ударні процеси,

які ставали менш інтенсивними з плином часу, оскільки уламковий матеріал у Сонячній системі поступово вичерпувався. Лише на ранніх етапах – у постконсолідаційний період, активними чинниками ландшафтоформування на планеті були тектоніка та вулканізм.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Адушкин, В.В., Костюченко, В.Н., Николаевский, В.Н., Цветков, В.М., 1974, Механика подземного взрыва, Итоги науки и техники ВИНТИ, Серия Механизм деформируемого твердого тела, Т. 7, С. 87–197.
2. Академику Л.С. Бергу – 135 лет, 2011, Бендеры, Eco-TIRAS, 426 с.
3. Арманд, А.Д., 1989, Ландшафт как конструкция, Извест. Всес. Геогр. Об-ва 1989, Вып. 2, Том 120, С. 120–125.
4. Арманд, Д.Л., 1975, Наука о ландшафте, Москва, Мысль, 288 с.
5. Афанасьев, Я.Н., 1977, Почвоведение и агрохимия (избранные труды), Минск, 256 с.
6. Базилевский, А.Т., Иванов, Б.А., 1977, Обзор достижений механики кратерообразования, Механика образования воронок при ударе и взрыве, Москва, Мир, С. 172–227.
7. Барсанаев, С.Б., Гурович, В.Ц., Расшихин, К.А., Станюкович, К.П., 1979, Элементарная теория взрывов на выброс и их моделирование с помощью искусственной тяжести, Доклады АН СССР, Вып.249, № 1, С. 97–99.
8. Барут, А., Рончка, Р., 1980, Теория представлений групп и её приложения, Москва, 456 с.
9. Борисов, О.М., Глух, А.К., 1982, Кольцевые структуры и линейменты Средней Азии, Ташкент, Фан, 124 с.
10. Брюханов, В.Н., Буш, В.Н., Глуховский, М.З., Зверев, А.Т., Кац, Я.Г., Макарова, Н.В., Сулиди-Кондратьев, Е.Д., 1987, Кольцевые структуры континентов Земли, Москва, Недра, 184 с.
11. Бурба, Г.А., 1982, Номенклатура деталей рельефа Меркурия, Москва : Наука, 56 с.
12. Буш, В.А., 1966, Проблема кольцевых структур Земли, Москва, ВИНТИ, 116 с.
13. Вегенер, А., 1923, Происхождение Луны и ее кратеров, Москва-Петроград, Гос. Изд-во., 48 с.
14. Викторов, В.В., Степанов, Р.Д., 1960, Моделирование действия взрыва сосредоточенных зарядов в однородных грунтах, Инженерный сборник, Вып. 28, С. 87–96.
15. Геренчук, К.И., Боков, В.А., Черванев, И.Г., 1984, Общее земледение, Москва, Высшая школа, 255 с.

16. Глазовская, М.А., 1964, Геохимические основы типологии методики исследования природных ландшафтов, Москва, Изд-во МГУ, 224 с.
17. Гродзинский, М.Д., 1991, Анализ динамики ландшафтных границ, Физико-географические процессы и охрана окружающей среды, Киев, С. 37–44.
18. Давиденко, И.В., Зубков, В.А., 1981, Минерагенические зоны и кольцевые структуры Африки, Обзор ВИЭМСа, Серия «Общ. и регион, геол; геол. Картирование», Москва, 39 с.
19. Докучаев, В.В., 1949, Избранные труды, Москва, Изд-во АН СССР, 644 с.
20. Драгунов, В.И., 1965, Геология и изучение элементов, структуры и уровней организации вещества, Общие закономерности геолог. Явлений, Ленинград, ВСЕГЕИ, Вып. 1, С. 55–68.
21. Дужин, С.В., Чмутов, С.В., 1999, Узлы и их инварианты, Матем. просв., Выпуск 3, С. 59–93.
22. Духовная культура Китая: энциклопедия, 2009, Москва, Вост. лит., Т. 5, 1087 с.
23. Ермолаев, М.М., 1962, О некоторых общих закономерностях, обуславливающих дискретность географической среды, Ученые записки ЛГУ, Физическая география, Вып. 8, С. 54–55.
24. Ермолаев, М.М., 1975, Введение в физическую географию, Ленинград, 160 с.
25. Желобенко, Д.П., 1970, Компактные группы Ли и их представления, Москва, 671 с.
26. Забродин, В.Ю., 1981, Системный анализ дизъюнктивов, Москва, Наука, 200 с.
27. Зейлик, Б.С., 1978, О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и на других планетах (ударно-взрывная тектоника), Обзор ВИЭМСа, Серия “Общ. и регион, геол.; геол. картирование”, Москва, 58 с.
28. Зельдович, Я.Б., Райзер, Ю.П., 1966, Физика ударных волн и высоко-температурных гидродинамических течений, Москва, Наука, 686 с.
29. Зольников, В.Г., 1970, Почвы и природные зоны Земли, Ленинград, Наука, 340 с.
30. Иванов, Б.А., 1981, Механика кратерообразования, Итоги науки и техники ВИНТИ, Серия «Механика деформируемого твердого тела», Т. 14, С. 60–128.

31. Калесник, С.В., 1970, Общие географические закономерности Земли, Москва, Мысль, 283 с.
32. Каргаполов, М.И., Мерзляков, Ю.И., 1972, Основы теории групп, Москва, Издательство «Наука», 239 с.
33. Кац, Я.Г., Козлов, В.В., Макарова, Н.В., Сулиди-Кондратьев, Е.Д., 1984, Геологи изучают планеты, Москва, Недра, 144 с.
34. Кац, Я.Г., Тевелев, А.В., Полетаев, А.И., 1988, Основы космической геологии, Москва, Недра, 238 с.
35. Кедров, Б.М., 1983, Число и мысль в истории науки, Число и мысль, Москва, Знание, 192 с.
36. Кирилюк, С., 2012, Загальні поняття про анагліфоносферу, Еволюція та антропогенізація ландшафтів передгірських і гірських територій: Матеріали між нар. наук. конф. (31 травня - 2 червня 2012 р.), Чернівці, Букрек, С. 66–67.
37. Кирилюк, С., 2016, Анагліфоносферна концепція географічної оболонки Місяця, Науковий вісник Чернівецького університету, Географія, С. 68–72.
38. Кирилюк С.М., Кирилюк О.В., 2018, Типові ландшафти Меркурія, «Географія в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка: 85 років – досягнення та перспективи» (GTSNU): матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 85-річчю географічного факультету Київ. нац. ун-ту., С 75–78.
39. Коломыц, Э.Г., 1996, Ландшафтная организация зонального географического пространства и его границ (на пути к региональному геоэкологическому прогнозу), Известия РАН., Сер. геогр., № 2, С. 39 – 57.
40. Куртик, Г.Е., 2007, Звездное небо древней Месопотамии, Санкт-Петербург, Алетейя, 744 с.
41. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М., 1976, Статистическая физика, Москва, Наука, 584 с.
42. Ласточкин, А.Н., 1991, Рельеф земной поверхности (Принципы и методы статической геоморфологии), Ленинград, Недра, 340 с.
43. Лидов, В.П., 1949, Из опыта работы по ландшафтному картированию Приокско-террасного государственного заповедника, Вопросы географии, № 16, С. 180–185.
44. Ляховский, В.Д., Болохов, А.А., 1983, Группы симметрии и элементарные частицы, Ленинград, Издательство ЛГУ, 337 с.

45. Масайтис, В.Л., Данилин, А.Н., Мащак, М.С. и др., 1980, Геология астроблем, Ленинград, Недра, 230 с.
46. Миллер, Г.П., Петлин, В.Н., 1989, Основные свойства и функции ландшафтных границ, Физическая география и геоморфология, Вып. 36, С. 26–32.
47. Оппенхейм, А.Л., 1990, Древняя Месопотамия. Портрет погибшей цивилизации [Пер. с англ. М. Н. Ботвинника], Москва, Наука, Главная редакция восточной литературы, 320 с.
48. Первый Ватиканский Мифограф, 2000 (пер. Ярхо В.Н.), Санкт-Петербург, Алетейя, 294 с.
49. Перельман, А.И., 1977, Биокосные системы Земли, Москва, Наука, 162 с.
50. Покровский, Г.И., Федоров, И.С., 1969, Центробежное моделирование в горном деле, Москва, Недра, 270 с.
51. Прасолов, В.В., Сосинский, А.Б., 1997, Узлы, зацепления, косы и трехмерные, Москва, МЦНМО, 352 с.
52. Родионов, В.Н., Адушкин, В.В., Костюченко, В.Н., Николаевский, В.Н., Ромашов, А.Н., Цветков, В.М., 1971, Механический эффект подземного взрыва, Москва, Недра, 224 с.
53. Родоман, Б.Б., Эккель, Б.М. [ред.], 1982, Географические границы, Москва, Изд-во МГУ, 128 с.
54. Ромашов, А.Н., 1980, Особенности действия крупных подземных взрывов, Москва, Недра, 243 с.
55. Рябчиков, А.М., 2001, Структура и динамика геосферы, её естественное развитие и изменение человеком, Москва, 564 с.
56. Сабанеев, П.Ф., 1953, О происхождении лунных цирков, Бюллетень Всесоюзного астрономическо-геодезического общества, Т.3 (20), С. 7–20.
57. Садовский, М.А., Адушкин, В.В., Родионов, В.Н., 1966, Моделирование крупных взрывов на выброс, Доклады Академии Наук СССР, Вып. 167(6), С. 1253–1255.
58. Седов, Л.И., 1977, Методы подобия и размерности в механике, Москва, Наука, 440 с.
59. Соколов, И.А., Таргульян, В.О., 1977, Взаимодействие почвы и среды: рефлекторность и сенсорность почв, Системные исследования природы: Вопросы географии, Москва, Наука, № 104, С. 153–170.
60. Солнцев, В.М., 1981, Системная ориентация ландшафтов, Москва, Мысль, 239 с.

61. Солнцев, Н.А., 1973, В защиту природных комплексов, Ландшафтный сборник, Москва, 1973, С. 39–46.
62. Солнцев, Н.А., 1949, О морфологии природного географического ландшафта, Вопросы географии, № 16, С. 74–84.
63. Соловьев, В.В., 1978, Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-геоморфологического анализа, Ленинград, Издательство ВСЕГЕИ, 110 с.
64. Сочава, Б.В., 1978, Введение в учение о геосистемах, Новосибирск, Наука, 319 с.
65. Станюкович, К.П., 1950, Элементы физической теории метеоров и кратерообразующих метеоритов, Метеоритика, Вып. 7, С. 39–62.
66. Станюкович, К.П., 1960, Элементы теории удара с большими (космическими) скоростями, Искусственные спутники Земли, Выпуск 4, С.86.
67. Станюкович, К.П., 1971, Неустановившиеся движения сплошной среды, Москва, Наука, 854 с.
68. Станюкович, К.П., Федьинский, В.В., 1947, О разрушительном действии метеоритных ударов, Доклады АН СССР, Новая серия, т. 57, № 2, С. 129–132.
69. Степанов, И.Н., 1986, Формы в мире почв, Москва, Наука, 192 с.
70. Урманцев, Ю.А. 1981, Единство и многообразие мира с точки зрения общей теории систем, Единство и многообразие мира, дифференциация и интеграция знания: Тезисы выступл. к III Всесоюз. совещ. по филос. вопросам естествознания, Москва, Вып. 2, С. 103–108.
71. Урманцев, Ю.А., 1978, Начала общей теории систем, Системный анализ и научное знание, Москва, Т. 39, С. 7–41.
72. Урманцев, Ю.А., 1971, Опыт аксиоматического построения общей теории систем, Системные исследования, Москва, С. 128–152.
73. Фельдман, В.И., 1990, Петрология импактитов, Москва, Изд-во МГУ, 300 с.
74. Фридланд, В.М., 1972, Структура почвенного покрова, Москва, Мысль, 335 с.
75. Хаин, В.Е., 1973, Общая геотектоника, Москва, Недра, 512 с.
76. Хрянина, Л.П., 1987, Метеоритные кратеры на Земле, Москва, Недра, 113 с.

77. Шафрановский, И.И., Плотников, Л.М., 1975, Симметрия в геологии, Ленинград, Недра, 144 с.
78. Шукин, И.С., 1933, Общая морфология суши, Москва-Ленинград-Новосибирск, ОНТИ НКТП СССР, Горгеонефтеиздат, 365 с.
79. Эйнштейн, А., 1965, Собрание научных трудов, Москва, Наука, 702 с.
80. Alexander, J.A., 1923, Lemma on a system of knotted curves, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, Vol.9, pp. 93–95.
81. Alexander, J.W., Briggs, G.B., 1926/27, On types of knotted curves, Ann. of Math., Vol. (2)28, No. 1–4, pp. 562–586.
82. Antoniadis, E.M. 1974, The Planet Mercury, Shaldon, Devon, Keith Reid Ltd, 84 p.
83. Bakich, M.E., 2000, The Cambridge Planetary Handbook, Cambridge University Press, 346 p.
84. Balogh, A., Ksanfomality, L., Rudolf von Steiger, 2008, Mercury, Springer Science & Business Media, 468 p.
85. Beatty, J.K., Petersen, C.C., Chaikin, A., 1999, The New Solar System, Cambridge University Press, 421 p.
86. Boyce, J.M., Grolier, M.J., 1977, The geology of the Goethe (H-I) quadrangle of Mercury, in Arvidson, Raymond, and Wahmann, Russell, eds.. Reports of planetary geology program, 1976-1977: NASA Technical Memorandum X-3S11, p. 237.
87. Broadfoot, A.L., Shemansky, D.E., Kumar, S., 1976, Mariner 10: Mercury atmosphere, Geophysical Research Letters, Vol. 3, No. 10, pp. 577–580.
88. Burns, J.A., 1976, Consequences of the tidal slowing of Mercury, Icarus, v. 28, no. 4, pp. 453–458.
89. Cheng, A.F., Johnson, R.E., Krimigis, S.M., Lanzerotti, L.J., 1987, Magnetosphere, exosphere, and surface of mercury, Icarus, Vol. 71, Is. 3, pp. 430–440, doi: 10.1016/0019-1035(87)90038-8.
90. Chicarro, A., Schultz, P.H., Masson, Ph., 1983, Basin control of ridge patterns on Mars, Abstracts of papers submitted to the Lunar and Planetary Science Conference, 14th, Houston, pp. 105–106.
91. Clark, P.E., 2007, Dynamic Planet: Mercury in the Context of its Environment, Springer Science & Business Media, 220 p.
92. Cole, M.D., 2001, Mercury: The First Planet, Enslow Publishers, 48 p.

93. Colombo, G., 1965, Rotational Period of the Planet Mercury, *Nature*, Vol. 208, Issue 5010, p. 575
94. Colombo, G., Shapiro, I.I., 1965, The Rotation of the Planet Mercury, SAO Special Report №188R, 24 p.
95. Cook, A.C., Robinson, S.M., 2000, Mariner 10 stereo image coverage of Mercury, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 105, pp. 9429–9443.
96. Davies, M.E., Batson, R.M., 1975, Surface coordinates and cartography of Mercury, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, No. 17, pp. 2417–2430.
97. Davies, M.E., Dwornik, S.E., Gault, D.E., Strom, R.G., 1978, Atlas of Mercury, U.S. NASA, Special Publication SP-423, 128 p.
98. Davis, W.M., Snyder, W.H., 1899, *Physical Geography*, Gnn&Company, 428 p.
99. De Groot, J.J.M., 1912, *Religion in China: universism. a key to the study of Taoism and Confucianism*, New York : G.P. Putnam, 359 p.
100. De Hon, R.A., Scott, D.H., Underwood Jr., J.R., 1981, Geologic map of the Kuiper Quadrangle of Mercury, USGS Map, I-1233 (H-6).
101. De Hon, R. A., Waskom, J. D., 1976, Geologic structure of the eastern mare basins: Lunar Science Conference, 7th, Proceedings, pp. 2729–2746.
102. Dzurisin, D., 1978, The tectonic and volcanic history of Mercury as inferred from studies of scarps, ridges, troughs, and other lineaments, *Journal of Geophysical Research*, v. 83, no. B10, pp. 4883–4906.
103. Dunne, J.A., Burgess, E., 1978, *The Voyage of Mariner 10 – Mission to Venus and Mercury*, Scientific and Technical Information Division, NASA, 224 p.
104. Eggleton, R.E., 1981, Map of the impact geology of the Imbrium basin of the Moon, *Geology of the Apollo 16 area – Central Lunar Highlands*, USGS Professional Paper 1048, pl. 12.
105. Evans, J.V., Brockelman, R.A., Henry, J.C., Hyde, G.M., Kraft, L.G., Reid, W.A., Smith, W.W., 1965, Radio Echo Observations of Venus and Mercury at 23 cm Wavelength, *Astronomical Journal*, Vol. 70, pp. 487–500.
106. Evans, L.G., et al., 2012, Major-element abundances on the surface of Mercury: Results from the MESSENGER Gamma-Ray Spectrometer, *J. Geophys. Res.*, Vol. 117, pp. 2156–2202, doi:10.1029/2012JE004178.

107. Fary, I., 1949, Sur la courbure totale d'une courbe gauche faisant un nœud, Bulletin de la Société Mathématique de France, Vol. 77, pp.128–138.
108. Ferris, T., 2003, Seeing in the Dark: How Amateur Astronomers Are Discovering the Wonders of the Universe, Simon and Schuster, 400 p.
109. Freed, A.M., Solomon, S.C., Watters, T.R., Phillips, R.J., Zuber, M.T., 2009, Could Pantheon Fossae be the result of the Apollodorus crater-forming impact within the Caloris basin, Mercury?. Earth and Planetary Science Letters, Vol. 285, No.3-4, pp. 320–327.
110. French, B.M., 1998, Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures, Smithsonian Institution, Washington DC, 120 p.
111. Gault, D.E., Guest, J.E., Murray, J.B., Dzurisin, Daniel, and Malin, M.C., 1975, Some comparisons of impact craters on Mercury and the Moon, Journal of Geophysical Research, Vol. 80, No. 17, pp. 2444–2460.
112. Gault, D.E., Guest, J.E., Schultz, P.H., 1976, Caloris changes in Mercury's crater populations, U.S. NASA, TMX-3364, pp. 183–185.
113. Gault, D.E., Wedekind, J.A., 1978, Experimental studies of oblique impact, Lunar and Planetary Science Conference, 9th, Houston, Proceedings, Vol. 3, pp. 3843–3875.
114. Gifford, A.C., 1930, The Origin of the Surface Features of the Moon, New Zealand Journal of Science and Technology, Vol. 11, pp. 319–327.
115. Gilbert, G.K., 1893, The Moon's face – A study of the origin of its features, Phil. Soc. Wash. Bull., Vol.12, pp. 241–292.
116. Goldstein, B.R., 1969, Some Medieval Reports of Venus and Mercury Transits, Centaurus, Vol. 14, No.1, pp. 49–59.
117. Goldstein, B.R., 1996, The Pre-telescopic Treatment of the Phases and Apparent Size of Venus, Journal for the History of Astronomy, Vol.27, pp. 1–12.
118. Greeley, R., Bender, K., Pappalardo, R. (eds.), 1998, Planetary Geology, NASA, 238 p.
119. Greeley, R., Gault, D. E., 1970, Precision size-frequency distribution of craters for 12 selected areas of the lunar surface, The Moon, Vol. 2, No. 1, pp. 10–77.
120. Grieve, R.A.F., 1990, Impact Cratering on the Earth, Scientific American, 66 p.

121. Grieve, R.A.F., Cintala, M.J., Tagle, R., McFadden, L.A. et al. [Eds.], 2007, Planetary Impacts in Encyclopedia of the Solar System, 826 p.
122. Grolier, M.J., Boyce, J.M., 1984, Geologic map of the Borealis Region of Mercury, USGS Map, I-1660 (H-1).
123. Guest, J.E., Butterworth, P., Murray, J., O'Donnell, W.P., 1979, Planetary Geology, New York, John Wiley, 208 p.
124. Guest, J.E., Gault, D.E., 1976, Crater populations in the early history of Mercury, Geophysical Research Letters, Vol. 3, pp. 121–123.
125. Guest, J.E., Greeley, R., 1983, Geologic map of the Shakespeare Quadrangle of Mercury, USGS Map, I-1408 (H-3).
126. Guest, J.E., O'Donnell, W.P., 1977, Surface history of Mercury, Areview: Vistas in Astronomy, Vol. 20, pp. 273–300.
127. Hackman, R.J., 1966, Geologic map of the Montes Apenninus region of the Moon, USGS Map, I-463 (LAC-41), 1:10000000.
128. Hagge, T., 2006, Every Reidemeister move is needed for each knot type, Proc. Amer. Math. Soc., Vol. 134, No. 1., pp. 295–301.
129. Hapke, B., Christman, C., Rava, B., Mosher, J., 1980, A color-ratio map of Mercury, Lunar and Planetary Science Conference, Houston, Vol.1, pp. 817–821.
130. Hapke, B., Danielson, G.E., Klaasen, K., Wilson, L., 1975, Photometric observations of Mercury from Mariner 10, Journal of Geophysical Research, Vol. 80, No. 17, pp. 2431–2443.
131. Hartmann, W.K., 1966, Early lunar cratering: Icarus, Vol. 5, No. 4, pp. 406–418.
132. Hartmann, W.K., 1973, Martian cratering, 4, Mariner 9 initial analysis of cratering chronology: Journal of Geophysical Research, Vol. 78, No. 20. pp. 4096–4116.
133. Hartner, W., 1955, The Mercury Horoscope of Marcantonio Michiel of Venice, Vistas in Astronomy, Vol. 1., pp. 84–138.
134. Hass, J., Lagarias, J., 2001, The number of Reidemeister moves needed for unknotting, J. Amer. Math. Soc., Vol. 14, No. 2, pp. 399–428.
135. Hawkins, S.E., et al., 2007, The Mercury Dual Imaging System on the MESSENGER Spacecraft, Space Sci Rev., Vol. 131, pp. 247–338, doi: 10.1007/s11214-007-9266-3.
136. Hayashi, C., 2005, The number of Reidemeister moves for splitting a link, Math. Ann., Vol. 332, No. 2., pp. 239–252.

137. Head, J.W., Chapman, C.R., Domingue, D.L., Hawkins, S.E., McClintock, W.E., Murchie, S.L., Watters, T.R., 2007, The geology of Mercury: The view prior to the MESSENGER mission, In *The Messenger Mission to Mercury*, Springer, New York, NY, pp. 41–84.
138. Holden, E.S., 1890, Announcement of the Discovery of the Rotation Period of Mercury [by Professor Schiaparelli], *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 2, No.7, pp. 79–82.
139. Holt, H. E., 1974, Geologic map of the Purbach quadrangle of the Moon, USGS Map, I-822 (LAC-95), 1:1000000.
140. Hunger, H., Pingree, D., 1989, MUL.APIN: An Astronomical Compendium in Cuneiform. *Archiv für Orientforschung* 24, Austria: Verlag Ferdinand Berger & Sohne Gesellschaft MBH, 146 p.
141. International Astronomical Union, 1977, Working Group for Planetary System Nomenclature, *in* 16th General Assembly, Grenoble, 1976, *International Astronomical Union Transactions*, v. 16B, pp. 330–333, 351–355.
142. James, O.B., 1977, Lunar highlands breccias generated by major impacts: Soviet-American conference on Cosmochemistry of the Moon and Planets, U.S. NASA, Special Publication SP-370, pp. 637–658
143. Jones, V.F.R., 1987, A polynomial invariant for knots via von Neumann algebras, *Bull. Amer. Math. Soc.*, Vol. 12, pp. 103–111.
144. Kauffman, L.H., 1987, State Models and the Jones Polynomial, *Topology*, Vol. 26(3), pp. 395–407.
145. Kelley, D.H., Milone, E.F., Aveni, A.F., 2004, *Exploring Ancient Skies: An Encyclopedic Survey of Archaeoastronomy*, Birkhäuser, 612 p.
146. Kiefer, W.S., Murray, B.C., 1987, The formation of Mercury's smooth plains, *Icarus*, Vol. 72, No. 3, pp. 477–491.
147. King, J.S., Scott, D.H., 1990, Geologic map of the Beethoven Quadrangle of Mercury, USGS Map, I-2048 (H-7)
148. Klaasen, K.P., 1975, Mercury rotation period determined from Mariner 10 photography, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, pp. 2415–2416.
149. Kochemasov, G.G., 2009, A regular row of planetary relief ranges connected with tectonic granulations of celestial bodies, *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, Vol. 51, pp. 58–61.
150. Kyryliuk S., Kyryliuk O., 2016a, Landscape complexes of small lunar craters in the cut geomorphs on the example of Davy Catena,

-
- Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky 4 (6), pp. 81–84.
151. Kyryliuk S., Kyryliuk O., 2017b, Cycles of the landscape genesis on Moon and the evolution of crater landscapes, Geoscience for understanding habitability in the solar system and beyond Furnas, São Miguel, Azores, Portugal, 25–29 September 2017, Royal Observatory of Belgium, pp. 31–32.
 152. Kyryliuk, S., Kholiavchuk, D., 2017, Geographic envelope of the Moon and the identification of Moon landscapes with the use of the axiomatic method. *Open Astronomy*, No. 26, pp. 48–61. doi: 10.1515/astro-2017-0010.
 153. Leake, M. A., 1982, The intercrater plains of Mercury and the Moon: Their nature, origin, and role in terrestrial planet evolution [Ph. D. dissertation, University of Arizona, Tucson], *Advances in Planetary Geology*, NASA Technical Memorandum 84894, pp. 3–534.
 154. Liddell, H.G., Scott, R., Jones, H.S., McKenzie, R., 1996, *Greek-English Lexicon, with a Revised Supplement*, Oxford, Clarendon Press, 2111 p.
 155. Mahoney, T., 2014, *Mercury*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 366 p.
 156. Malin, M.C., 1976a, Comparison of large crater and multiring basin populations on Mars, Mercury and the Moon, Lunar and Planetary Science Conference, 7th, Houston, pp. 3589–3602.
 157. Malin, M.C., 1976b, Observations of intercrater plains on Mercury, *Geophysical Research Letters*, Vol. 3, No. 10, pp. 581–584.
 158. Malin, M.C., Dzurisin, D., 1977, Landform degradation on Mercury, the Moon, and Mars: Evidence from crater depth/diameter relationships, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 2, pp. 376–388.
 159. Mason, R., Guest, J.E., Cooke, G.N., 1976, Tectonism and volcanism on Mercury, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, No. 17, pp. 2478–2507.
 160. McCauley, J.F., 1967, The nature of the lunar surface as determined by systematic geologic mapping, in Runcorn, S.K., ed., *Mantles of the Earth and terrestrial planets*, London, John Wiley&Sons – Intersci. Publishers, pp. 431–460.
 161. McCauley, J.F., 1977, *Oriente and Caloris: Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol. 15, Nos. 2-3, pp. 220–250.

162. McCauley, J.F., Guest, J.E., Schaber, G.G., Trask, N.J., Greeley, R., 1980, Stratigraphy of the Caloris Basin, Mercury, *Icarus*, Vol. 47, No. 2, pp. 184–202.
163. McGill, G.E., King, E.A., 1983, Geologic map of the Victoria Quadrangle of Mercury, USGS Map, I-1409 (H-2).
164. Melosh, H.J., 1977, Global tectonics of a despun planet, *Icarus*, Vol. 31, No. 2, pp. 221–243.
165. Melosh, H.J., 1983, Acoustic fluidization, *American Scientist*, Vol. 71, pp. 158–165.
166. Melosh, H. J., Dzurisin, D., 1978, Mercurian global tectonics: A consequence of tidal despinning?, *Icarus*, Vol. 35, No. 2, pp. 227–236.
167. Melosh, H.J., McKinnon, W.B., 1988, The tectonics of Mercury, Mercury, University of Arizona Press, pp. 374–400.
168. Melosh, H.J., 1989, Impact cratering: A geologic process, New York, Oxford University Press, 245 p.
169. Meyer, J.D., Grolier, M.J., 1977, Geologic map of the Syrtis Major quadrangle of Mars: U. S. Geological Survey Miscellaneous Geological Investigations Map 1-995.
170. Milbrath, S., 1999, *Star Gods of the Maya: Astronomy in Art, Folklore and Calendars*, University of Texas Press, 382 p.
171. Milnor, J.W., 1950, On the total curvature of knots, *Annals of Mathematics*, Vol. 52, pp. 248–257.
172. Morrison, D., 1970, Thermophysics of the planet Mercury, *Space Science Reviews*, Vol. 11, No. 2-3, pp. 271–307.
173. Murakami, J., 1989, The parallel version of polynomial invariants of links, *Osaka J. Math.*, Vol. 26, No. 1, pp. 1–55.
174. Murray, B.C., Belton, M.J.S., Danielson, G.E., Davies, M.E., Gault, D.E., Hapke, B., O’Leary, B., Strom, R.G., Suomi, V., Trask, N.J., 1974, Mariner 10 pictures of Mercury: First results, *Science*, Vol. 184, No. 4135, pp. 459–461.
175. Murray, B., Malin, M.C., Greeley, R., 1981, *Earthlike Planets: Surfaces of Mercury, Venus, Earth, Moon, Mars*, San Francisco, CA: W.H. Freeman and Co., 387 p.
176. Murray, J.B., Smith, B.A., Dollfus, A., 1972, Cartography of the Surface Markings of Mercury, *Icarus*, Vol. 17, No.3, pp. 576–584.
177. Murray, B.C., Strom, R.G., Trask, N.J., Gault, D.E., 1975, Surface history of Mercury: Implications for terrestrial planets, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, No. 17, pp. 2508–2514.

178. Ness, N.F., Behannon, K.W., Lepping, R.P., Whang, Y.C., Schatten, K.H., 1974, Magnetic field observations near Mercury: Preliminary results from Mariner 10, *Science*, Vol. 185, No. 4146, pp. 151–160.
179. Neukum, G., Konig, B., Arkani-Hamed, J., 1975, A study of lunar impact crater size-distributions, *The Moon*, Vol. 12, No. 2, pp. 201–229.
180. Neukum, G., Konig, B., Fechtig, H., Storzer, D., 1975, Cratering in the Earth-Moon system: Consequences for age determination by crater counting: Lunar Science Conference, 6th Proceedings, pp. 2597–2620.
181. Oberbeck, V.R., Quaide, W.L., Arvidson, R.E., Aggarwal, H.R., 1977, Comparative studies of lunar, martian and mercurian craters and plains, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, pp. 1681–1698.
182. Peale, S.J., 1976, Does Mercury have a molten core, *Nature*, Vol. 262, pp. 755–756.
183. Pechmann, J.B., Melosh, H.J., 1979, Global fracture patterns of a despun planet: Application to Mercury, *Icarus*, Vol. 38, No. 2, pp. 243–250.
184. Penck, W., Penck, A., 1924, Die morphologische analyse: ein kapitel der physikalischen geologie, *J.Engelhorn's nachf.*, 283 p.
185. Pettengill, G.H., Dyce, R.B., 1965, A Radar Determination of the Rotation of the Planet Mercury, *Nature*, Vol. 206, Is. 4990, p. 1240.
186. Pike, R.J., 1988, Geomorphology of impact craters on Mercury, Mercury, University of Arizona Press, p. 165–273.
187. Pohn, H. A., 1972, Geologic map of the Tycho quadrangle of the Moon, USGS Map, I-713 (LAC-112), 1:10000000.
188. Potter, A., Morgan Th., 1985, Discovery of sodium in the atmosphere of Mercury, *Science*, Vol. 229, pp. 651–653.
189. Potter, A.E., Morgan, T., 1990, Evidence for magnetospheric effects on the sodium atmosphere of Mercury, *Science*, Vol. 248, No. 4957, pp. 835–838.
190. Preusker, F., Stark, A., Oberst, J., Becker, K.J, Perry, M.E., Solomon, S.C., 2014, Topography of Mercury: A global model from MESSENGER orbital stereo mapping, EPSC Abstracts, Vol. 9, EPSC2014-709.
191. Prockter, L.M., Ernst, C.M., Denevi, B.W., Chapman, C.R., Head, J.W., Fassett, C.I., Cremonese, G., 2010, Evidence for young volcan-

-
- ism on Mercury from the third MESSENGER flyby, *Science*, Vol. 329, No. 5992, pp. 668–671.
192. Pujari, R.M., Kolhe, P., Kumar, N.R., 2006, *Pride of India: A Glimpse Into India's Scientific Heritage*. Samskrita Bharati, 208 p.
 193. Ramasubramanian, K., Srinivas, M.S., Sriram, M.S., 1994, Modification of the Earlier Indian Planetary Theory by the Kerala Astronomers (c. 1500 AD) and the Implied Heliocentric Picture of Planetary Motion. *Current Science*, Vol. 66., No. 10, pp. 784–790.
 194. Razaullah Ansari, S.M., 2002, European Astronomy in Indo-Persian Writings, Proceedings of the joint discussion-17 at the 23rd General Assembly of the International Astronomical Union, organised by the Commission 41 (History of Astronomy), held in Kyoto, August 25—26, 1997, Springer, 2002, pp. 133–144.
 195. Reidemeister, K., 1926, *Elementare Begründung der Knotentheorie*, *Abh. Math. Sem. Univ. Hamburg.*, Vol. 5, pp. 24–32.
 196. Robberto, M., Sivaramakrishnan, A., Bacinski, J.J., Calzetti, D., Krista, J.E., MacKentya, J.W., Piquerob, J., Stiavelli, M., 2000, The Performance of HST as an Infrared Telescope, *Proc. SPIE. UV, Optical, and IR Space Telescopes and Instruments*, Vol. 4013, pp. 386–393.
 197. Rothery, D.A., 2015, *Planet Mercury*, Springer Praxis Books, 180 p.
 198. Rytuba, J.J., 2003, Mercury from mineral deposits and potential environmental impact, *Environmental Geology*, Vol. 43, No. 3, pp. 326–338.
 199. Schaber, G.G., Boyce, J.M., Trask, N.J., 1977, Moon-Mercury: Large impact structures, isostasy and average crustal viscosity, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol. 15, Nos. 2-3, pp. 189–201.
 200. Schaber, G.G., McCauley, J.F., 1980, Geologic map of the Tolstoj quadrangle of Mercury, USGS Map, I-1199 (H-8).
 201. Schaefer, B.E., 2004, The Latitude and Epoch of the Astronomical Lore, *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 35, Is. 2, pp. 161–223.
 202. Schultz, P.H., 1976, *Moon morphology*, Austin, University of Texas Press, 626 p.
 203. Schultz, P.H., 1977, Endogenic modification of impact craters on Mercury, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol. 15, Nos. 2-3, pp. 202–219.

204. Schultz, P.H., Schultz, R.A., Rogers, J., 1982, The structure and evolution of ancient impact basins on Mars, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 87, No. 12, pp. 9803–9820.
205. Scott, D.H., 1972, Geologic map of the Eudoxus Quadrangle of the Moon, USGS Map, I-705 (LAC-26), 1:10000000.
206. Scott, D.H., 1972, Geologic map of the Maurolycus quadrangle of the Moon: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Map 1-695, scale 1:1,000,000.
207. Scott, D.H., De Hon, R.A., Underwood, J.R., Jr., 1976, The geology of the Kuiper quadrangle of Mercury (abs.), Conference on comparisons of Mercury and the Moon, Lunar Science Institute, Houston, Texas, November 15-17, p. 31.
208. Scott, D.H., 1977, Moon-Mercury: Relative preservation states of secondary craters, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol. 15, No. 2-3, pp. 173–178.
209. Scott, D.H., McCauley, J.F., West, M.N., 1977, Geologic map of the west side of the Moon, U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map 1-1034, 1:5 000 000.
210. Scott, D., Underwood, J.R., Jr., De Hon, R.A., 1980, Normal faults on Mercury: Example in the Kuiper quadrangle, in Reports of planetary programs, 1979-1980: National Aeronautics and Space Administration Technical Memorandum 81776, pp. 28–30.
211. Shoemaker, E.M., 1981, The collision of solid bodies, in Beatty, J.K., O’Leary, Brian, and Chaikin, eds., *The New Solar System*: Cambridge, Mass., Sky Publishing Co., pp. 33–44.
212. Shoemaker, E.M., Hackman, R.J., 1962, Stratigraphic Basis for a Lunar Time Scale, *The Moon*, pp. 289–300.
213. Shoemaker, E.M., Shoemaker, C.S., 1999, The Role of Collisions in The New Solar System, 73 p.
214. Short, N.M., 1975, *Planetary geology*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, Inc., 373 p.
215. Siegfried II, R.W., Solomon, S.C., 1974, Mercury: Internal structure and thermal evolution, *Icarus*, Vol. 23, No.2, pp. 192–205.
216. Sinnott, R.W., Meeus, J., 1986, John Bevis and a Rare Occultation, *Sky and Telescope*, Vol. 72, p. 220.
217. Smith, D.E., Zuber, M.T., Phillips, R.J., Solomon, S.C., Hauck, S.A., Lemoine, F.G., Johnson, C.L., 2012, Gravity field and internal structure of Mercury from MESSENGER, *Science*, Vol. 336, No. 6078, pp. 214–217.

218. Soderblom, L.A., Boyce, J.M., 1972, Relative age of some near-side and far-side terra plains based on Apollo 16 metric photography: Apollo 16 Preliminary Report: National Aeronautics and Space Administration Special Paper 15, pp. 29.3–29.6.
219. Solomon, S.C., 1976, Some aspects of core formation in Mercury, *Icarus*, Vol. 28, No. 4, pp. 509–521.
220. Solomon, S.C., 1977, The relationship between crustal tectonics and interior evolution in the Moon and Mercury, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol. 15, No. 15, pp. 135–145.
221. Sossinsky, A.B., 2002, *Knots: Mathematics with a Twist*, Cambridge, Harvard University Press, 132 p.
222. Spohn, T., Breuer, D., Johnson, T. (eds), 2014, *Encyclopedia of the Solar System*, Elsevier, 1336 p.
223. Spudis, P.D., Guest, J.E., 1988, Stratigraphy and geologic history of Mercury, *Mercury*, pp. 118–164.
224. Spudis, P.D., Prosser, J.G., 1984, Geologic map of the Michelangelo Quadrangle of Mercury, USGS Map, I-1659 (H-12).
225. Srinivasan, D.K., Perry, M.E., Fielhauer, K.B., Smith, D.E., Zuber, M.T., 2007, The Radio Frequency Subsystem and Radio Science on the MESSENGER Mission, *Space Science Reviews*, Vol. 131, No.1, pp. 557–571.
226. Strom, R.G., 1977, Origin and relative age of lunar and mercurian intercrater plains, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol. 15, Nos. 2-3, pp. 156–172.
227. Strom, R.G., 1979, Mercury: A post-Mariner 10 assessment, *Space Science Reviews*, Vol. 24, No. 1, pp. 3–70.
228. Strom, R.G., Malin, M.C., Leake, M.A., 1990, Geologic map of the Bach Region of Mercury, USGS Map, I-2015 (H-15).
229. Strom, R.G., Murray, B.C., Belton, M.J.S., Danielson, G.E., Davies, M.E., Gault, D.E., Hapke, Bruce, O’Leary, Brian, Trask, N.J., Guest, J.E., Anderson, James, Klassen, K., 1975, Preliminary imaging results from the second Mercury encounter, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, No. 17, pp. 2345–2356.
230. Strom, R.G., Sprague, A.L., 2003, *Exploring Mercury: the iron planet*, Springer Science & Business Media, 216 p.
231. Strom, R.G., Trask, N.J., Guest, J.E., 1975, Tectonism and volcanism on Mercury, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, No. 17, pp. 2478–2507.

232. Stuart-Alexander, D.E., 1971, Geologic map of the Rheita quadrangle of the Moon, USGS Map, I-694 (LAC-114), 1:10000000.
233. Stuart-Alexander, D.E., Wilhelms, D.E., 1975, The Nectarian System: A new lunar time-stratigraphic unit: U.S. Geological Survey Journal of Research, Vol. 3, No. 1, pp. 53–58.
234. Temperley, N., Lieb, E., 1971, Relations between the percolation and colouring problem and other graph-theoretical problems associated with regular planar lattices: some exact results for the percolation problem, Proceedings of the Royal Society, Series A, Vol. 322, pp. 251–280.
235. Thompson, R., 1997, Planetary Diameters in the Surya-Siddhanta, Journal of Scientific Exploration, Vol.11 (2), pp. 193–200.
236. Trace, B., 1983, On the Reidemeister moves of a classical knot, Proc. Amer. Math. Soc., Vol.89, no. 4, pp. 722–724.
237. Trask, N.J., 1976, History of basin development on Mercury: Conference on Comparisons of Mercury and The Moon, Lunar Science Institute Contribution, No. 262, p. 36.
238. Trask, N.J., Guest, J.E., 1975, Preliminary geologic terrain map of Mercury, Journal of Geophysical Research, Vol. 80, No. 17, pp. 2461–2477.
239. Trask, N.J., Strom, R.G., 1976, Additional evidence of mercurian volcanism, Icarus, Vol. 28, No. 4, pp. 559–563.
240. Vasavada, A.R., Paige, D.A., Wood, S.E., 1999, Near-surface temperatures on Mercury and the Moon and the stability of polar ice deposits, Icarus, Vol. 141, No. 2, pp. 179–193.
241. Ward, W.R., Colombo, G., Franklin, F.A., 1976, Secular resonance, solar spin down, and the orbit of Mercury, Icarus, Vol. 28, Is. 4, p. 441-452, doi: 10.1016/0019-1035(76)90117-2.
242. Watters, T.R., Murchie, S.L., Robinson, M.S., Solomon, S.C., Denevi, B.W., André, S.L., Head, J.W., 2009, Emplacement and tectonic deformation of smooth plains in the Caloris basin, Mercury, Earth and Planetary Science Letters, Vol. 285, No. 3-4, pp. 309–319.
243. Watters, T.R., Robinson, M.S., Cook, A.C., 1998, Topography of lobate scarps on Mercury: New constraints on the planet's contraction, Geology, Vol. 26, No. 11, pp. 991–994.
244. Wilhelms, D.E., 1972, Geological mapping of the second planet, U.S. Geological Survey Interagency Report, Astrogeology 55, 36 p.
245. Wilhelms, D.E., 1976, Mercurian volcanism questioned, Icarus, Vol. 28, No. 4, pp. 551–558.

246. Wilhelms, D.E., 1976, Secondary impact craters of lunar basins: Lunar Science Conference, 7th, Houston, Proceedings, Vol. 3, pp. 2883–2901.
247. Wilhelms, D.E., 1987, The geologic history of the Moon, Washington, Vol. 1348, 302 p.
248. Wilhelms, D.E., El-Baz, F., 1977, Geologic map of the east side of the Moon, USGS Map, I-948, 1:5000000.
249. Wilhelms, D.E., McCauley, J.F., 1971, Geologic map of the near side of the Moon: U.S. Geological Survey Miscellaneous Geologic Investigations Map 1-703, scale 1:5 000 000.
250. Williams, I.P., 1974, Atmosphere of Mercury, Nature, Vol. 249(5454), p. 234.
251. Wood, C.A., Head, J.W., 1976, Comparison of impact basins on Mercury, Mars and the Moon: Lunar Science Conference, 7th, Houston, 1977, Proceedings, pp. 3629–3651.
252. Wood, J.A., Dickey, J.S., Marvin, U.B., Powell, B.N., 1970, Lunar anorthosites and a geophysical model of the Moon: Apollo 11 Lunar Science Conference, Houston, 1970, Proceedings, Vol. 1, pp. 965–988.

ДОДАТКИ

Загальні та фізичні характеристики планети Меркурій

Орбітальні характеристики			
Велика піввісь	57 909 100 км		
	0,387098 а.о.		
Перигелій	46 001 200 км		
	0,307499 а.о.		
Афелій	69 816 900 км		
	0,466697 а.о.		
Ексцентриситет	0,205630		
Орбітальний період	87,9691 днів		
	0,240846 років		
Синодичний період	115,88 днів		
Середня орбітальна швидкість	47,87 км/с		
Середня аномалія	174,796°		
Нахил орбіти	7,005° до екліптики		
	3,38° до сонячного екватора		
Довгота висхідного вузла	48,331°		
Аргумент перицентру	29,124°		
Супутники	відсутні		
Фізичні характеристики			
Екваторіальний радіус	2439,7±1 км (0,3829 Землі)		
Сплюснутість	0		
Площа поверхні	7,48×10 ⁷ км ² (0,147 Землі)		
Об'єм	6,083×10 ¹⁰ км ³ (0,056 Землі)		
Маса	3,3011×10 ²³ кг (0,055 Землі)		
Середня густина	5,427 г/см ³		
Прискорення вільного падіння на поверхні	3,70 м/с ²		
	0,38 g		
Друга космічна швидкість	4,25 км/с		
Період обертання	58,6461 днів		
Сонячна доба	175,92 дні		
Екваторіальна швидкість обертання	10,892 км/год		
	3,026 м/с		
Нахил осі	2°11"±0,1"		
Пряме піднесення Північного полюса	18 год 44 мін 44 с		
	317,68143°		
Схилення Північного полюса	61,41°		
Альbedo	0,142 (геометричне)		
	0,068 (сферичне)		
Температура поверхні	Мін.	Сер.	Макс.
0°N, 0°W	100 К	340 К	700 К
85°N, 0°W	80 К	200 К	380 К
Видима зоряна величина	-2,6 ^m до +5 ^m		
Кутовий розмір	4,5 – 13"		

Ландшафтна структура типових ландшафтів Меркурія
(Легенда до рисунків 4.4. – 4.13.)¹⁷

	Дотолстовсько-Толстовська	Калорська	Пізня калорська	Мансурська
Днища кратерів			PCc1	Mnc1
Схили центральних гірок			PCc2	Mnc2
Внутрішні кратерні схили		Cc3	PCc3	Mnc3
Напірні вали		Cc4	PCc4	Mnc4
Схили напірних валів		Cc5		
Зовнішні кратерні схили			PCc6	Mnc6
Залишки древніх кратерів у вигляді синусів	PTTc7			
Гладка морська поверхня		Cc8	PCc8	
Кратерована морська поверхня		Cc9	PCc9	
Кратерована материкова поверхня		Cc10		
Поля викидів зі стародавніх кратерів		Cc11		
Ескарпи (уступи)	PTTc12			
Борозни			PCc13	
Днища катен			PCc14	
Внутрішні схили катен			PCc15	
Обрамлення катен			PCc16	
Кратери-привиди	PTTc17			
Осьові частини пасем		Cc18		
Схили пасем		Cc19		
Зовнішні басейнові обрамлення		Cc20		
Внутрішні басейнові кільця		Cc21		
Днища басейнів		Cc22		
Факули		Cc23		
Гірські пасма		Cc24		
Міжгірські хвилясті поверхні		Cc25		
Плоскі поверхні плато		Cc26		
Опуклі поверхні плато		Cc27		
Долини		Cc28		

¹⁷ Кольорова гама умовна і в майбутньому може бути піддана корекції.

Основні елементи поверхні Меркурія
(Легенда до рисунків 5.1. – 5.9.)

Багатокільцеві басейни

Днища багатокільцевих структур	дбс
Внутрішнє обрамлення	во
Зовнішнє обрамлення	зо

Змішані комплекси рівнин

Міжкратерні, перехідні та гладкі рівнини	зкр
--	-----

Кратери

Днища кратерів	дк
Внутрішньократерне кільце	вкк
Центральні гірки	цг
Внутрішні кратерні схили	вкс
Напірні вали	нв
Зовнішні кратерні схили	зкс
Кратери-привиди	кп
Малі кратери	мк

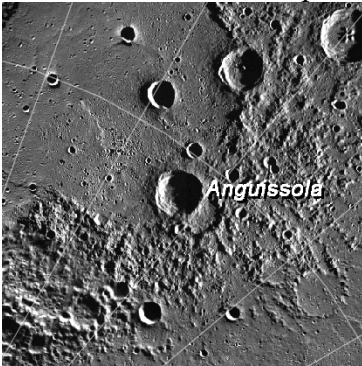
Материкова поверхня

Елементи постконсолідаційної поверхні	епп
Комплекси материкових поверхонь	кмп

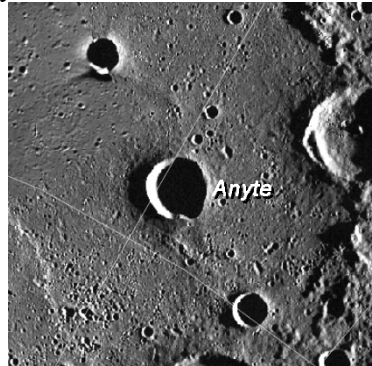
Інші комплекси

Ескарпи (уступи)	е
Пасма	п
Долини	д
Борозни	
Тектонічні розломи та лінеamenti	

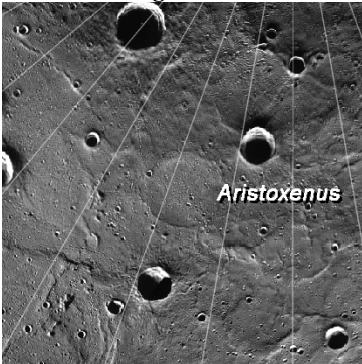
Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*¹⁸



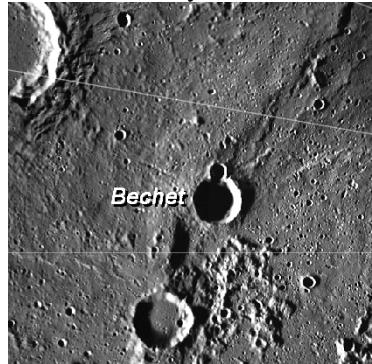
Anguissola



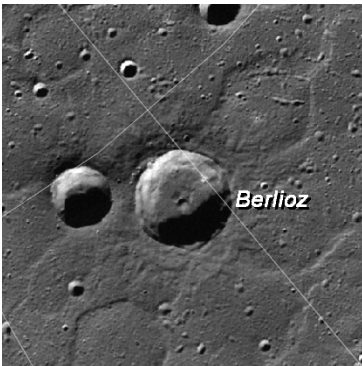
Anyte



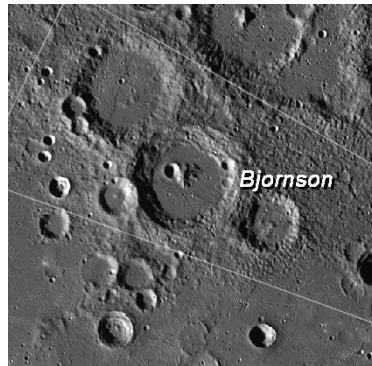
Aristoxenus



Bechet



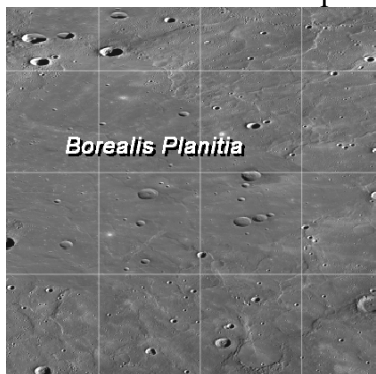
Berlioz



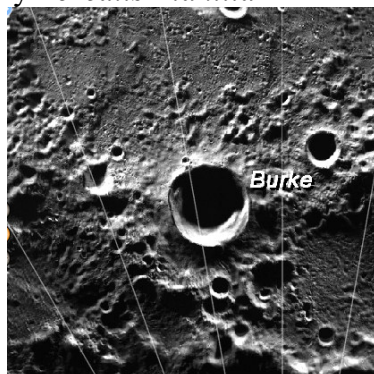
Bjornson

¹⁸ Тут і далі всі зображення виконані АМС *Messenger*.

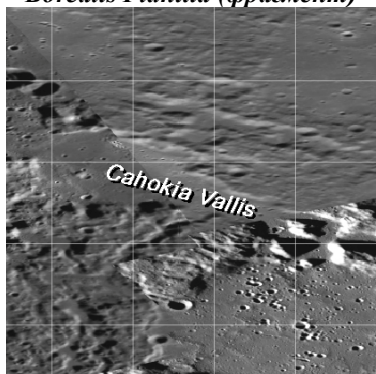
Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



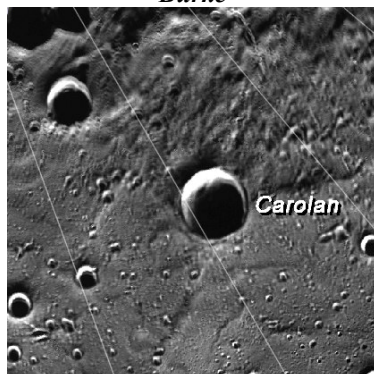
Borealis Planitia (фрагмент)



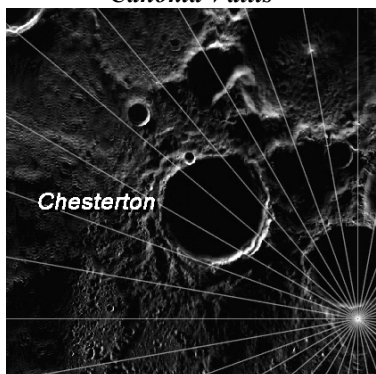
Burke



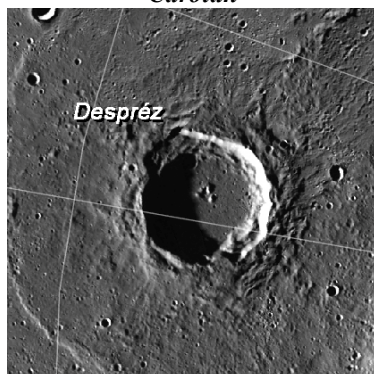
Cahokia Vallis



Carolyn

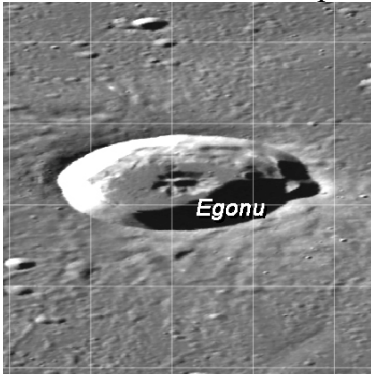


Chesterton

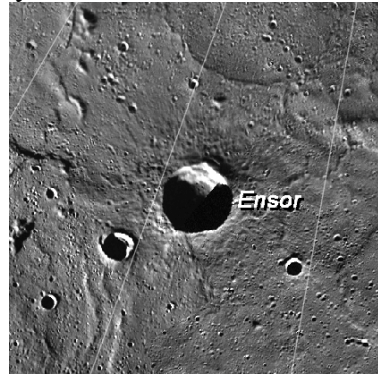


Desprez

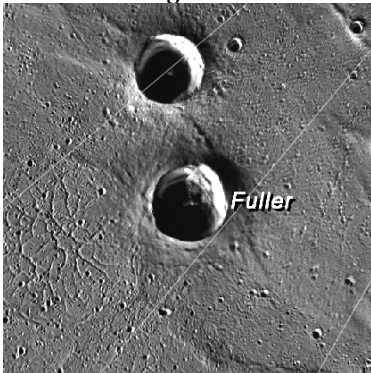
Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



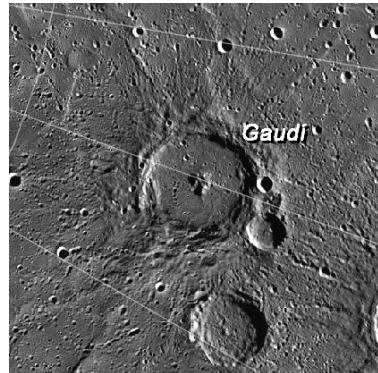
Egonu



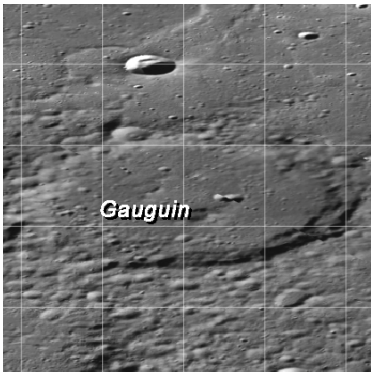
Ensor



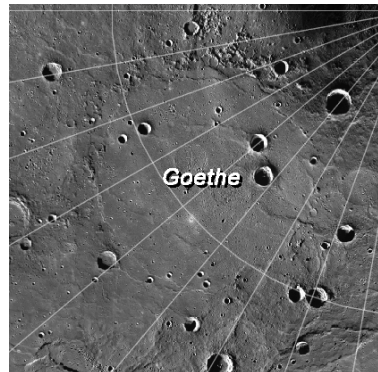
Fuller



Gaudi



Gauguin

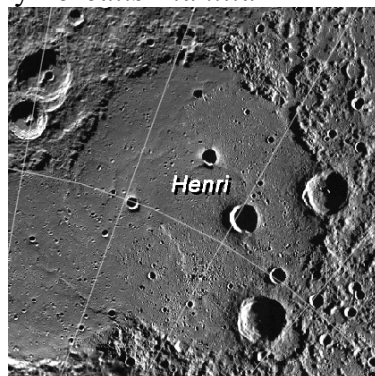


Goethe

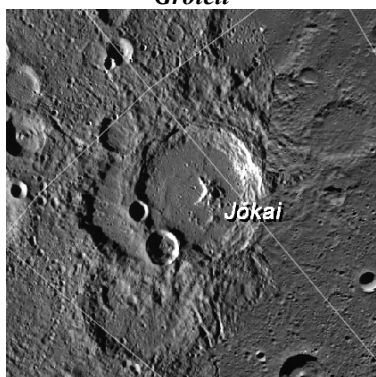
Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



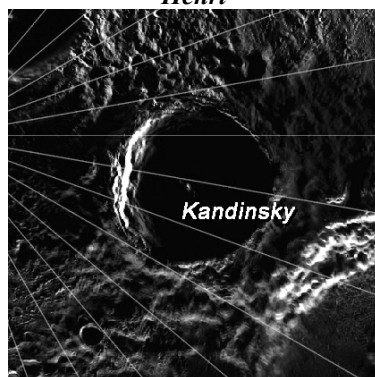
Grotell



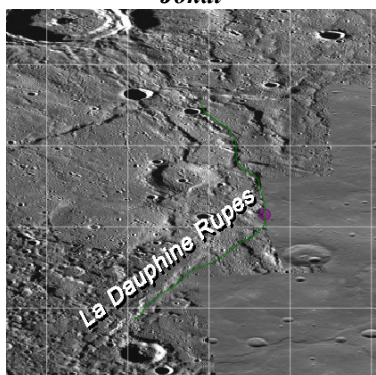
Henri



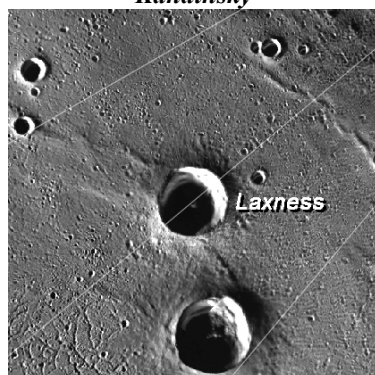
Jokai



Kandinsky

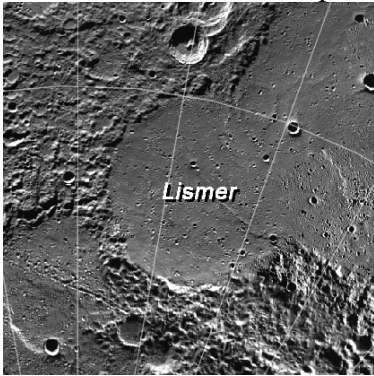


La Dauphine Rupes

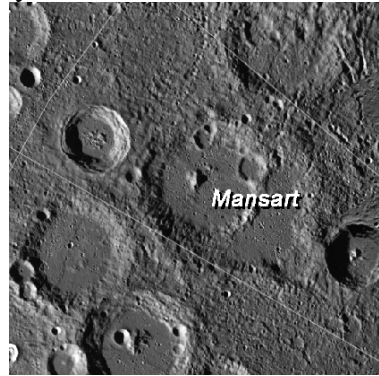


Laxness

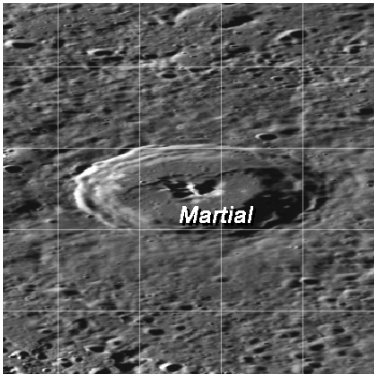
Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



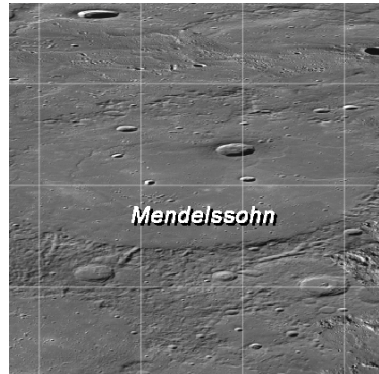
Lismer



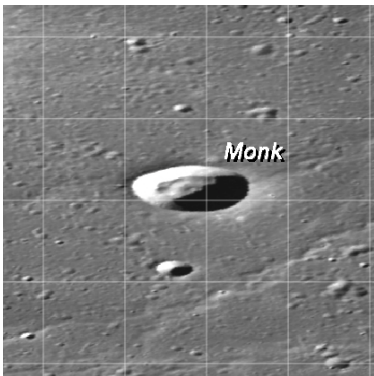
Mansart



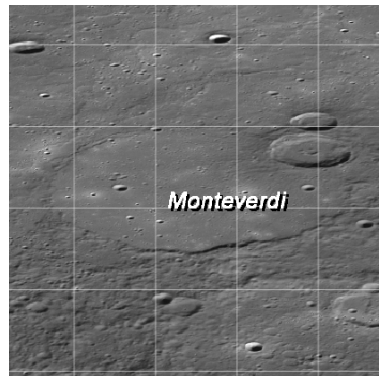
Martial



Mendelssohn

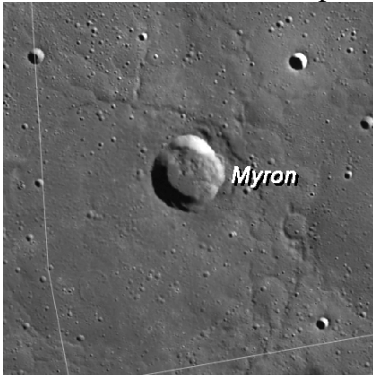


Monk

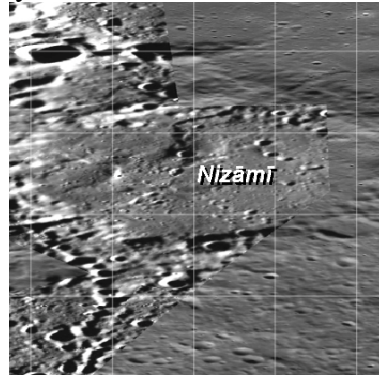


Monteverdi

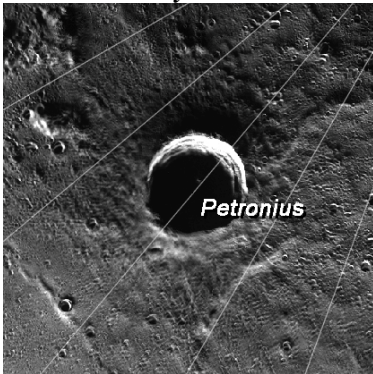
Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



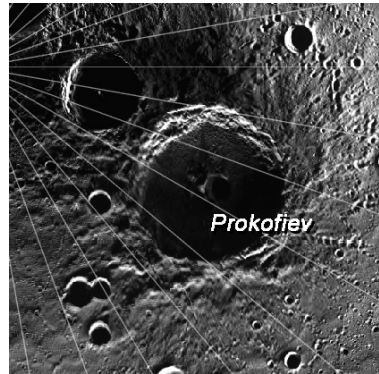
Myron



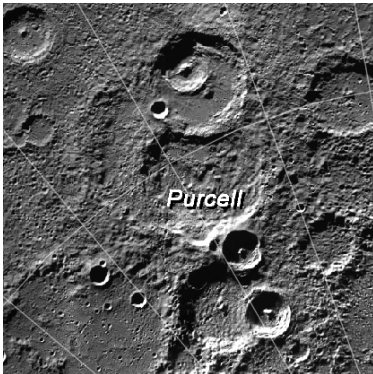
Nizami



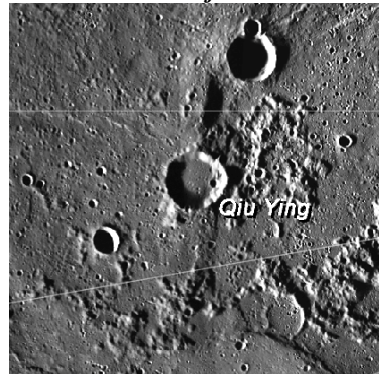
Petronius



Prokofiev

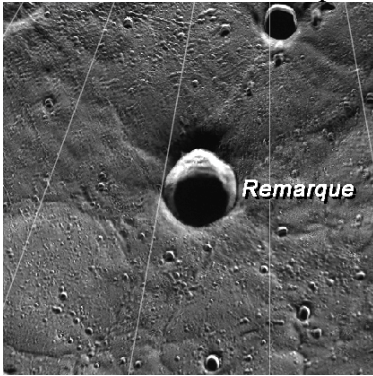


Purcell

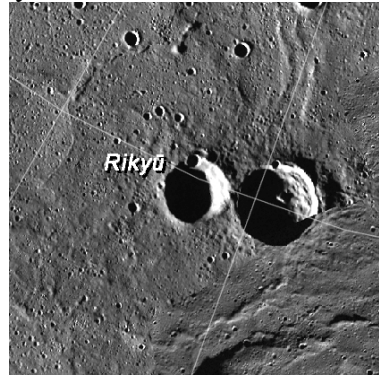


Qiu Ying

Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



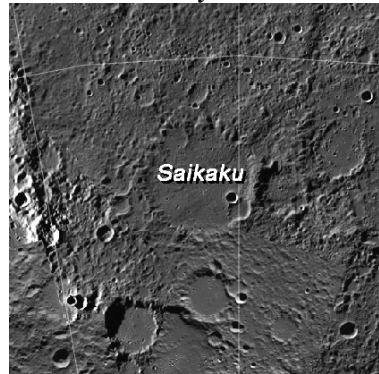
Remarque



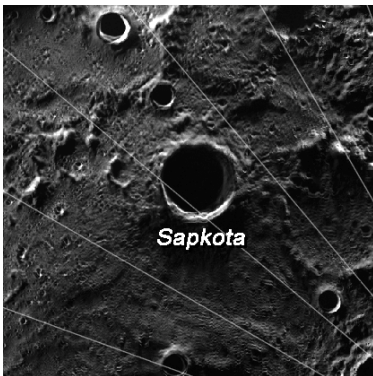
Rikyu



Rivera



Saikaku

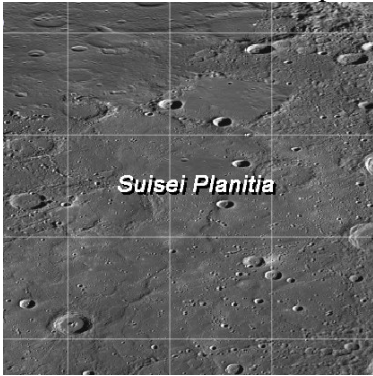


Sapkota



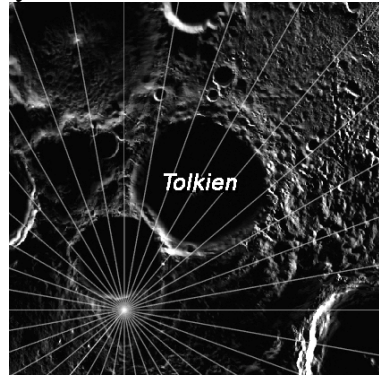
Stieglitz

Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



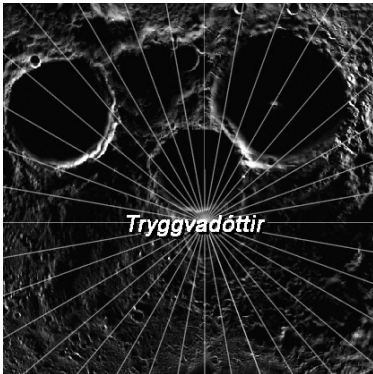
Suisei Planitia

Suisei Planitia



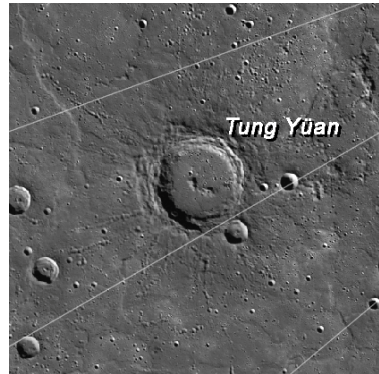
Tolkien

Tolkien



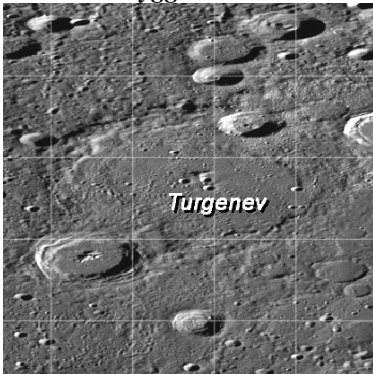
Tryggvadóttir

Tryggvadottir



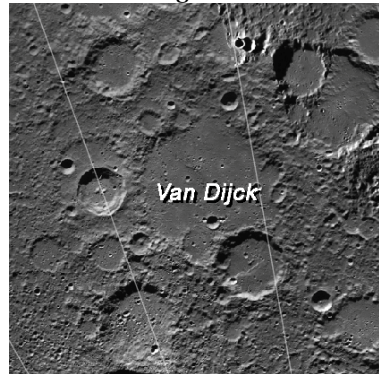
Tung Yüan

Tung Yuan



Turgenev

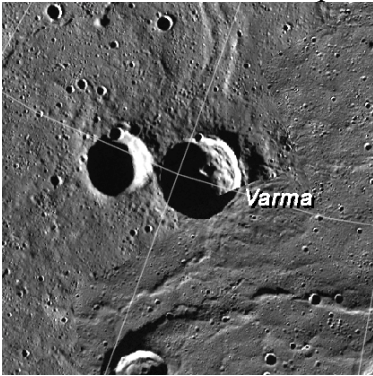
Turgenev



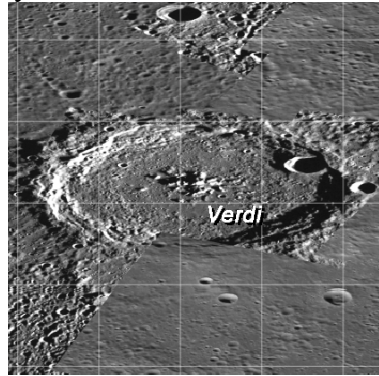
Van Dijk

Van Dijk

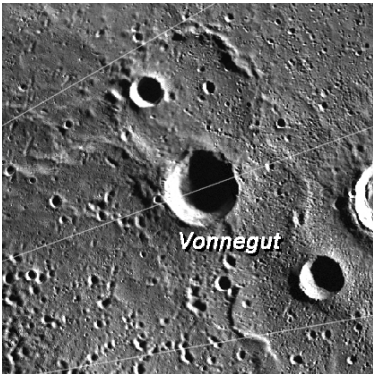
Елементи поверхні регіону *Borealis Planitia*



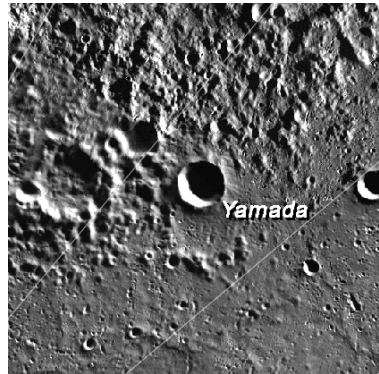
Varna



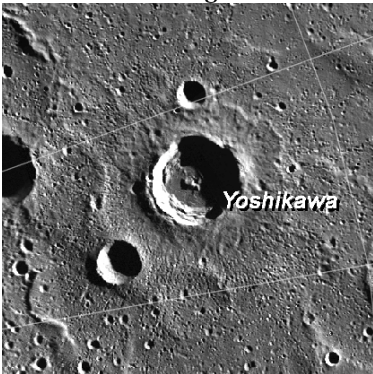
Verdi



Vonnegut

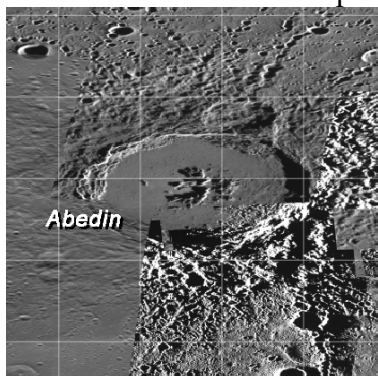


Yamada



Yoshikawa

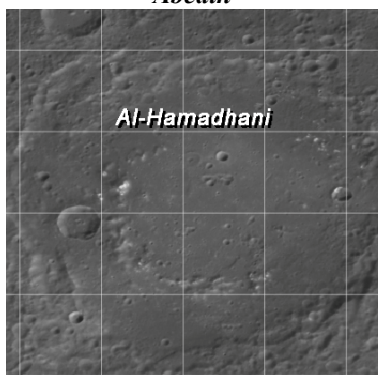
Елементи поверхні регіону *Victoria Rupes*



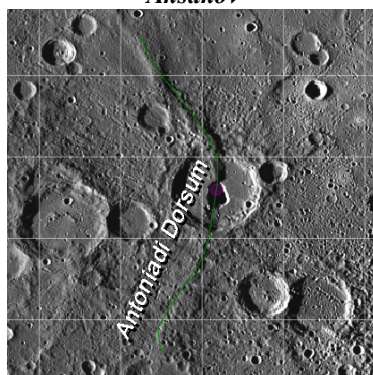
Abedin



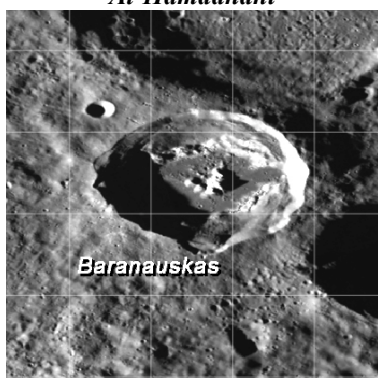
Aksakov



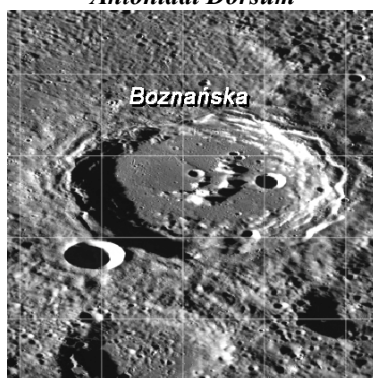
Al-Hamadhani



Antoniadi Dorsum

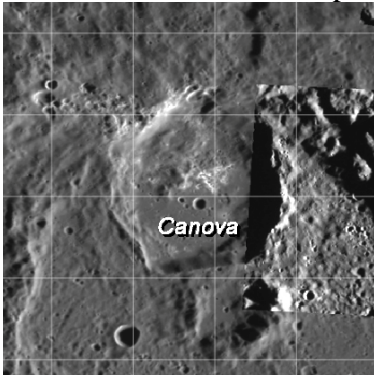


Baranauskas

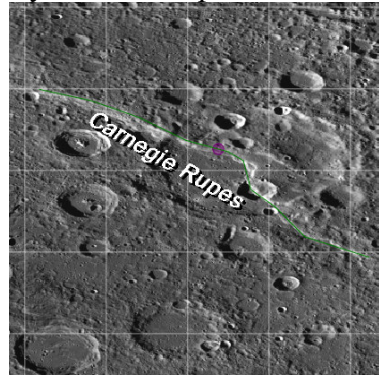


Boznańska

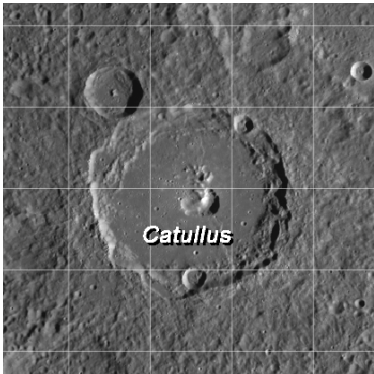
Елементи поверхні регіону *Victoria Rupes*



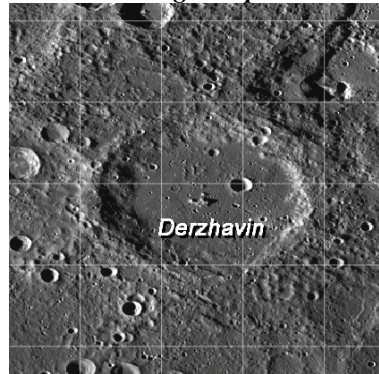
Canova



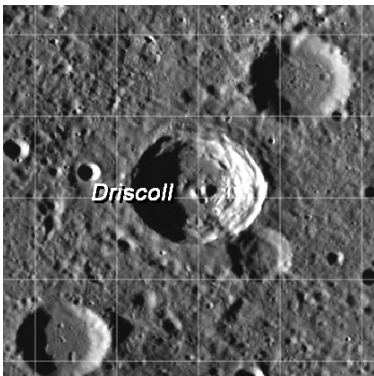
Carnegie Rupes



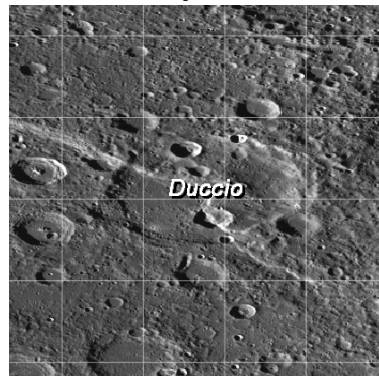
Catullus



Derzhavin

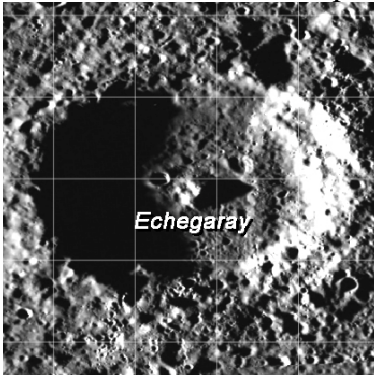


Driscoll

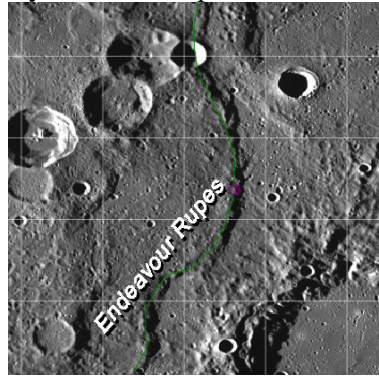


Duccio

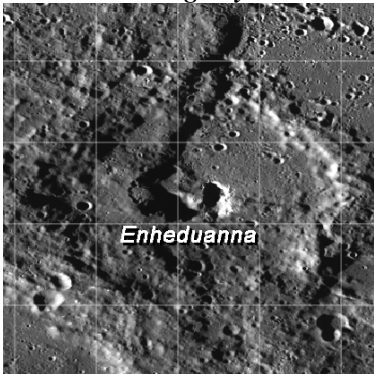
Елементи поверхні регіону *Victoria Rupes*



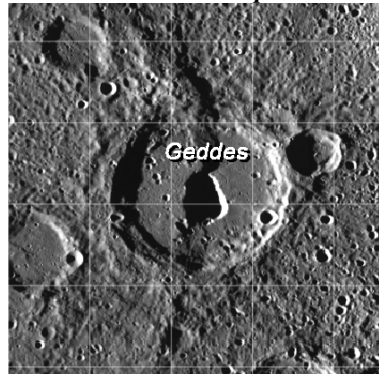
Echegaray



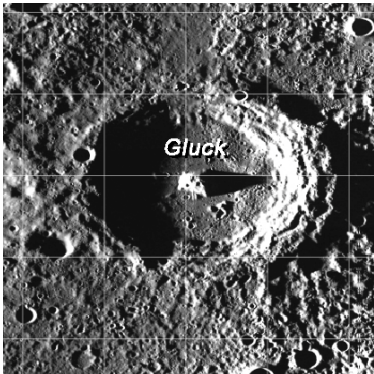
Endeavour Rupes



Enheduanna



Geddes

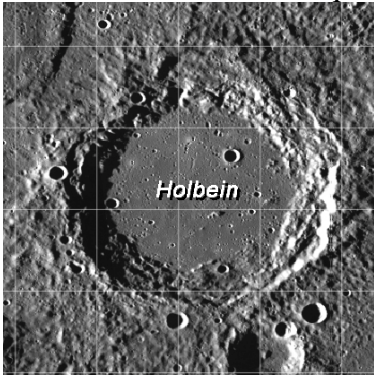


Gluck

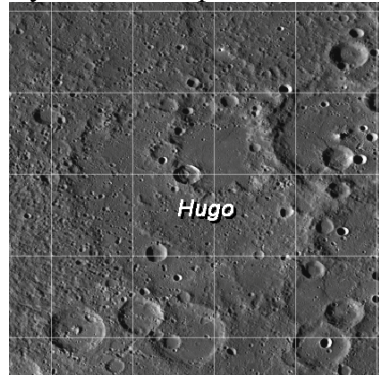


Grieg

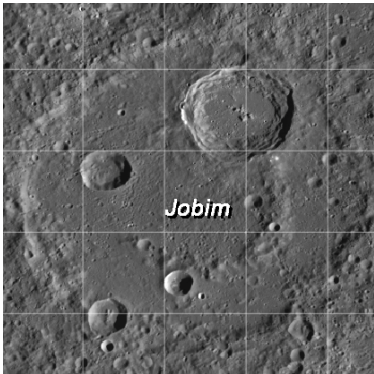
Елементи поверхні регіону *Victoria Rupes*



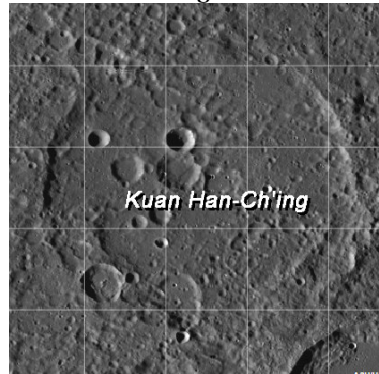
Holbein



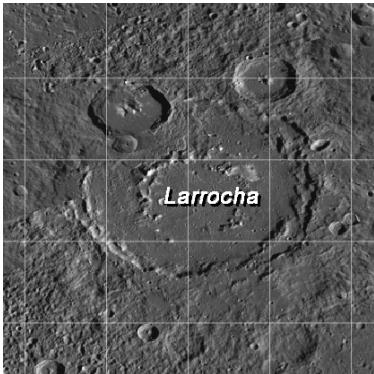
Hugo



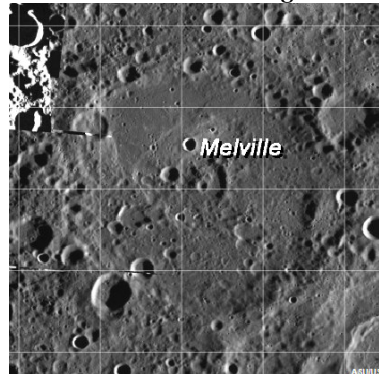
Jobim



Kuan Han-Ch'ing

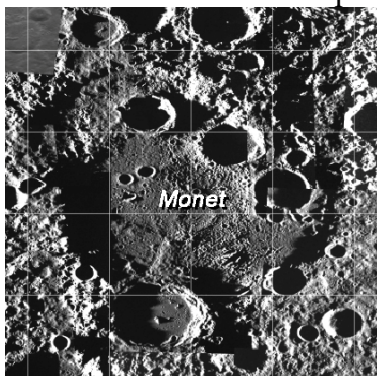


Larrocha

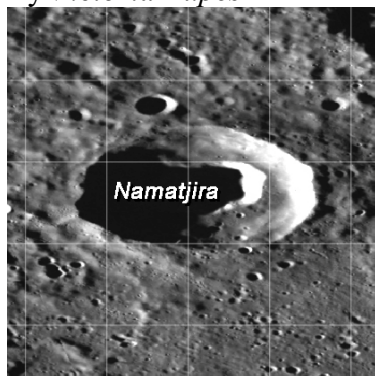


Melville

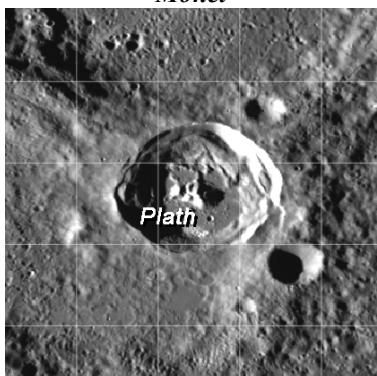
Елементи поверхні регіону *Victoria Rupes*



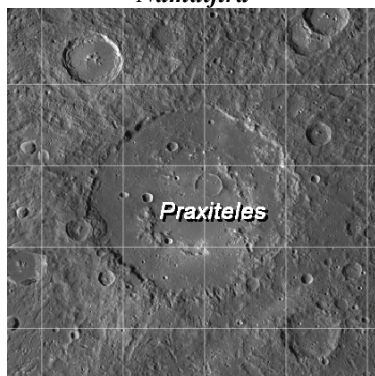
Monet



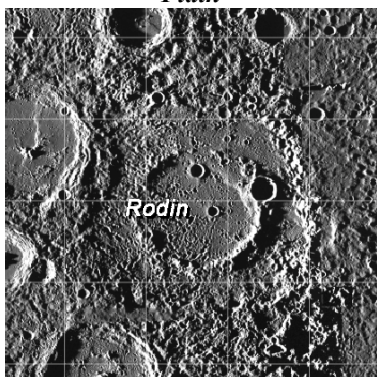
Namatjira



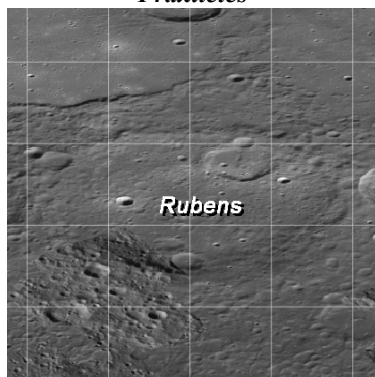
Plath



Praxiteles

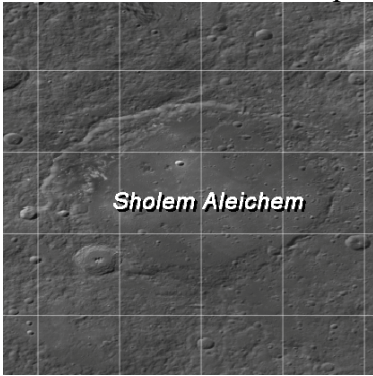


Rodin

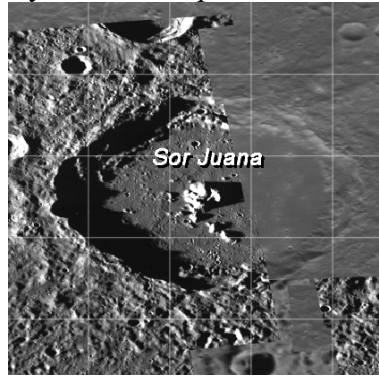


Rubens

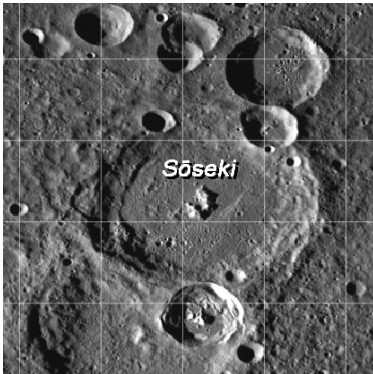
Елементи поверхні регіону *Victoria Rupes*



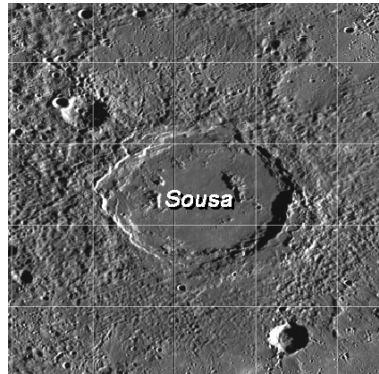
Sholem Aleichem



Sor Juana



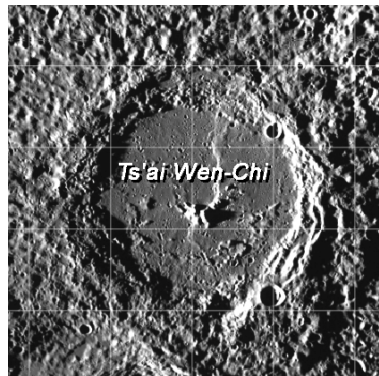
Soseki



Sousa

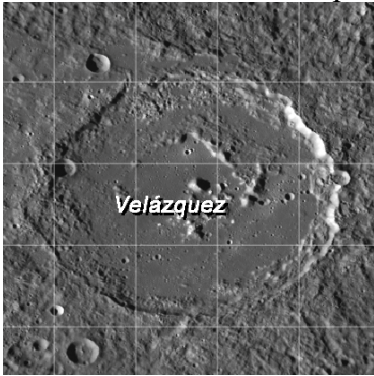


Stravinsky

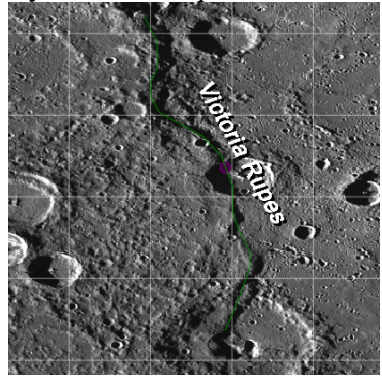


Ts'ai Wen-Chi

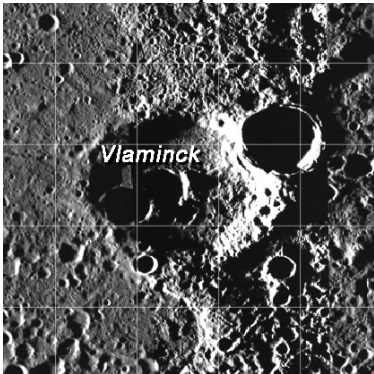
Елементи поверхні регіону *Victoria Rupes*



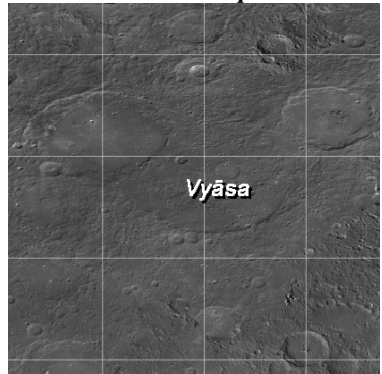
Velazquez



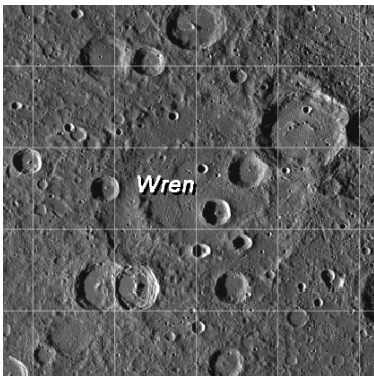
Victoria Rupes



Vlaminck

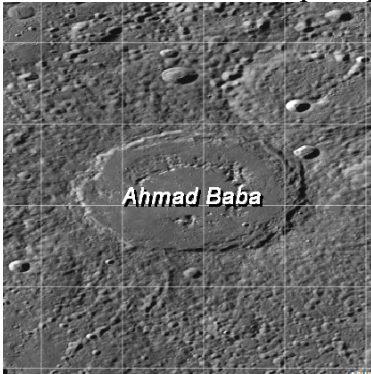


Vyasa

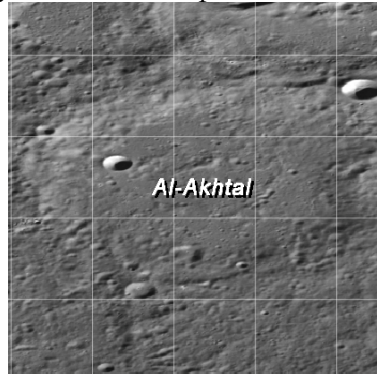


Wren

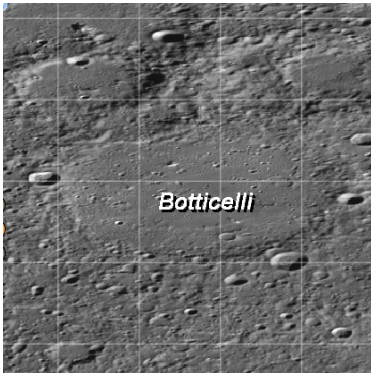
Елементи поверхні регіону *Crater Shakespeare*



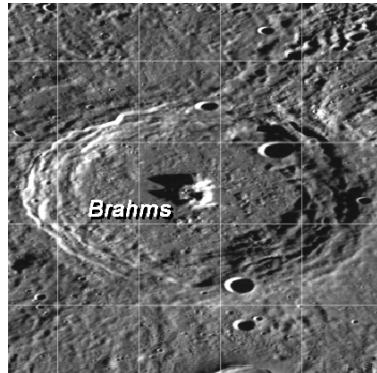
Ahmad Baba



Al-Akhtal



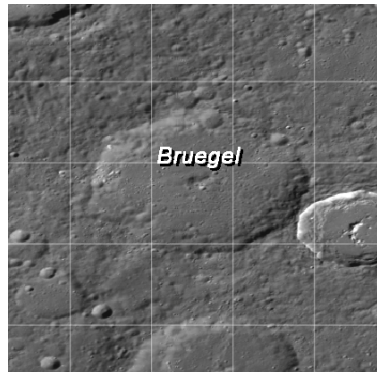
Botticelli



Brahms

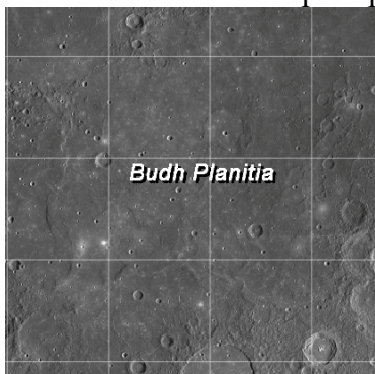


Brontë



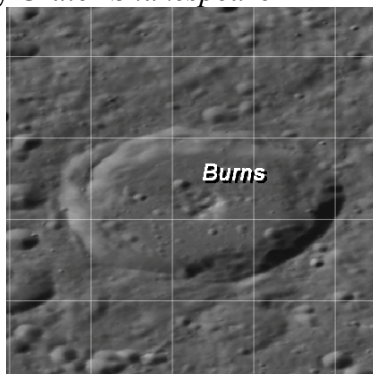
Bruegel

Елементи поверхні регіону *Crater Shakespeare*



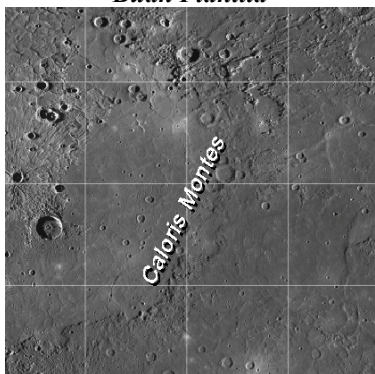
Budh Planitia

Budh Planitia



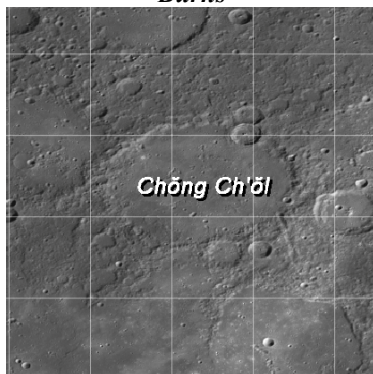
Burns

Burns



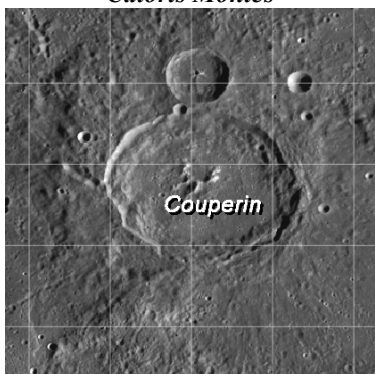
Caloris Montes

Caloris Montes



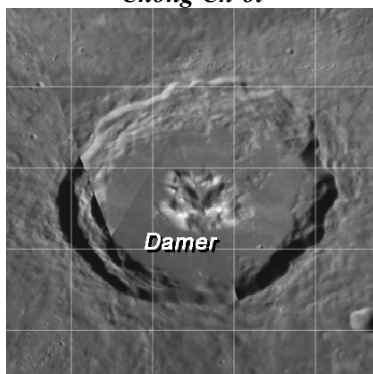
Chong Ch'ol

Chong Ch'ol



Couperin

Couperin



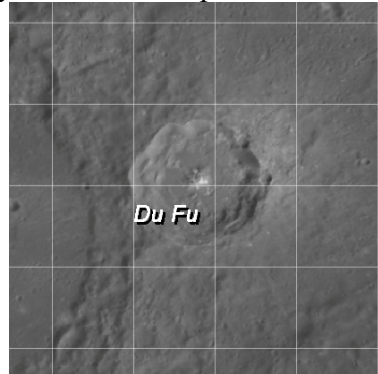
Damer

Damer

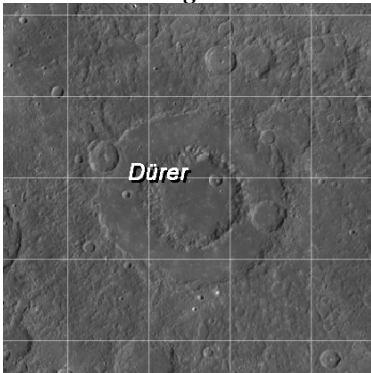
Елементи поверхні регіону *Crater Shakespeare*



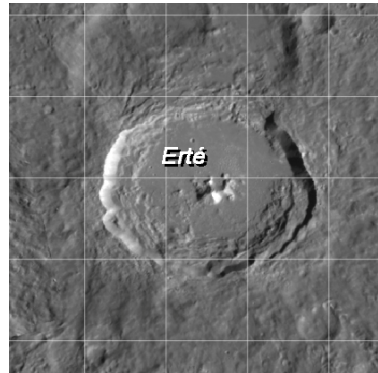
Degas



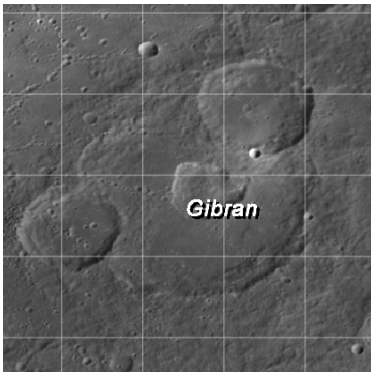
Du Fu



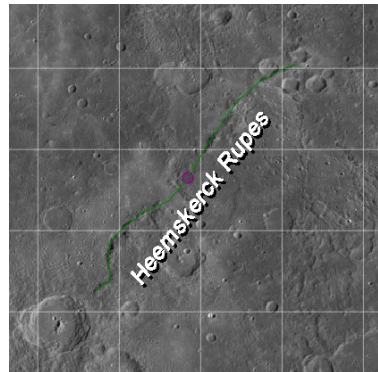
Durer



Erte

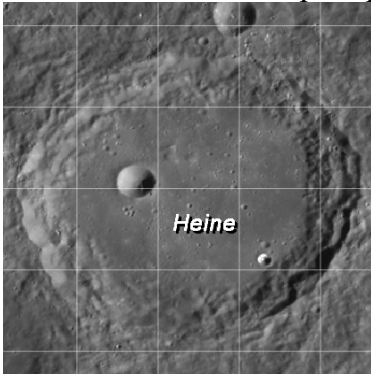


Gibran

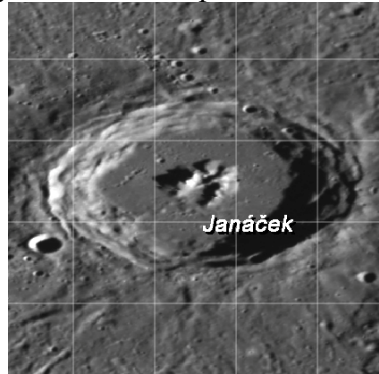


Heemskerck Rupes

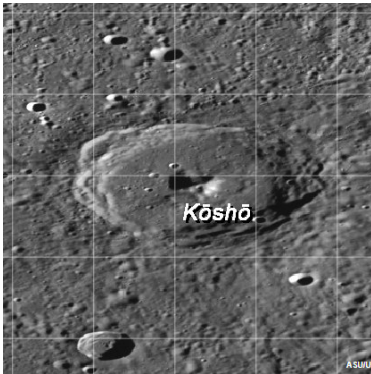
Елементи поверхні регіону *Crater Shakespeare*



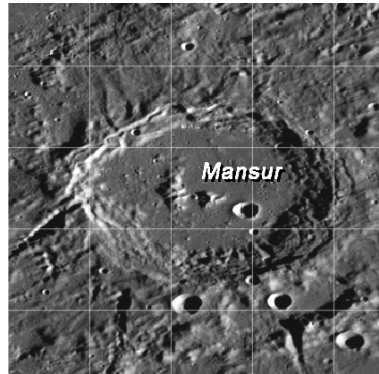
Heine



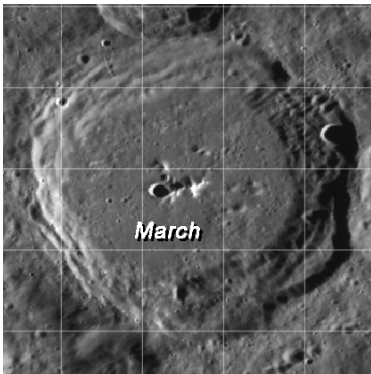
Janacek



Kosho



Mansur



March



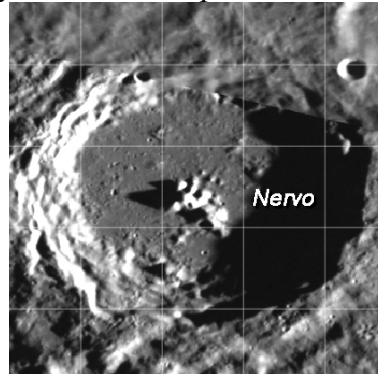
Mickiewicz

Елементи поверхні регіону *Crater Shakespeare*



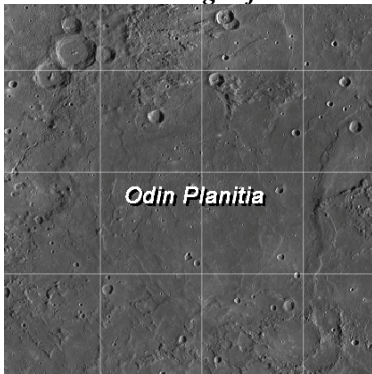
Mussorgskij

Mussorgskij



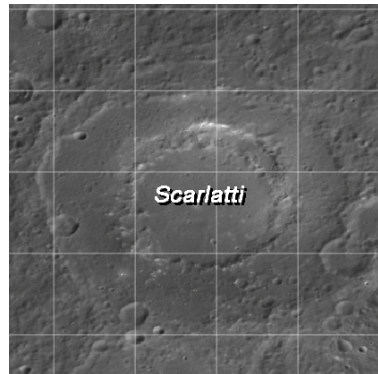
Nervo

Nervo



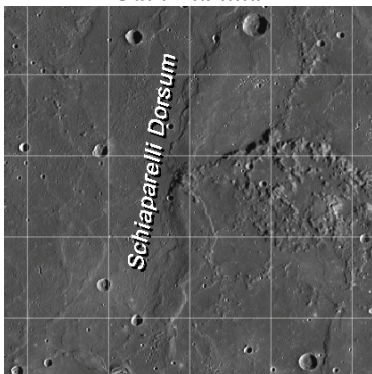
Odin Planitia

Odin Planitia



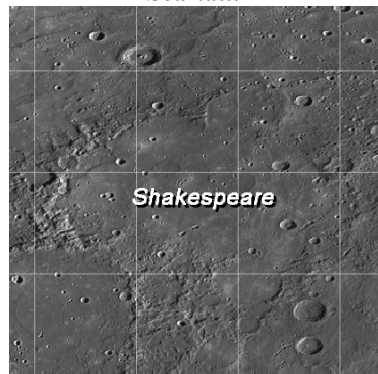
Scarlatti

Scarlatti



Schiaparelli Dorsum

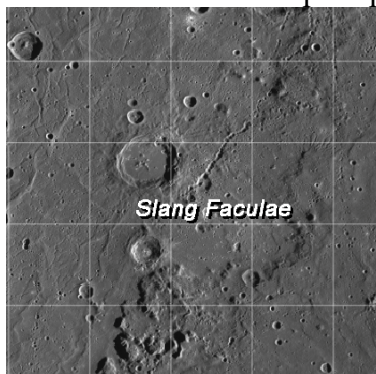
Schiaparelli Dorsum



Shakespeare

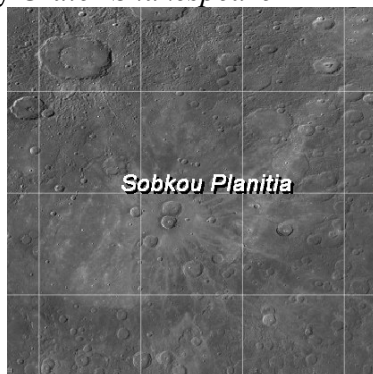
Shakespeare

Елементи поверхні регіону *Crater Shakespeare*



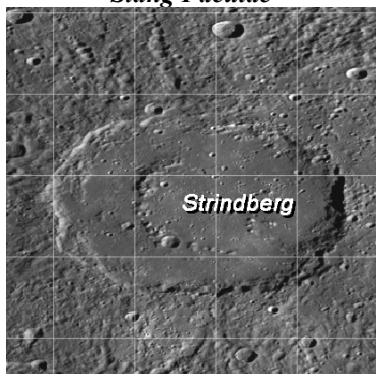
Slang Faculae

Slang Faculae



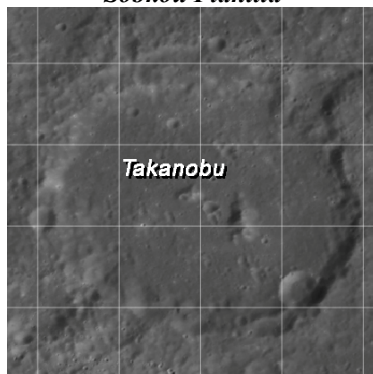
Sobkou Planitia

Sobkou Planitia



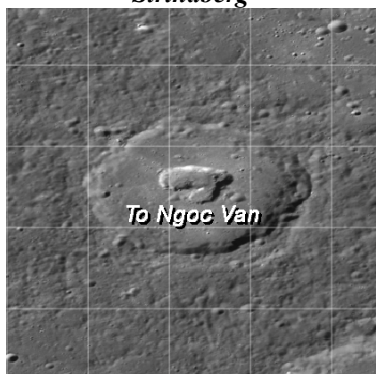
Strindberg

Strindberg



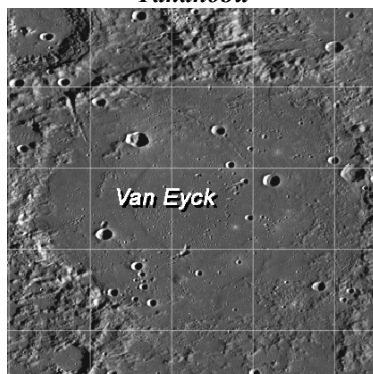
Takanobu

Takanobu



To Ngoc Van

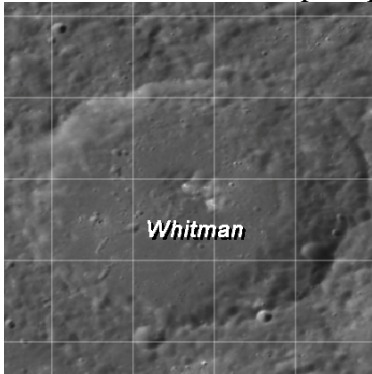
To Ngoc Van



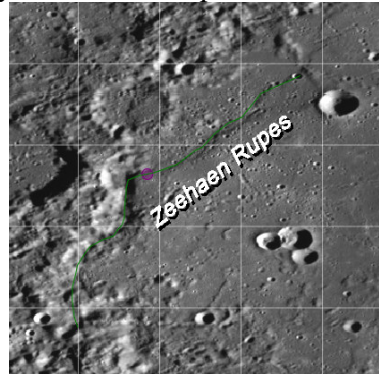
Van Eyck

Van Eyck

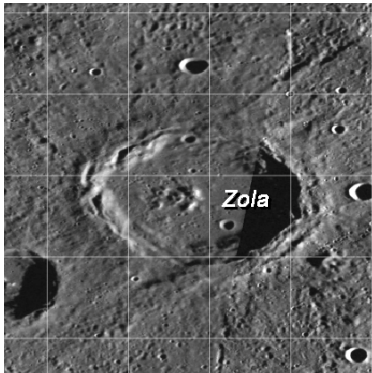
Елементи поверхні регіону *Crater Shakespeare*



Whitman



Zeehaen Rupes

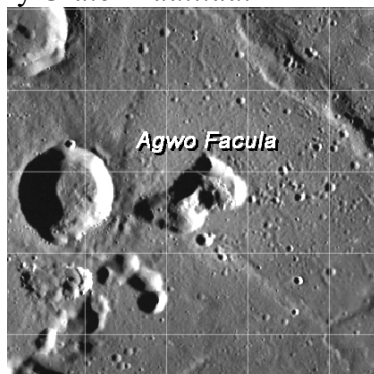


Zola

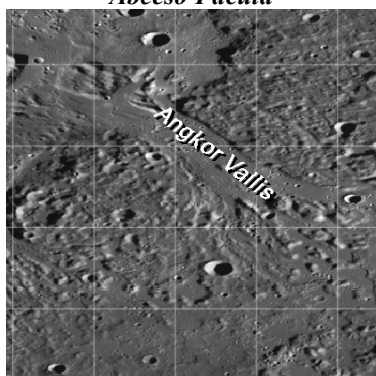
Елементи поверхні регіону *Crater Raditladi*



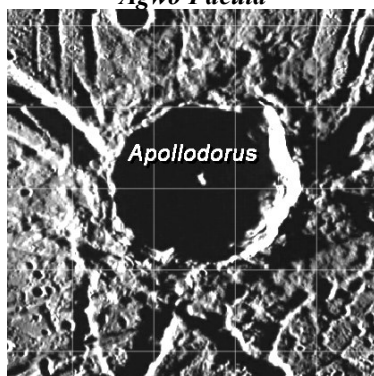
Abeeso Facula



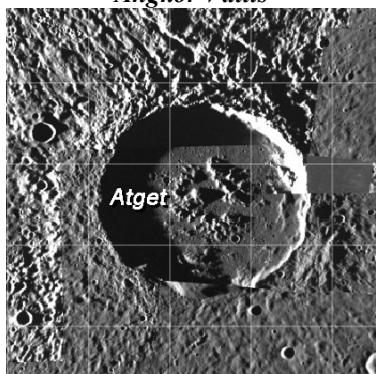
Agwo Facula



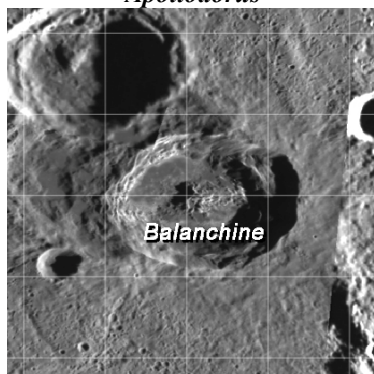
Angkor Vallis



Apollodorus

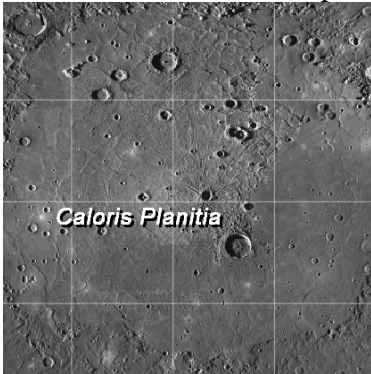


Atget

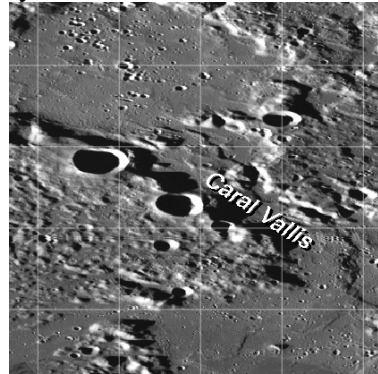


Balanchine

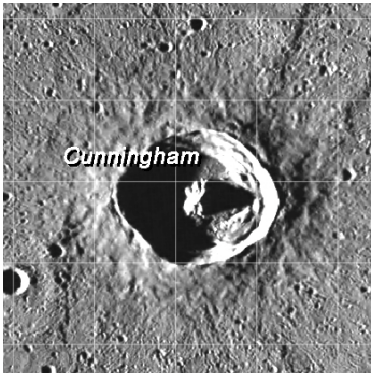
Елементи поверхні регіону *Crater Raditladi*



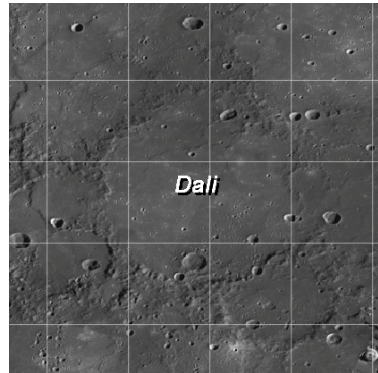
Caloris Planitia



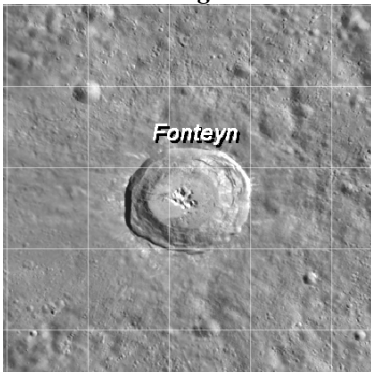
Caral Vallis



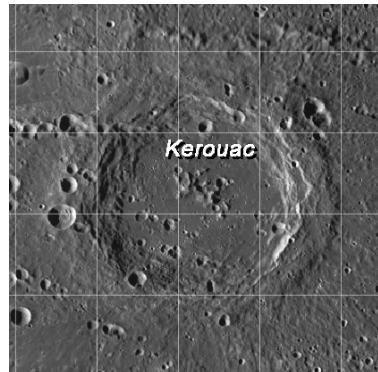
Cunningham



Dali



Fonteyn

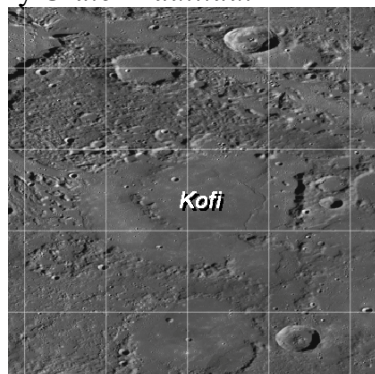


Kerouac

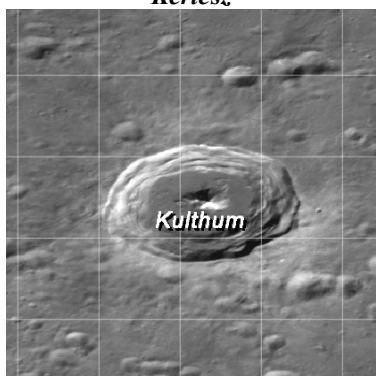
Елементи поверхні регіону *Crater Raditladi*



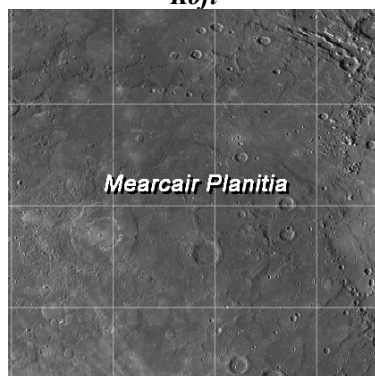
Kertész



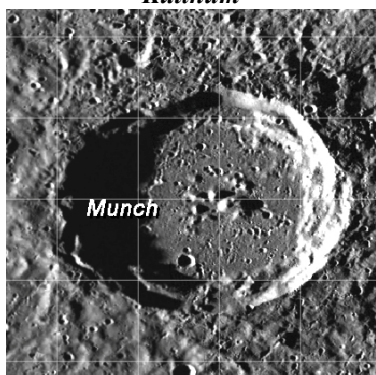
Kofi



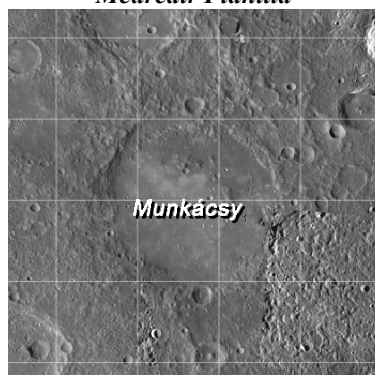
Kulthum



Mearcair Planitia

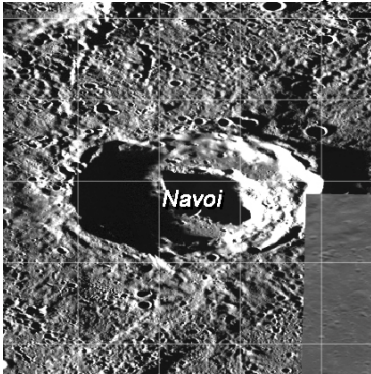


Munch

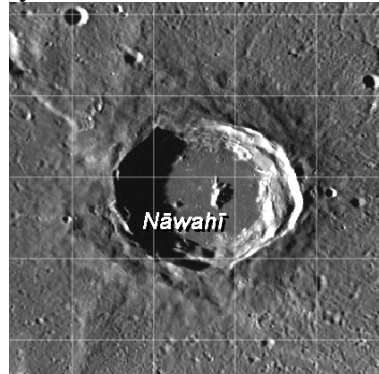


Munkácsy

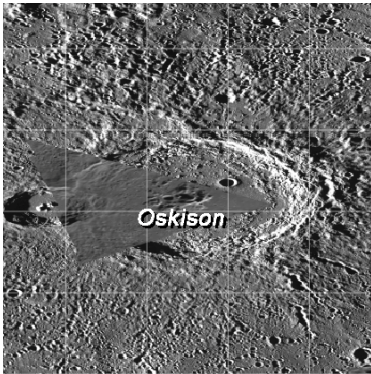
Елементи поверхні регіону *Crater Raditladi*



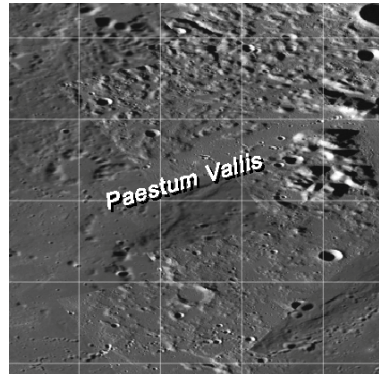
Navoi



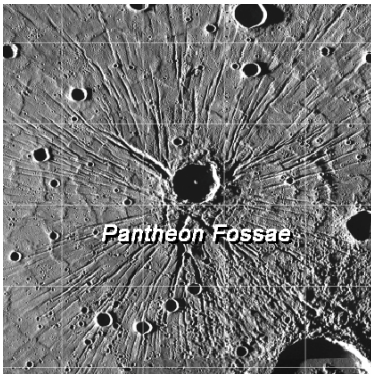
Nawahi



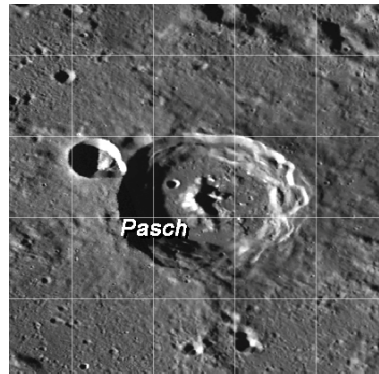
Oskison



Paestum Vallis

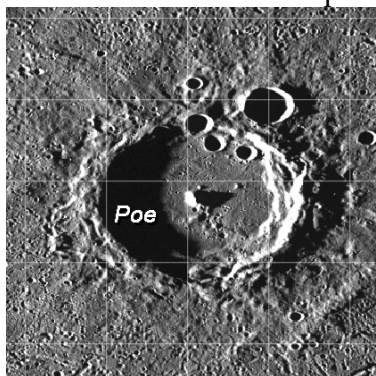


Pantheon Fossae

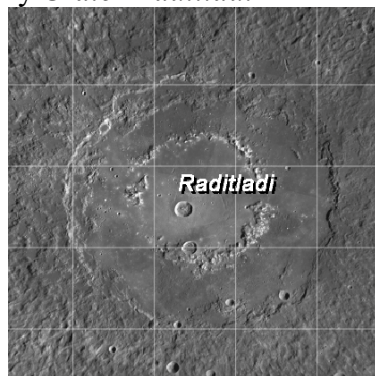


Pasch

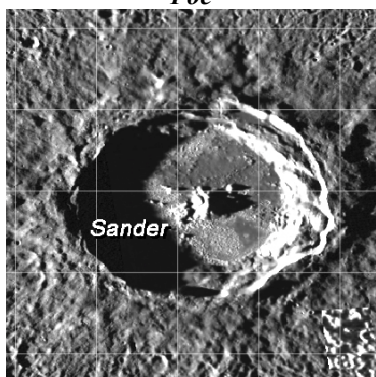
Елементи поверхні регіону *Crater Raditladi*



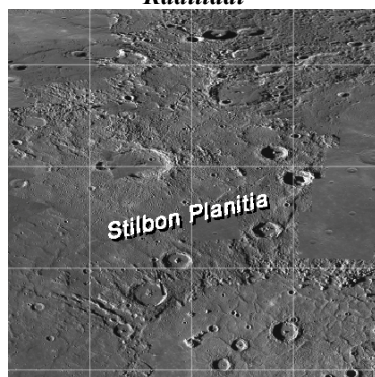
Poe



Raditladi



Sander



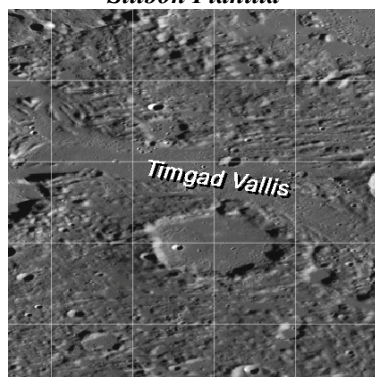
Stilbon Planitia

Stilbon Planitia



Thueban Facula

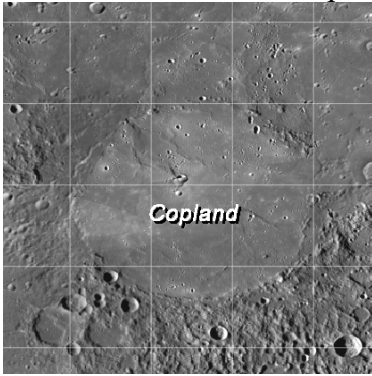
Thueban Facula



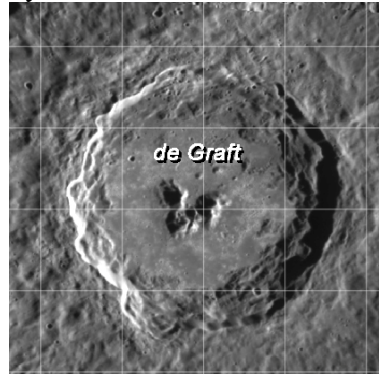
Timgad Vallis

Timgad Vallis

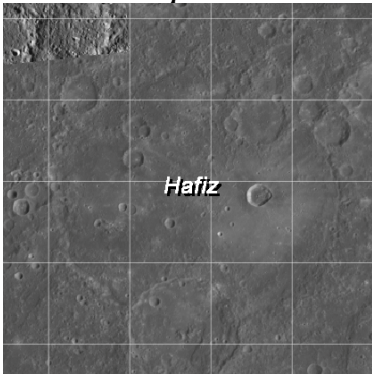
Елементи поверхні регіону *Crater Hokusai*



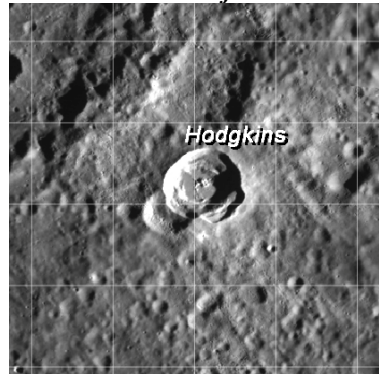
Copland



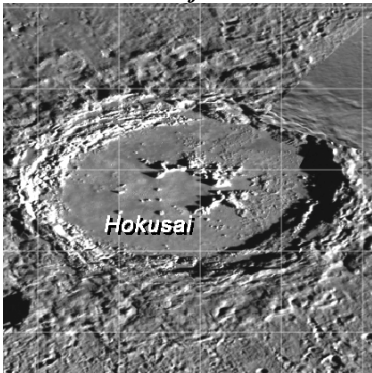
de Graaf



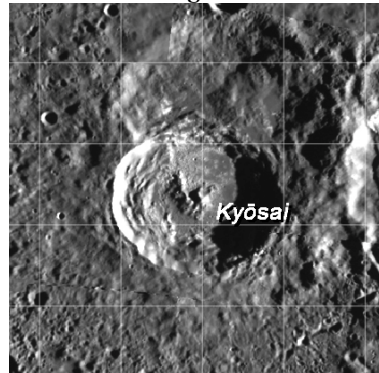
Hafiz



Hodgkins

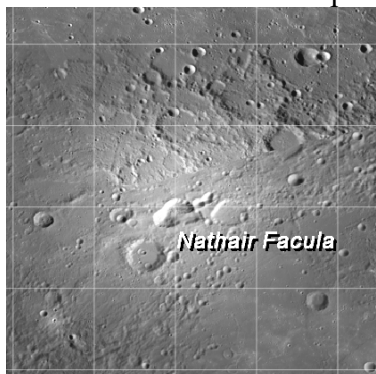


Hokusai

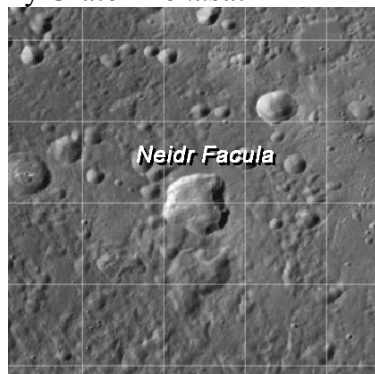


Kyōsai

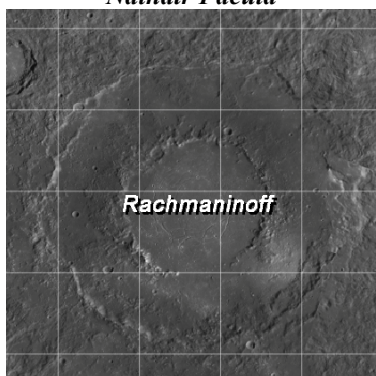
Елементи поверхні регіону *Crater Hokusai*



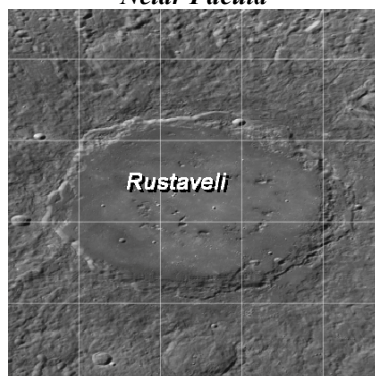
Nathair Facula



Neidr Facula



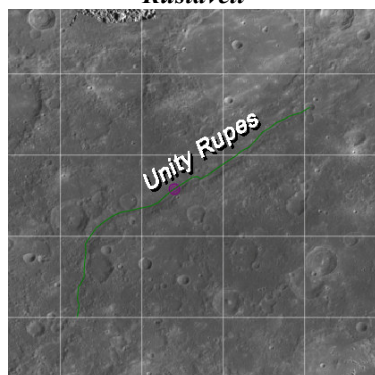
Rachmaninoff



Rustaveli

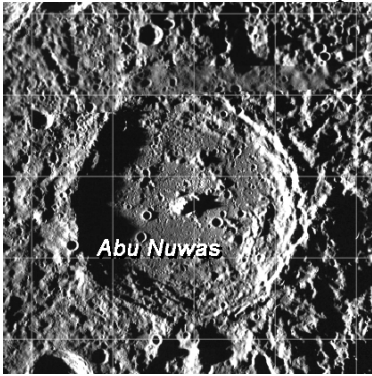


Suge Facula

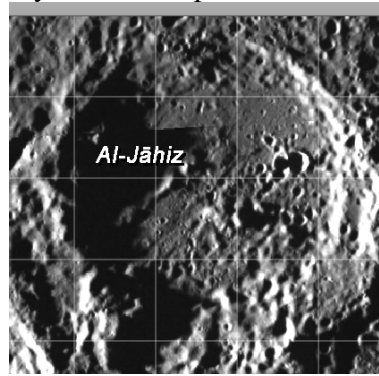


Unity Rupes

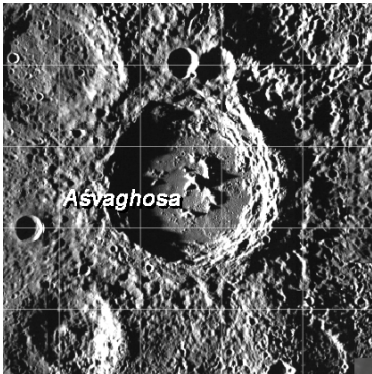
Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



Abu Nuwas



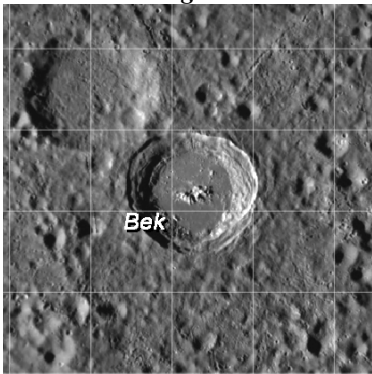
Al-Jahiz



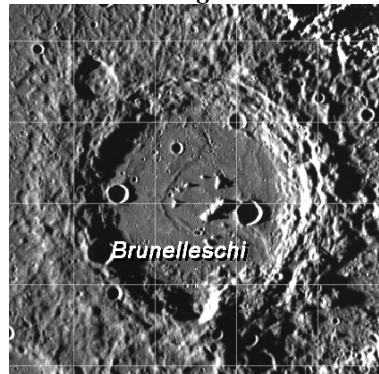
Asvaghosa



Balagtas

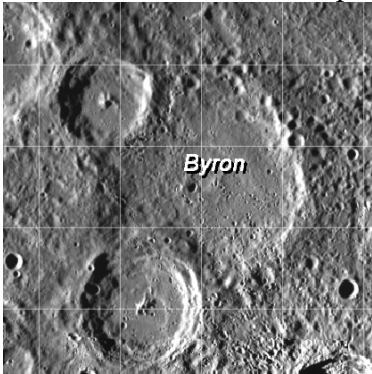


Bek

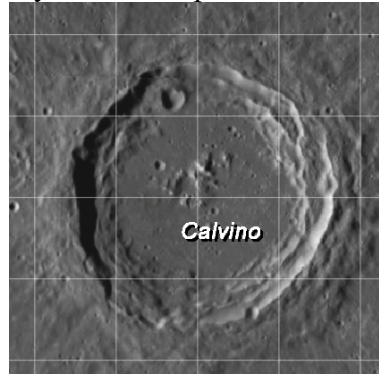


Brunelleschi

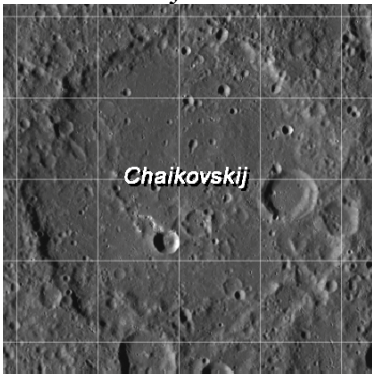
Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



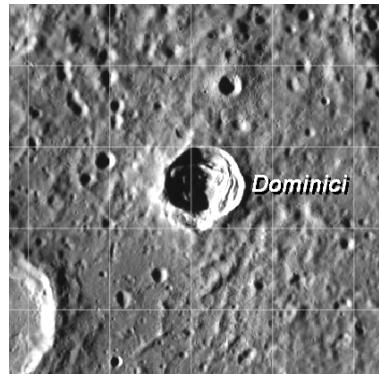
Byron



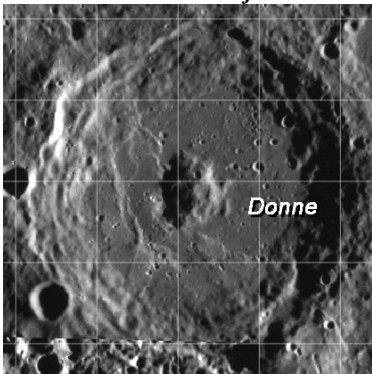
Calvino



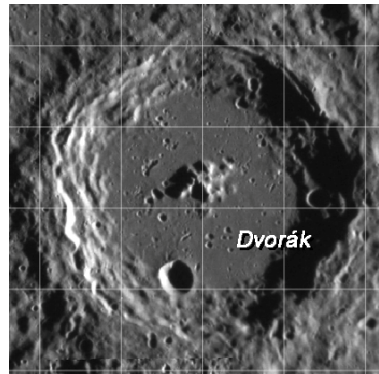
Chaikovskij



Dominici

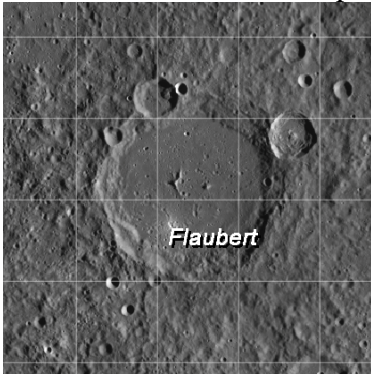


Donne



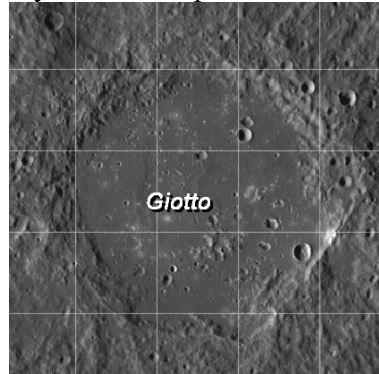
Dvorák

Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



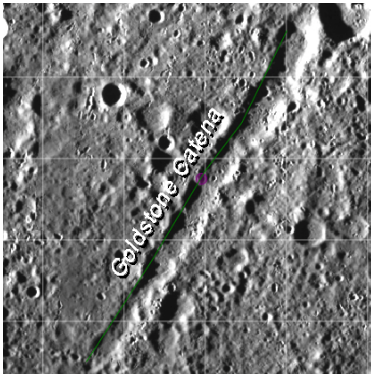
Flaubert

Flaubert



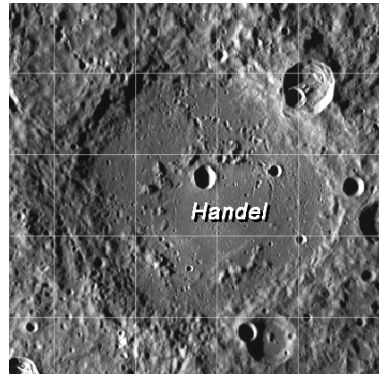
Giotto

Giotto



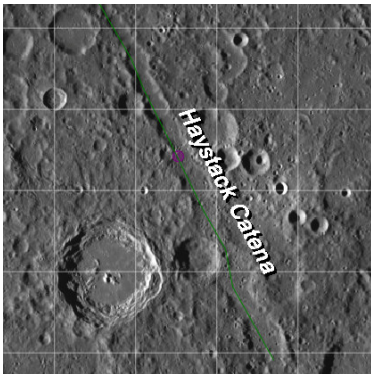
Goldstone Catena

Goldstone Catena



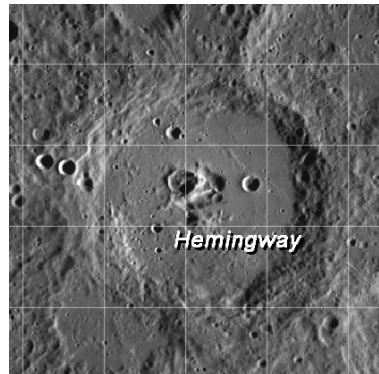
Handel

Handel



Haystack Catena

Haystack Catena



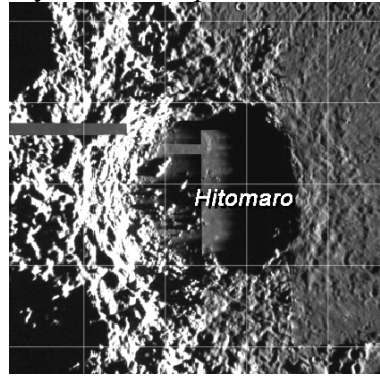
Hemingway

Hemingway

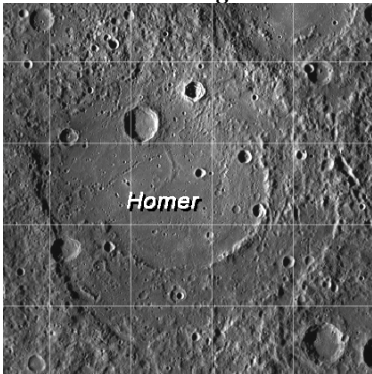
Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



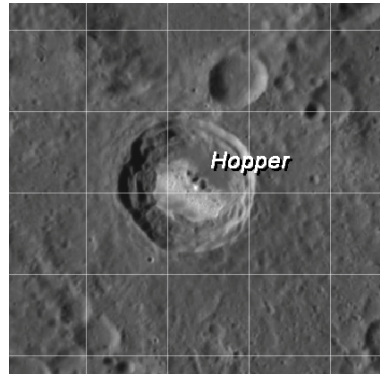
Hiroshige



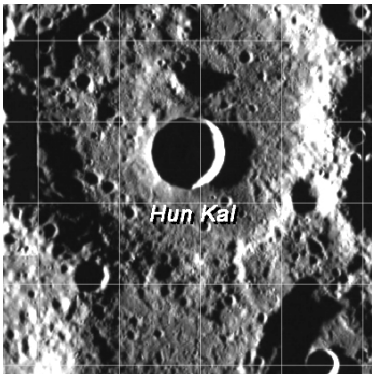
Hitomaro



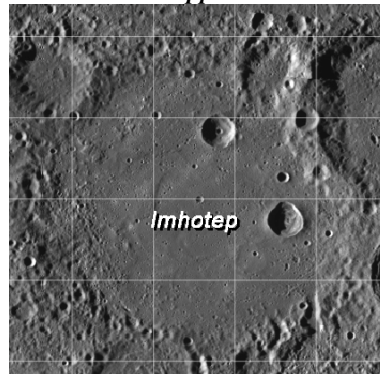
Homer



Hopper

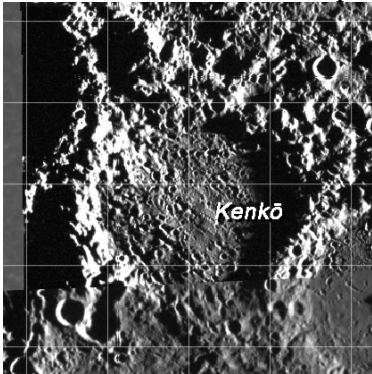


Hun Kal

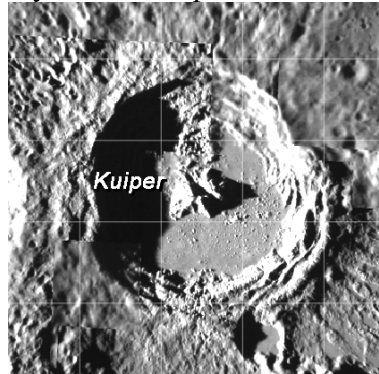


Imhotep

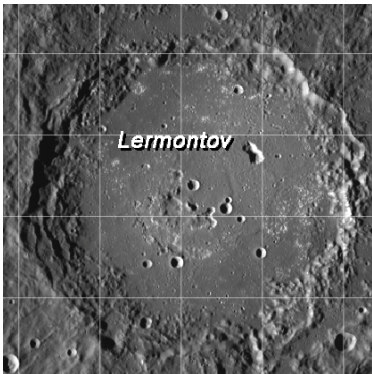
Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



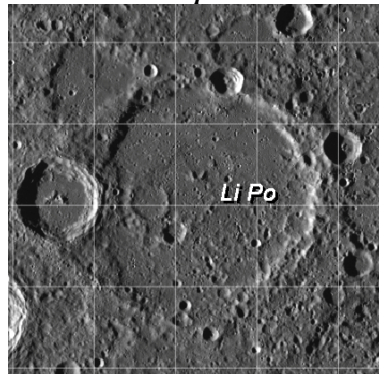
Kenko



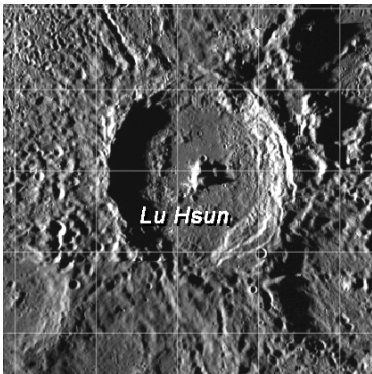
Kuiper



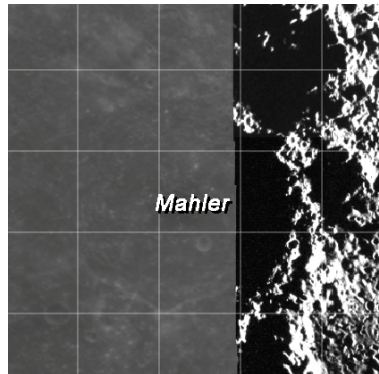
Lermontov



Li Po

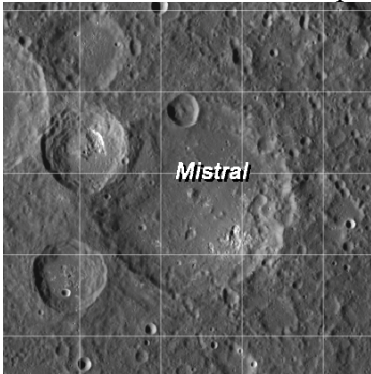


Lu Hsun

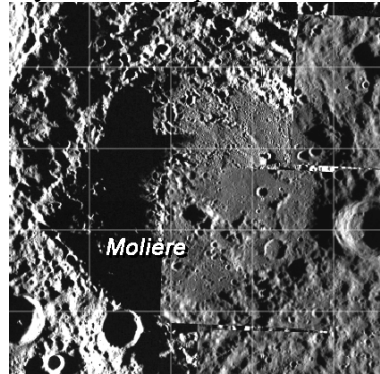


Mahler

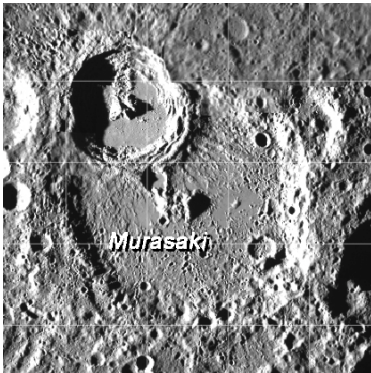
Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



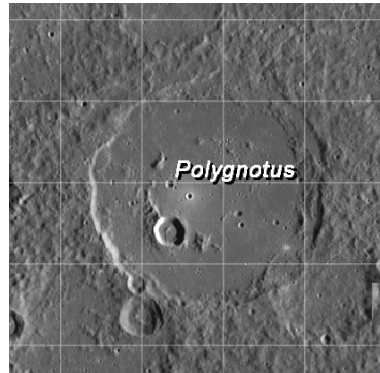
Mistral



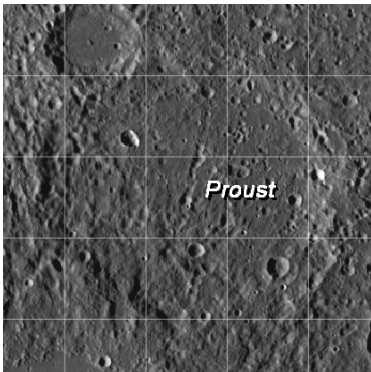
Moliere



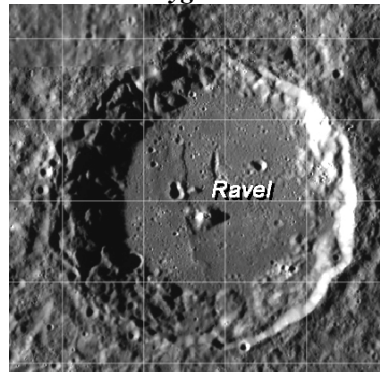
Murasaki



Polygnotus

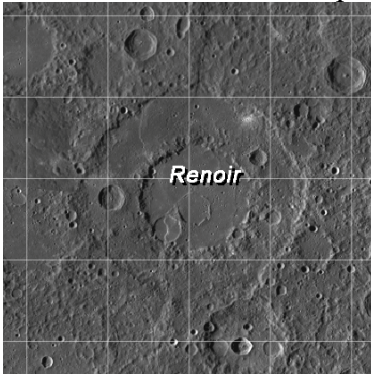


Proust

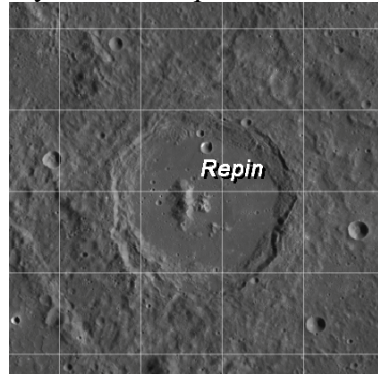


Ravel

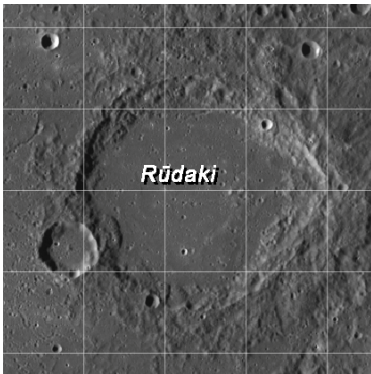
Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



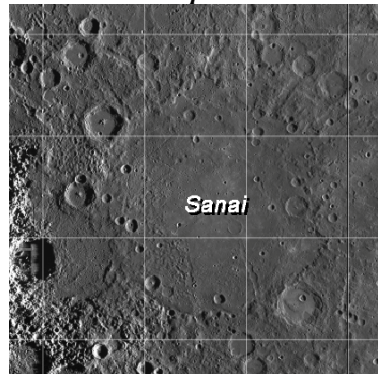
Renoir



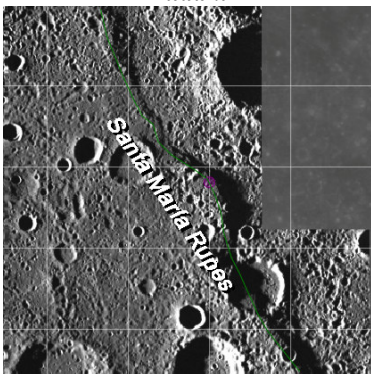
Repin



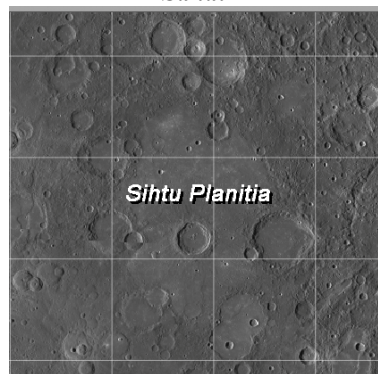
Rudaki



Sanai

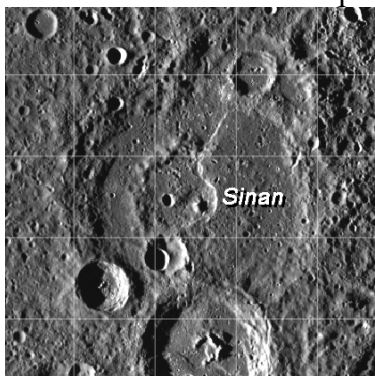


Santa Maria Rupes

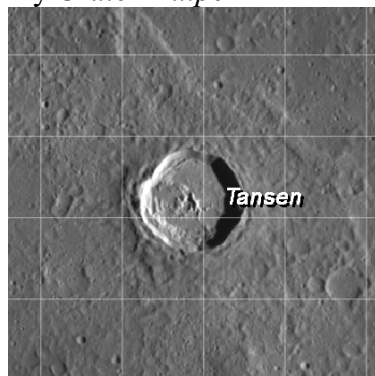


Sihtu Planitia

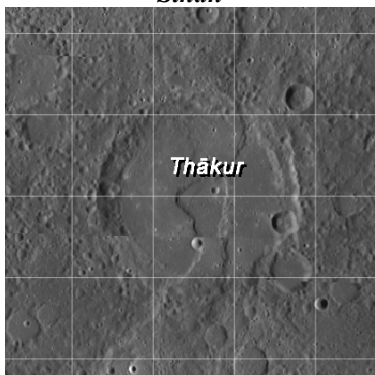
Елементи поверхні регіону *Crater Kuiper*



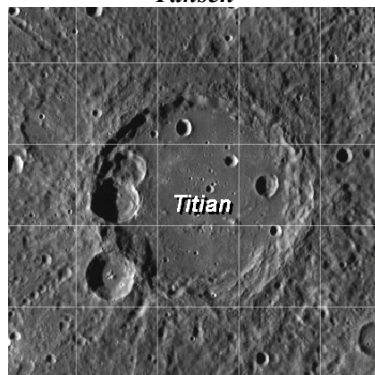
Sinan



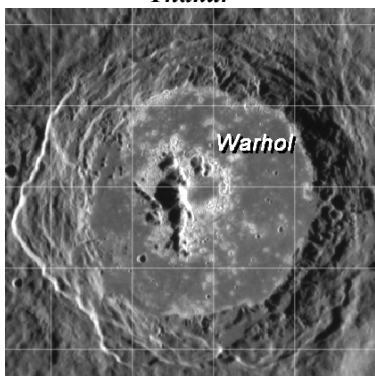
Tansen



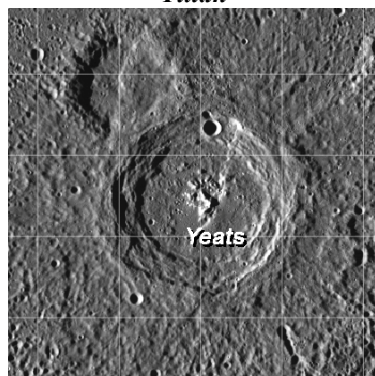
Thakur



Titian



Warhol

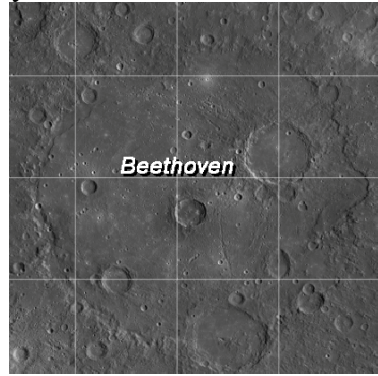


Yeats

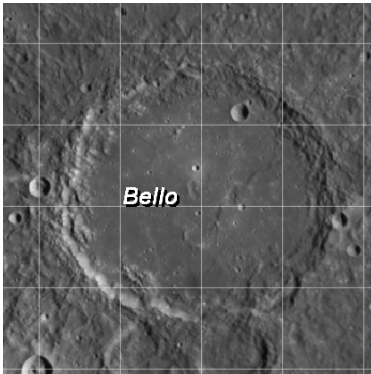
Елементи поверхні регіону *Crater Beethoven*



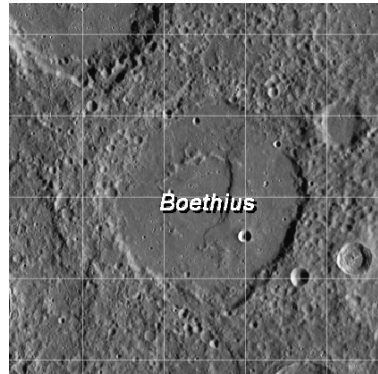
Balzac



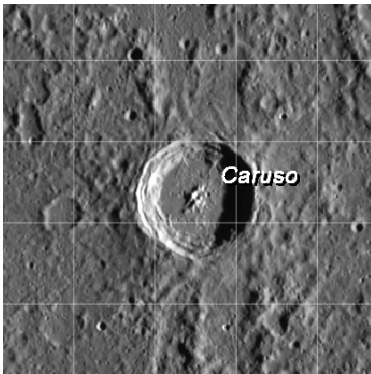
Beethoven



Bello



Boethius

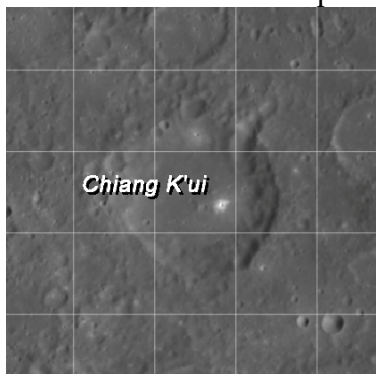


Caruso



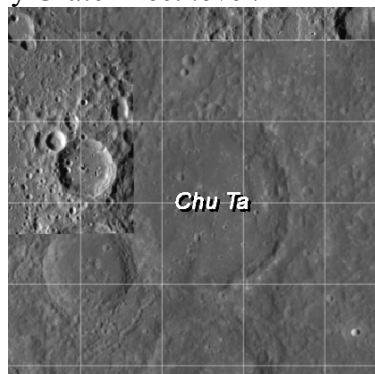
Cezanne

Елементи поверхні регіону *Crater Beethoven*



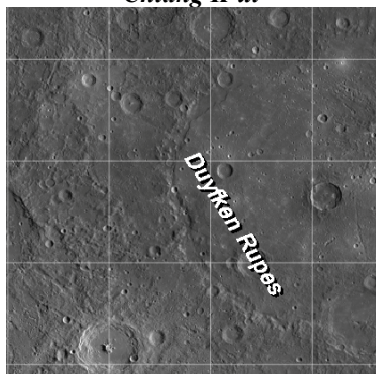
Chiang K'ui

Chiang K'ui



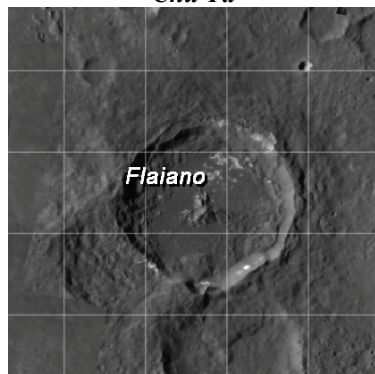
Chu Ta

Chu Ta



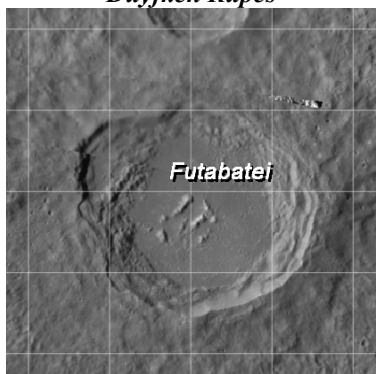
Duyfken Rupes

Duyfken Rupes



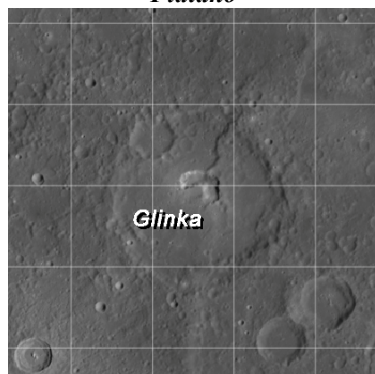
Flaiano

Flaiano



Futabatei

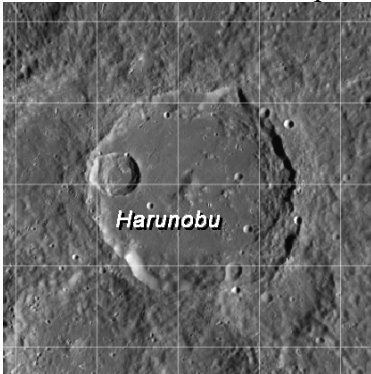
Futabatei



Glinka

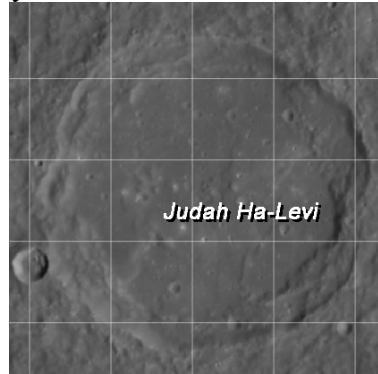
Glinka

Елементи поверхні регіону *Crater Beethoven*



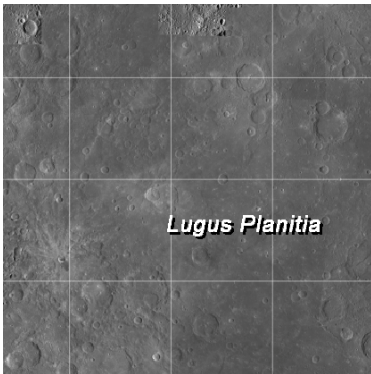
Harunobu

Harunobu



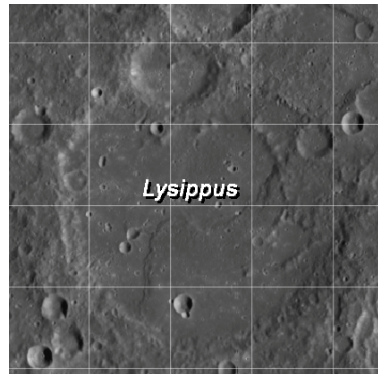
Judah Ha-Levi

Judah Ha-Levi



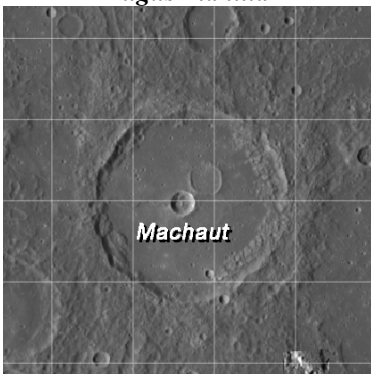
Lugus Planitia

Lugus Planitia



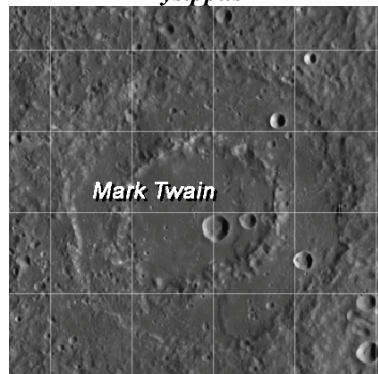
Lysippus

Lysippus



Machaut

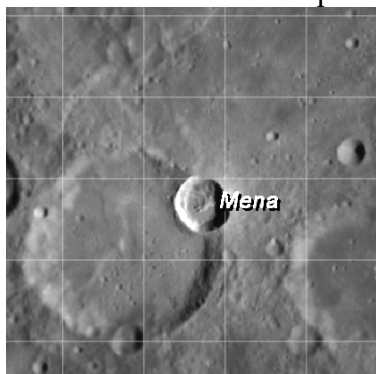
Machaut



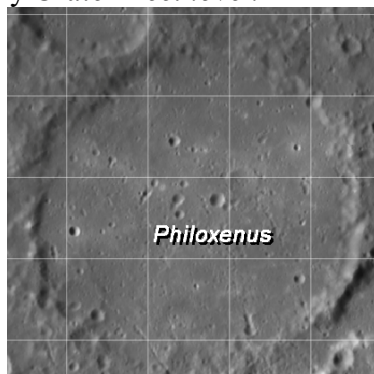
Mark Twain

Mark Twain

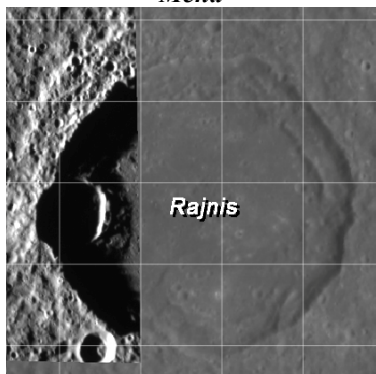
Елементи поверхні регіону *Crater Beethoven*



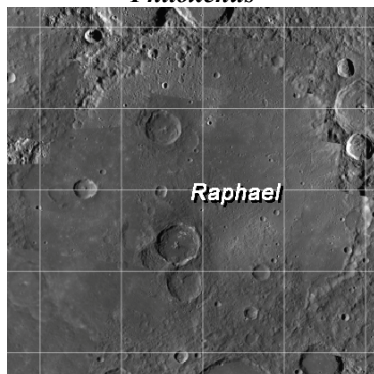
Mena



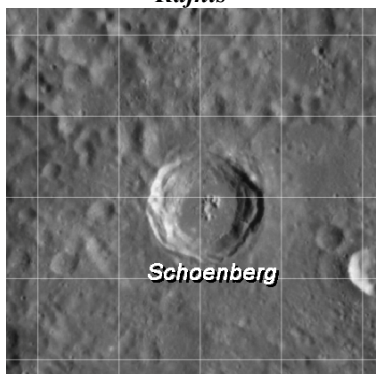
Philoxenus



Rajnis



Raphael



Schoenberg

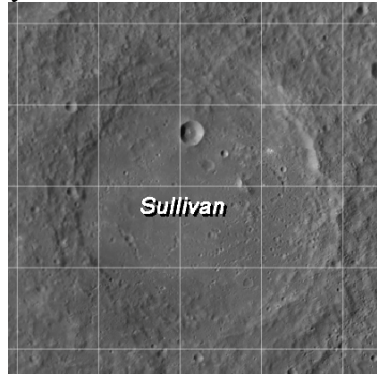


Snorri

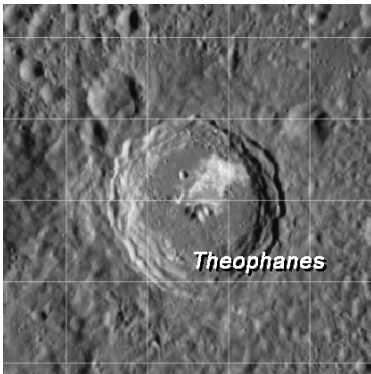
Елементи поверхні регіону *Crater Beethoven*



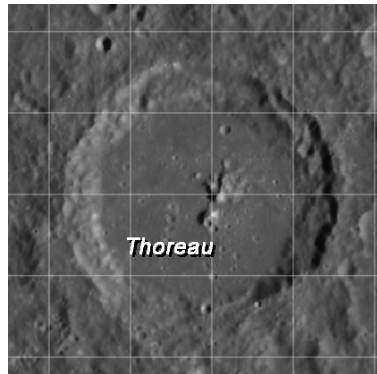
Stevenson



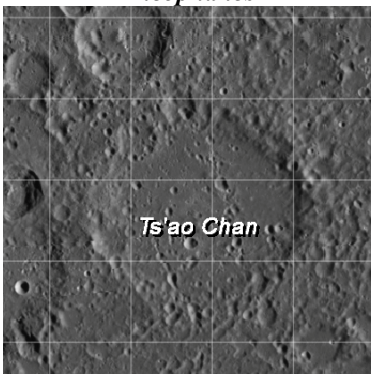
Sullivan



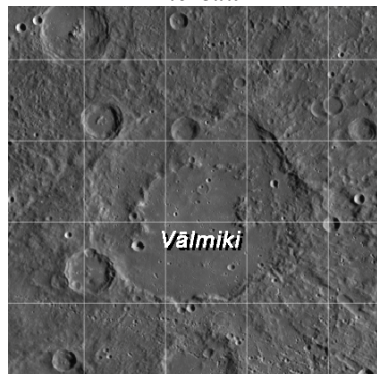
Theophanes



Thoreau



Ts'ao Chan

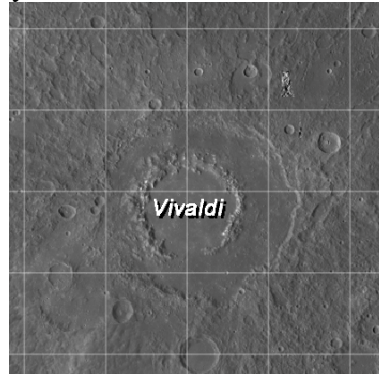


Valmiki

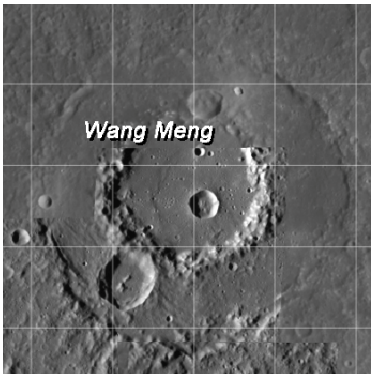
Елементи поверхні регіону *Crater Beethoven*



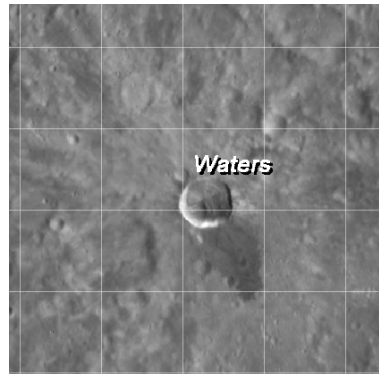
Vieira da Silva



Vivaldi

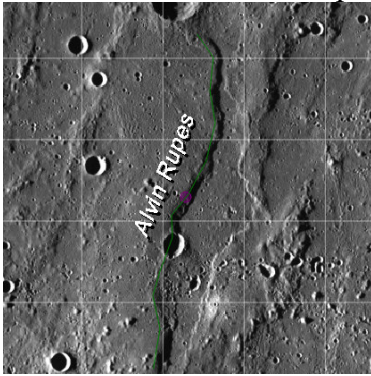


Wang Meng

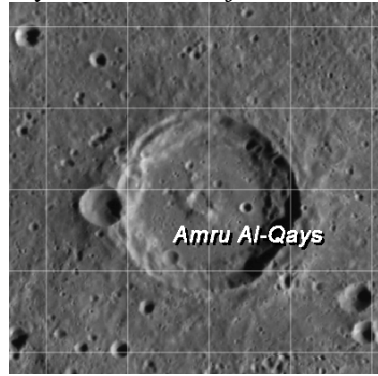


Waters

Елементи поверхні регіону *Crater Tolstoj*



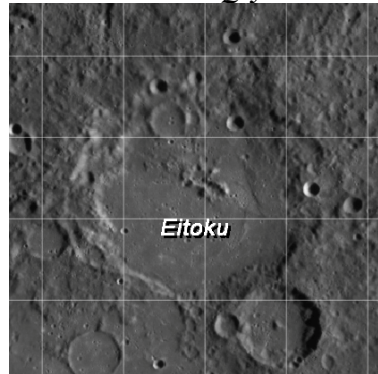
Alvin Rupes



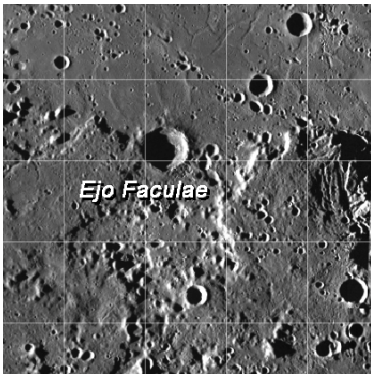
Amru Al-Qays



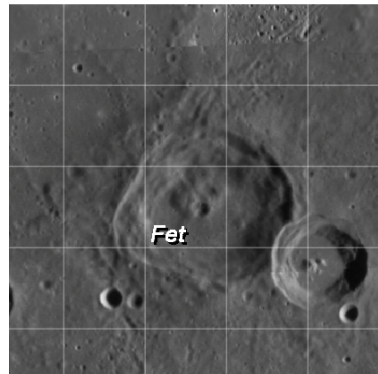
Bibilava Faculae



Eitoku

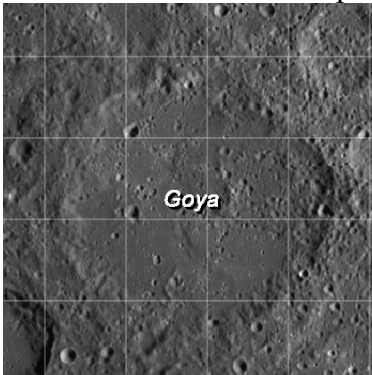


Ejo Faculae



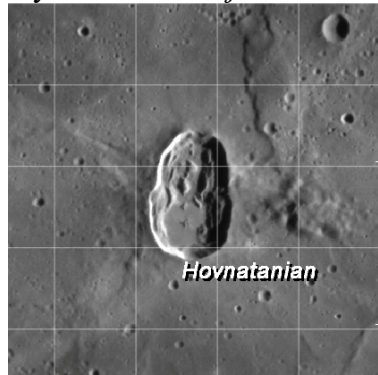
Fet

Елементи поверхні регіону *Crater Tolstoj*



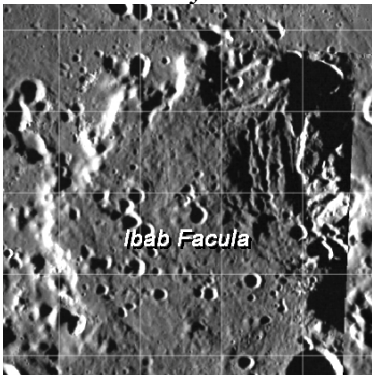
Goya

Goya



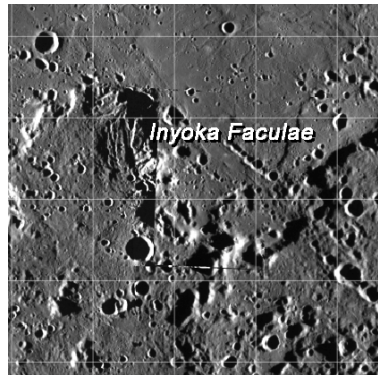
Hovnatanian

Hovnatanian



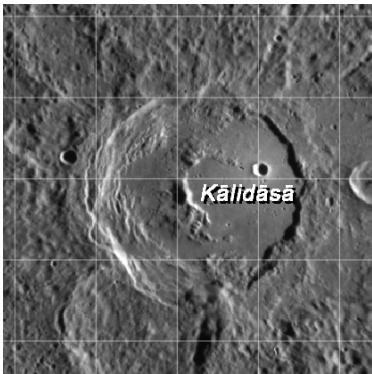
Ibab Facula

Ibab Facula



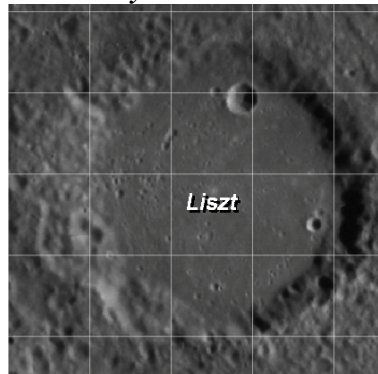
Inyoka Faculae

Inyoka Faculae



Kālidāsā

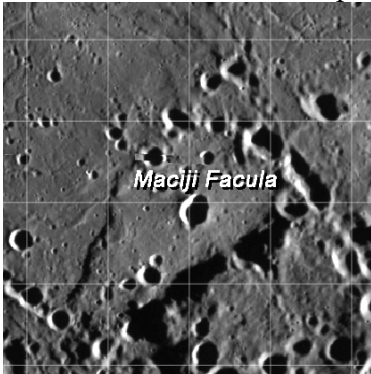
Kalidasa



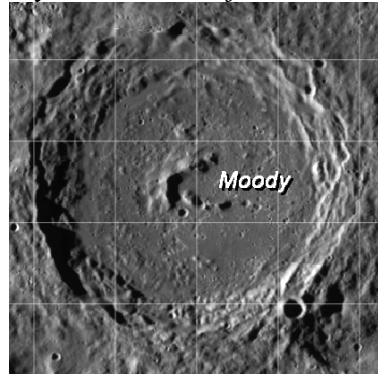
Liszt

Liszt

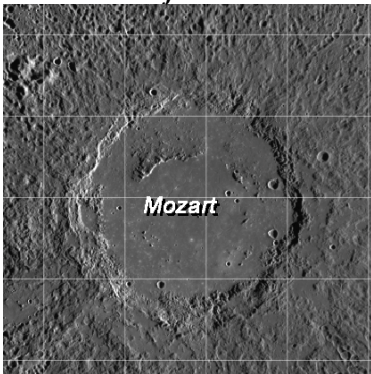
Елементи поверхні регіону *Crater Tolstoj*



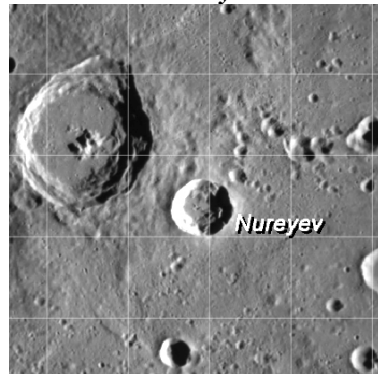
Maciji Facula



Moody



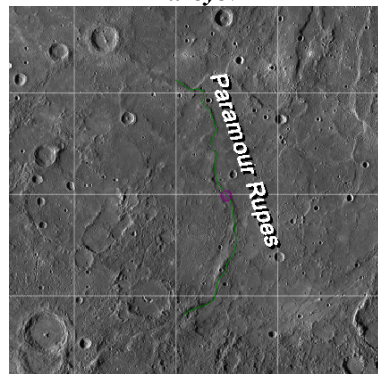
Mozart



Nureyev

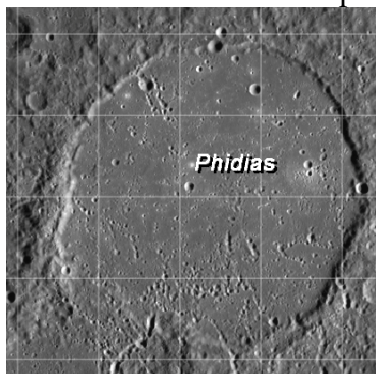


Nzoka Facula

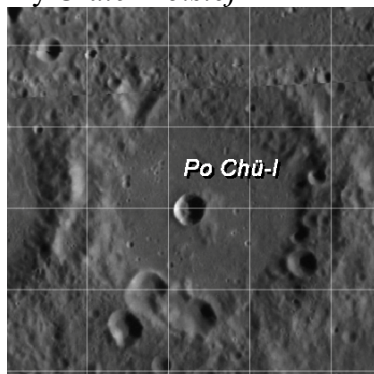


Paramour Rupes

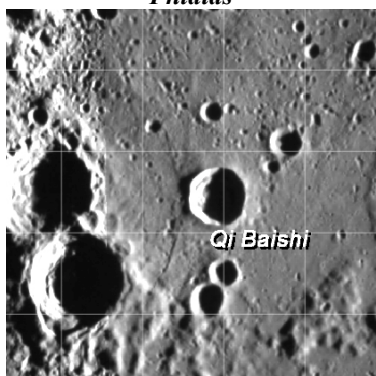
Елементи поверхні регіону *Crater Tolstoj*



Phidias



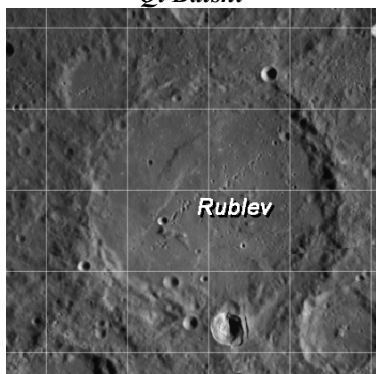
Po Chu-I



Qi Baishi



Raden Saleh

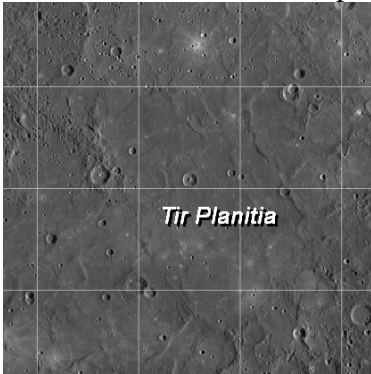


Rublev

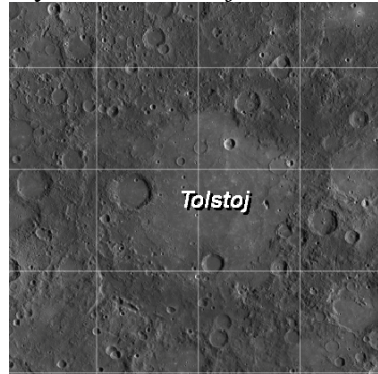


Sophocles

Елементи поверхні регіону *Crater Tolstoj*



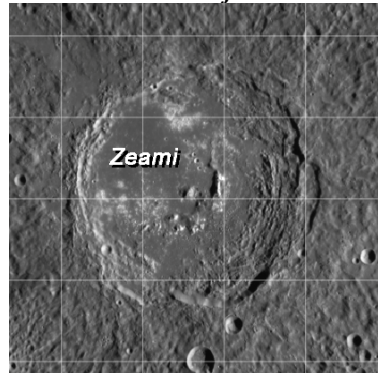
Tir Planitia



Tolstoj

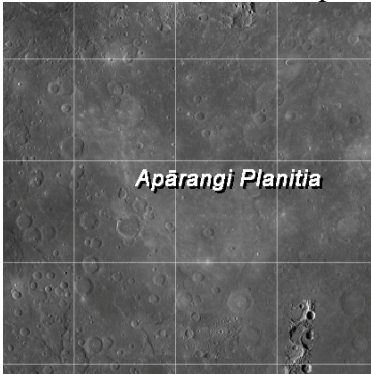


Tyagaraja

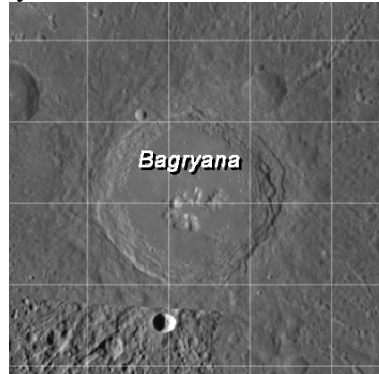


Zeami

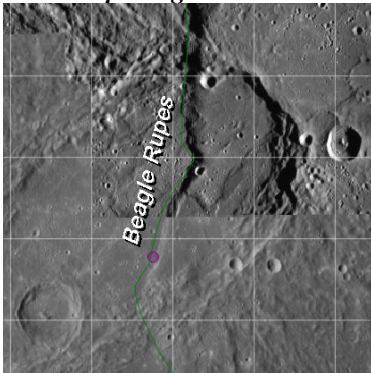
Елементи поверхні регіону *Crater Eminescu*



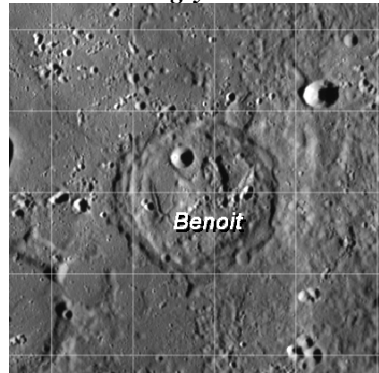
Aparangi Planitia



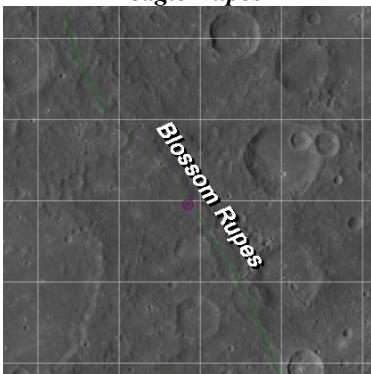
Bagryana



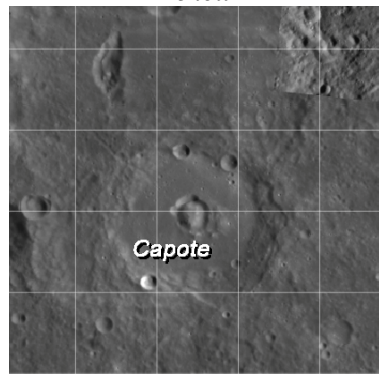
Beagle Rupes



Benoit

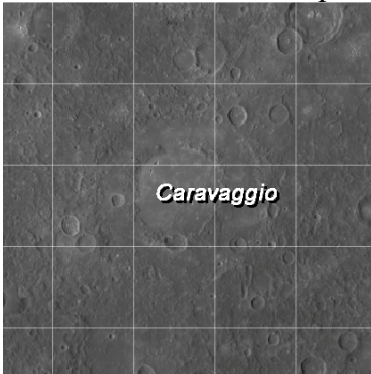


Blossom Rupes

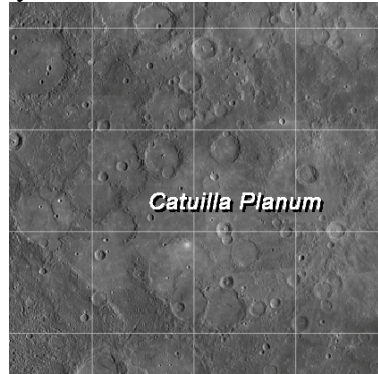


Capote

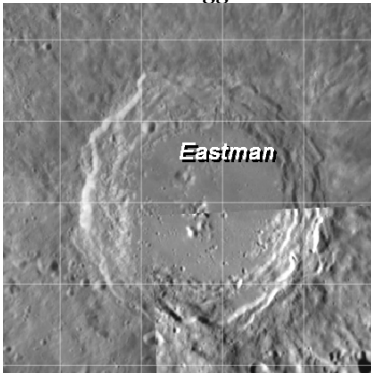
Елементи поверхні регіону *Crater Eminescu*



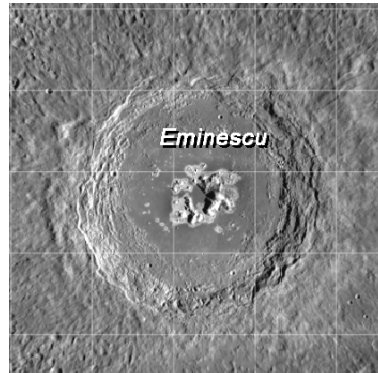
Caravaggio



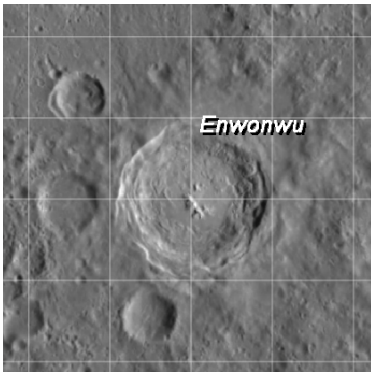
Catuilla Planum



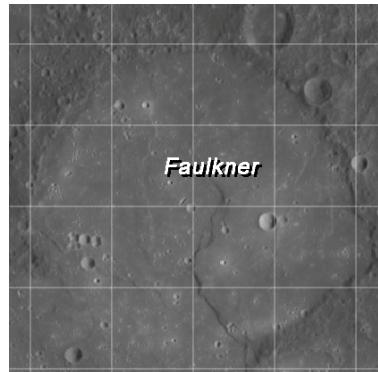
Eastman



Eminescu

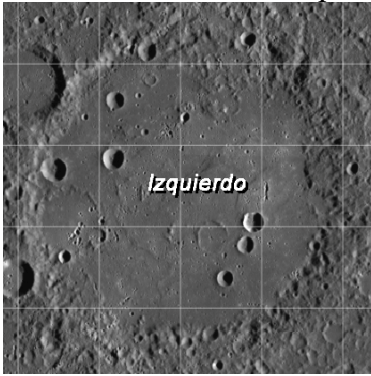


Enwonwu

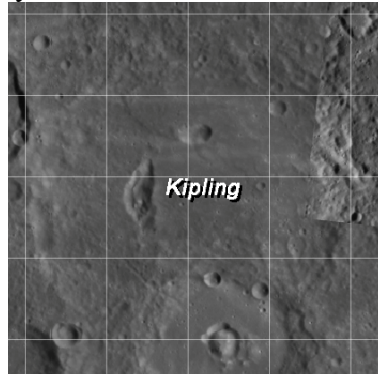


Faulkner

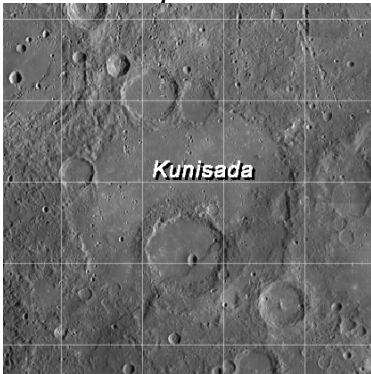
Елементи поверхні регіону *Crater Eminescu*



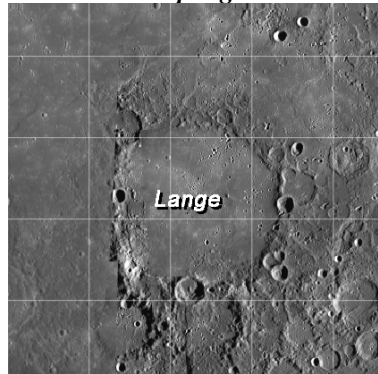
Izquierdo



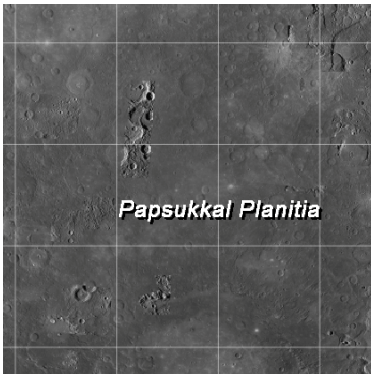
Kipling



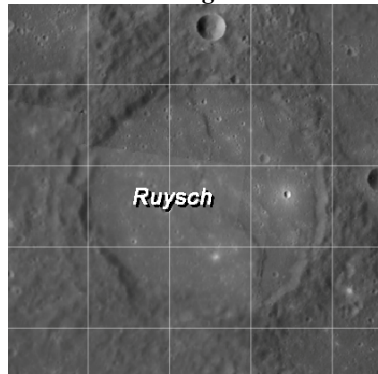
Kunisada



Lange

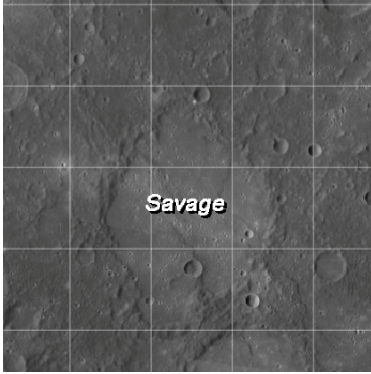


Papsukkal Planitia

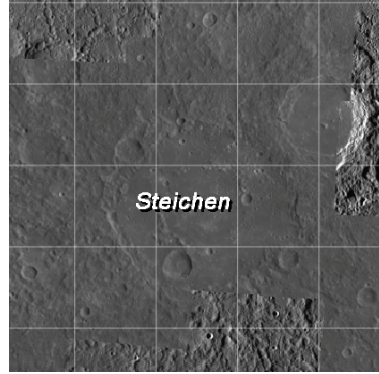


Ruysch

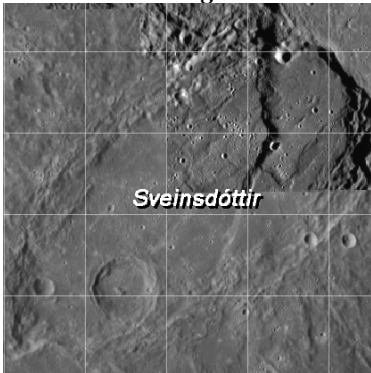
Елементи поверхні регіону *Crater Eminescu*



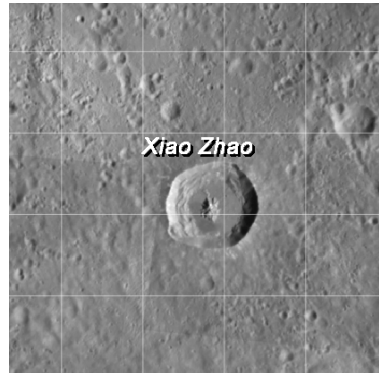
Savage



Steichen

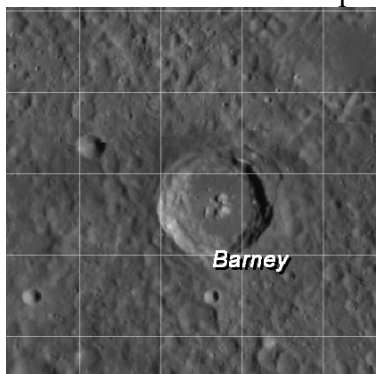


Sveinsdottir

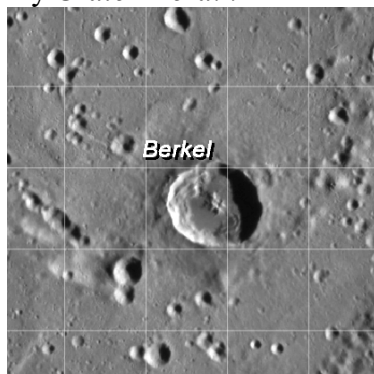


Xiao Zhao

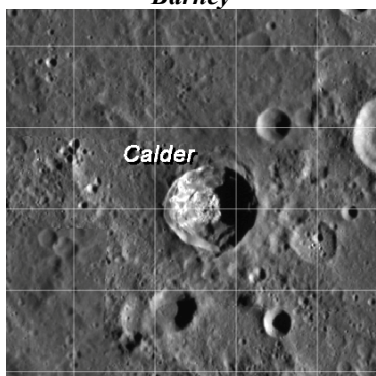
Елементи поверхні регіону *Crater Derain*



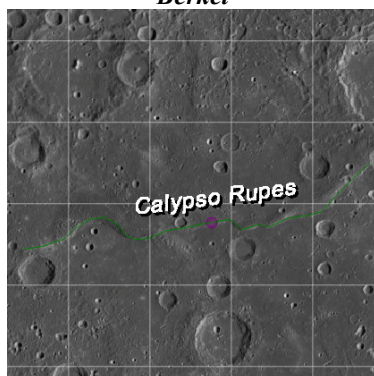
Barney



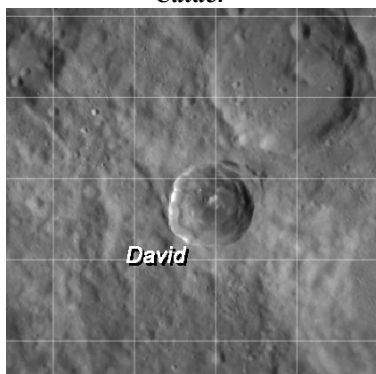
Berkel



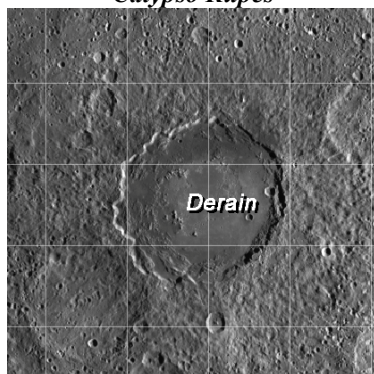
Calder



Calypso Rupes

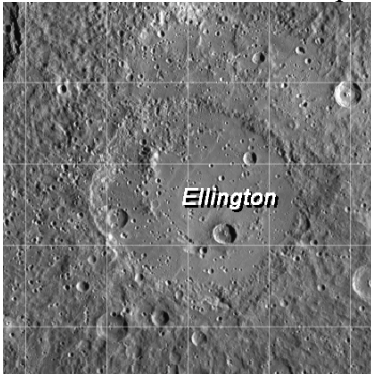


David

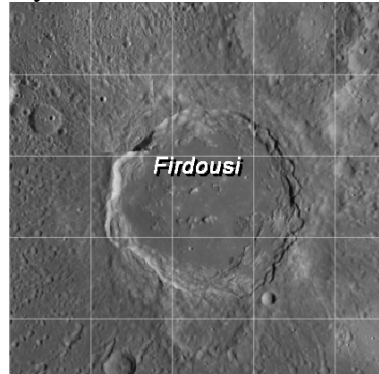


Derain

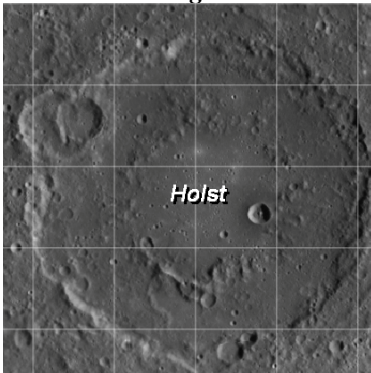
Елементи поверхні регіону *Crater Derain*



Ellington



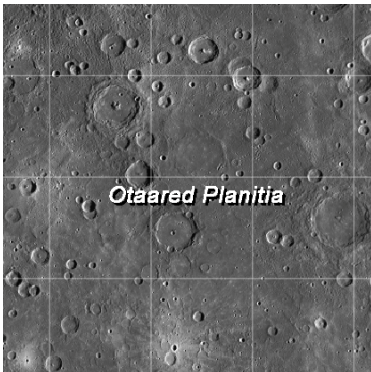
Firdousi



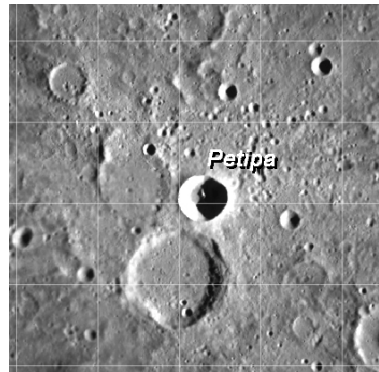
Holst



Nabokov

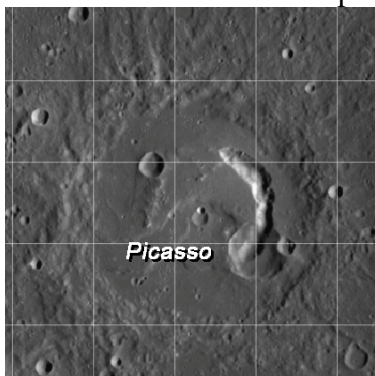


Otaared Planitia

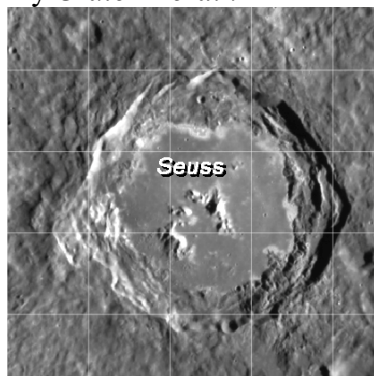


Petipa

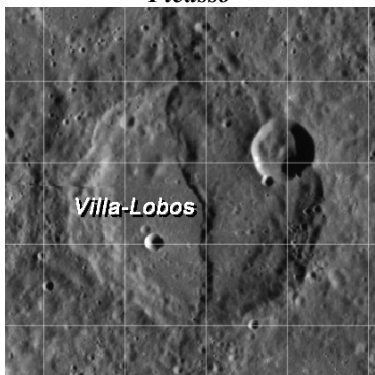
Елементи поверхні регіону *Crater Derain*



Picasso

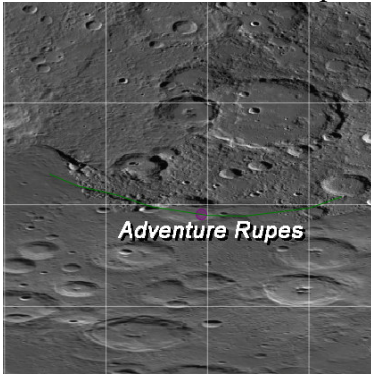


Seuss



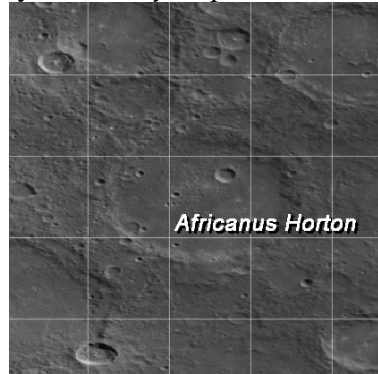
Villa-Lobos

ЕЛЕМЕНТИ ПОВЕРХНІ РЕГІОНУ *Discovery Rupes*



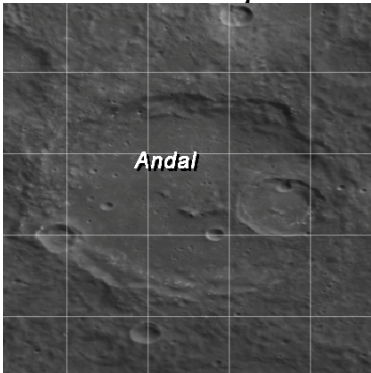
Adventure Rupes

Adventure Rupes



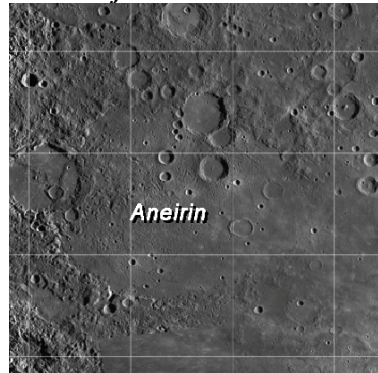
Africanus Horton

Africanus Horton



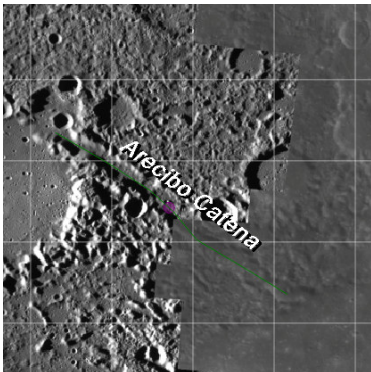
Andal

Andal



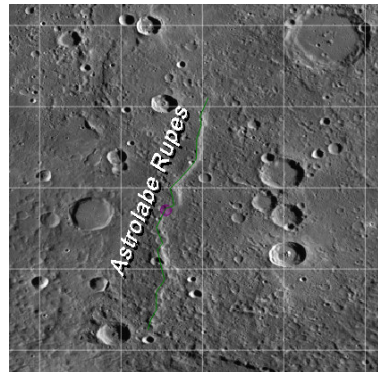
Aneirin

Aneirin



Arecibo Catena

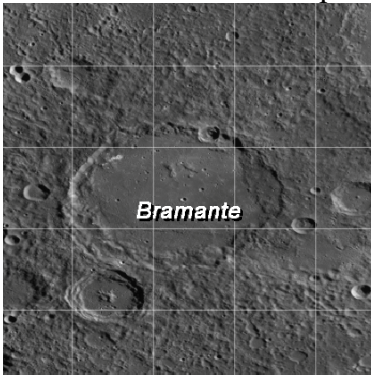
Arecibo Catena



Astrolabe Rupes

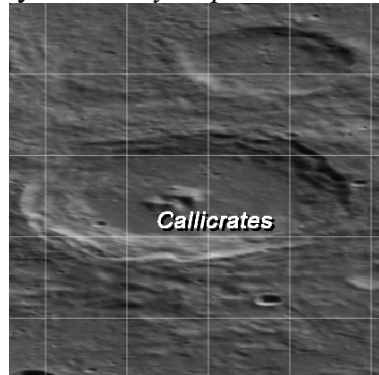
Astrolabe Rupes

Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



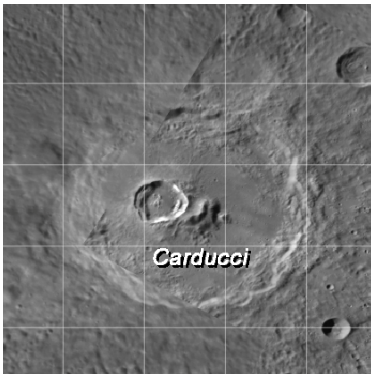
Bramante

Bramante



Callicrates

Callicrates



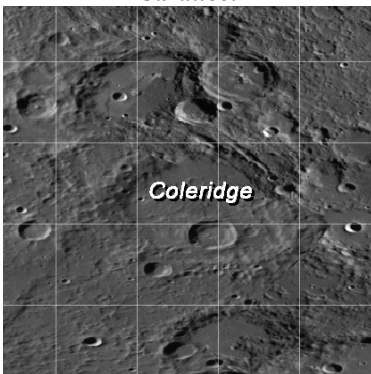
Carducci

Carducci



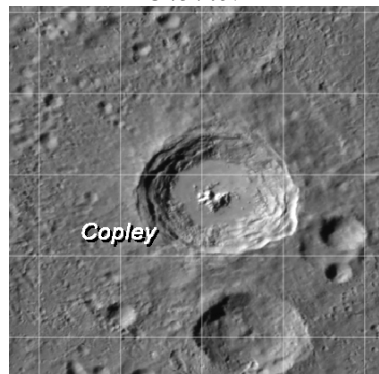
Chekhov

Chekhov



Coleridge

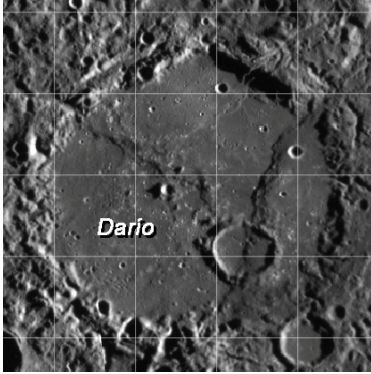
Coleridge



Copley

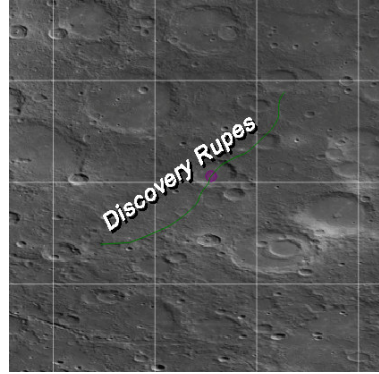
Copley

Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



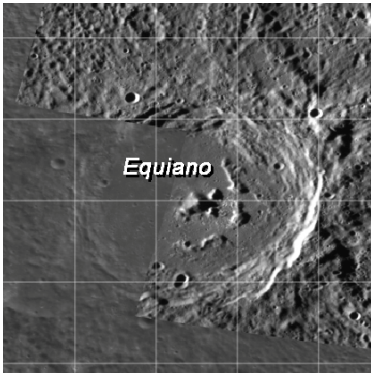
Dario

Dario



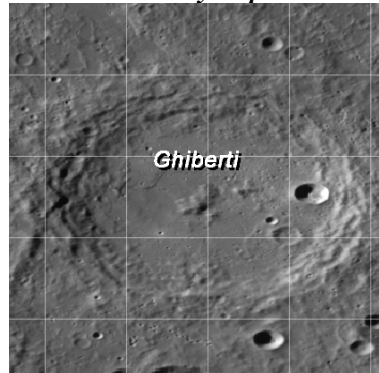
Discovery Rupes

Discovery Rupes



Equiano

Equiano



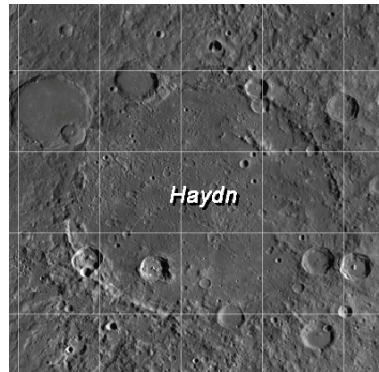
Ghiberti

Ghiberti



Guido d'Arezzo

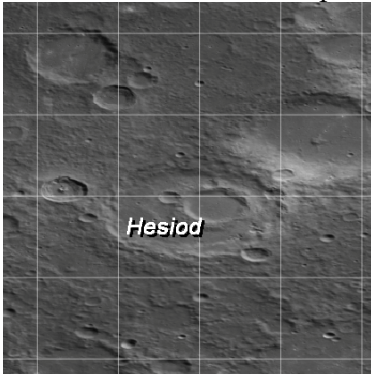
Guido d'Arezzo



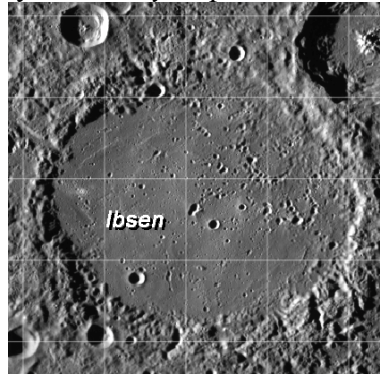
Haydn

Haydn

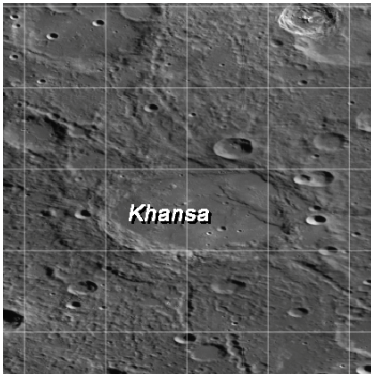
Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



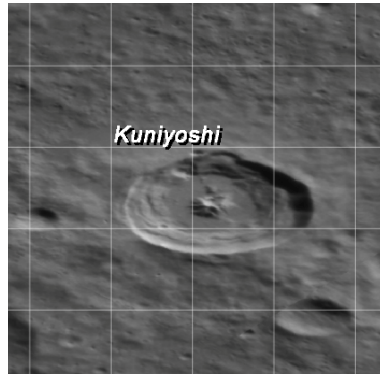
Hesiod



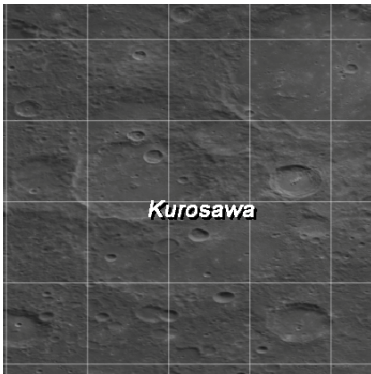
Ibsen



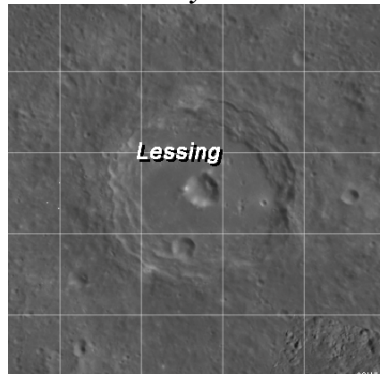
Khansa



Kuniyoshi

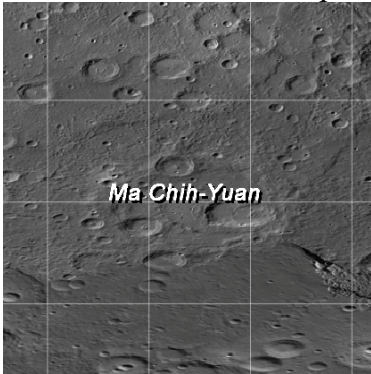


Kurosawa



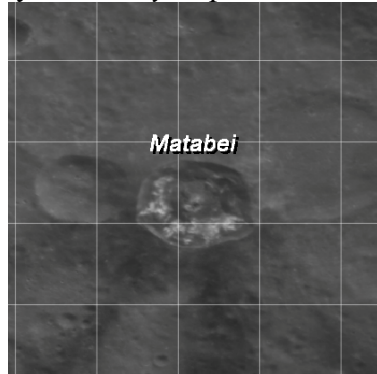
Lessing

Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



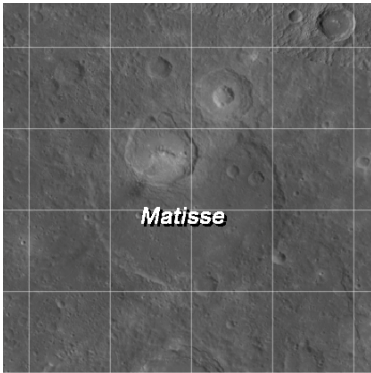
Ma Chih-Yuan

Ma Chin-Yuan



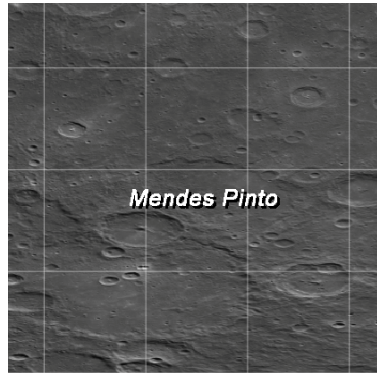
Matabei

Matabei



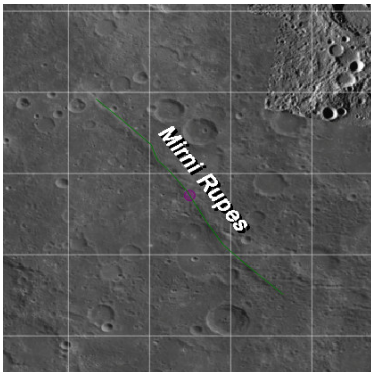
Matisse

Matisse



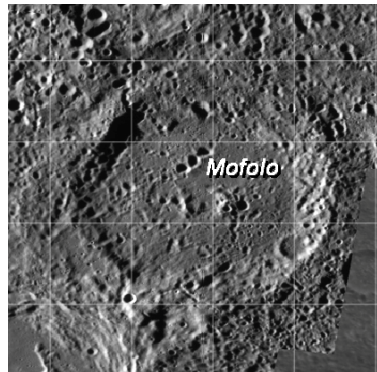
Mendes Pinto

Mendes Pinto



Mirni Rupes

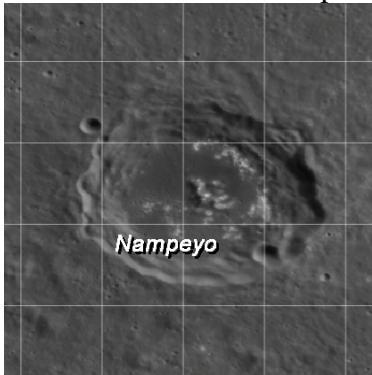
Mirni Rupes



Mofolo

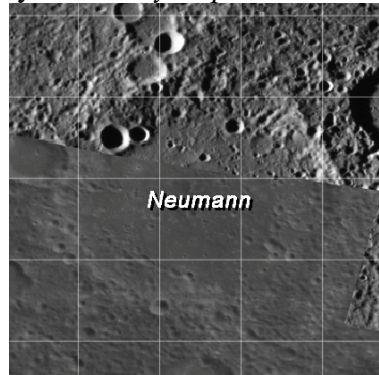
Mofolo

Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



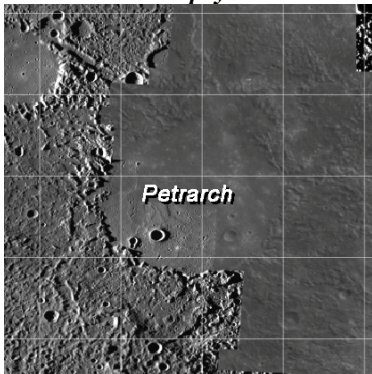
Nampeyo

Nampeyo



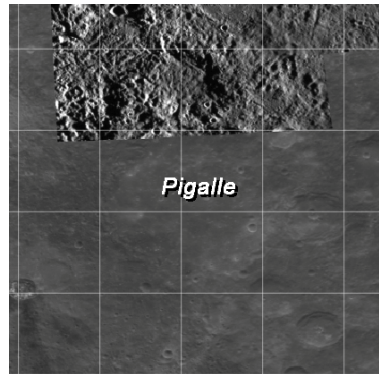
Neumann

Neumann



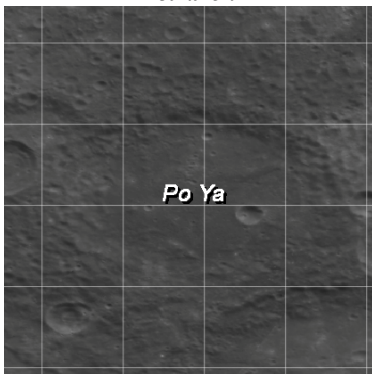
Petrarch

Petrarch



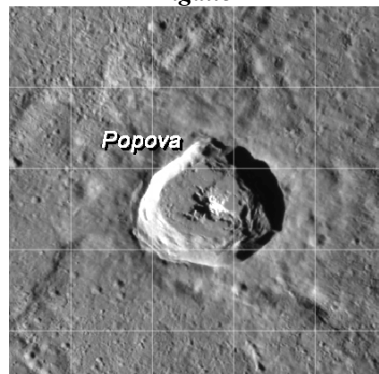
Pigalle

Pigalle



Po Ya

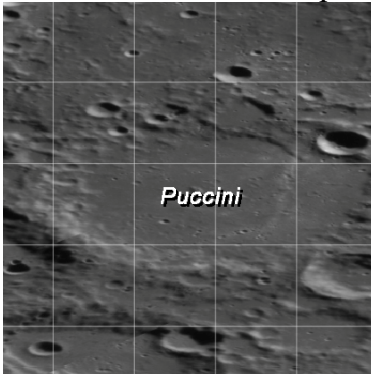
Po Ya



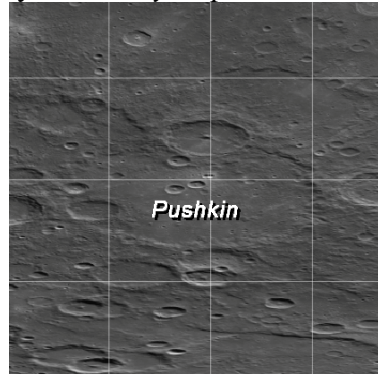
Popova

Popova

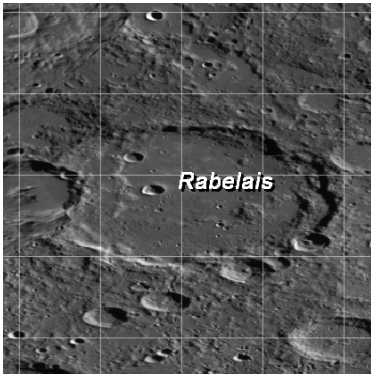
Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



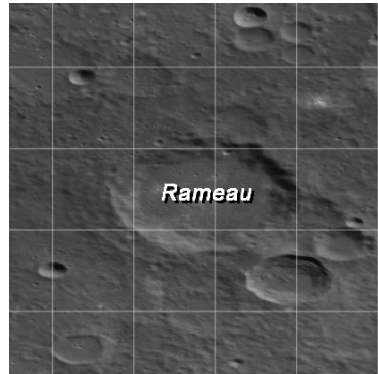
Puccini



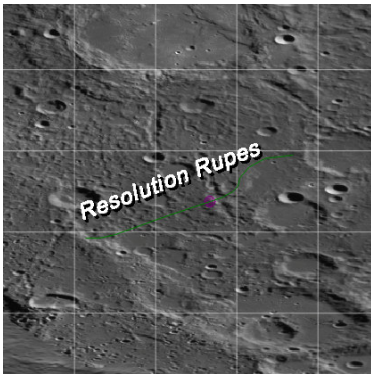
Pushkin



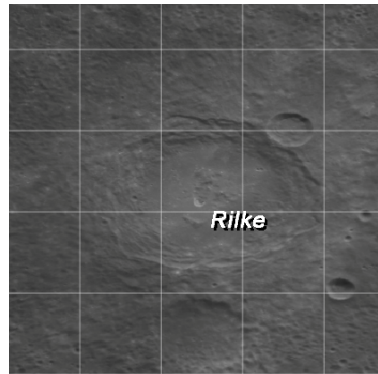
Rabelais



Rameau

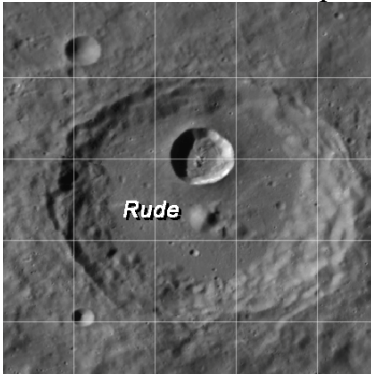


Resolution Rupes



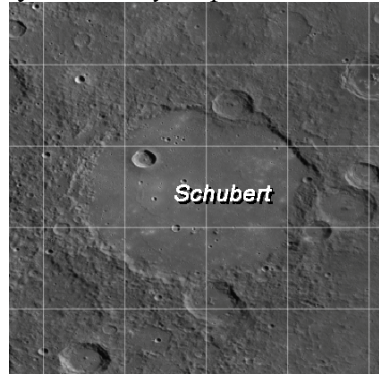
Rilke

Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



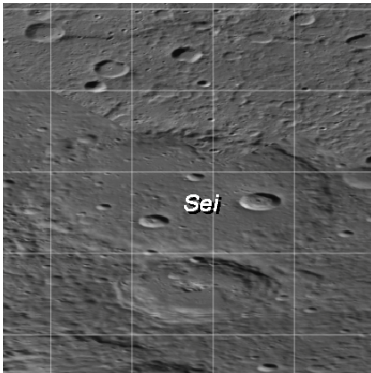
Rude

Rude



Schubert

Schubert



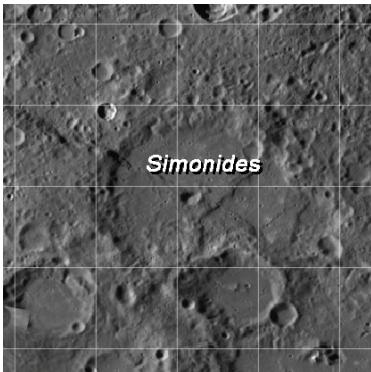
Sei

Sei



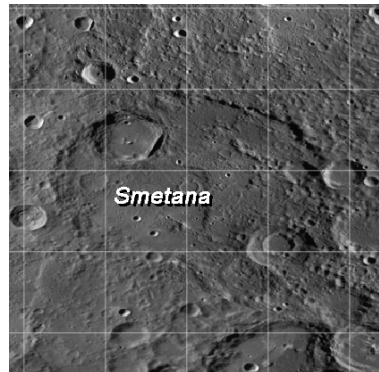
Shevchenko

Shevchenko



Simonides

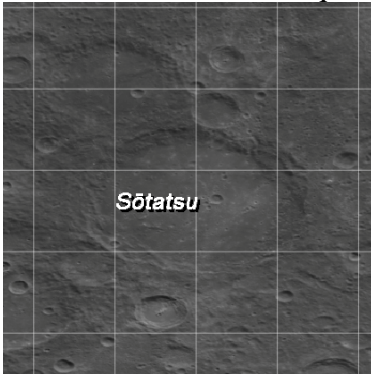
Simonides



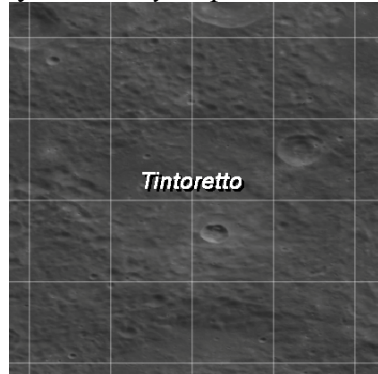
Smetana

Smetana

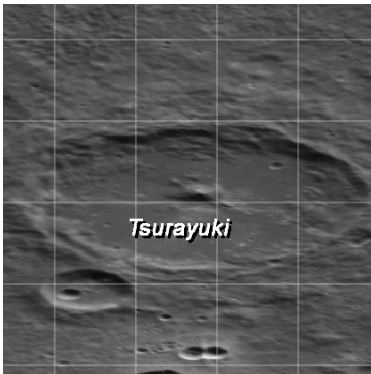
Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*



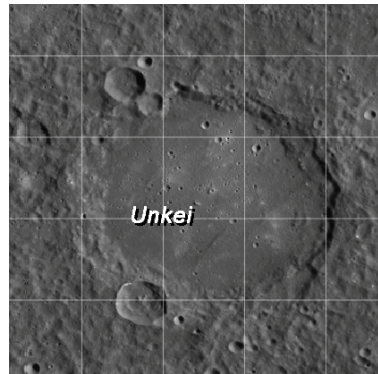
Sotatsu



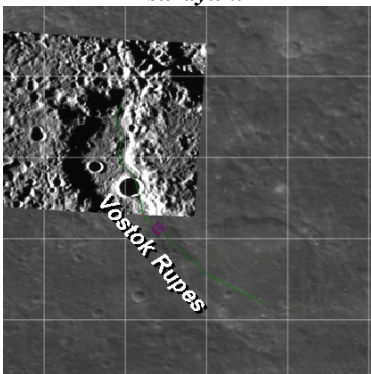
Tintoretto



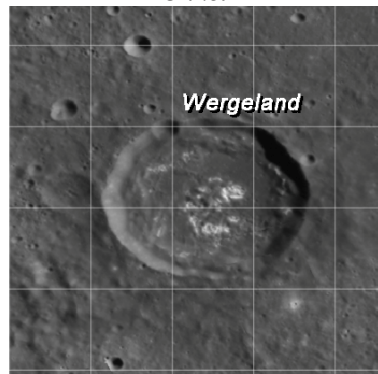
Tsurayuki



Unkei

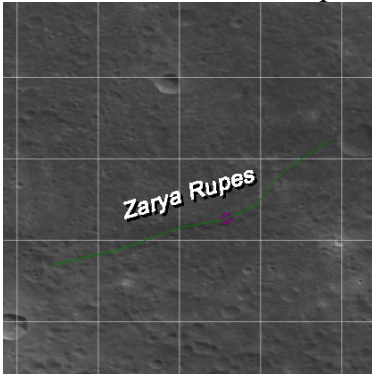


Vostok Rupes



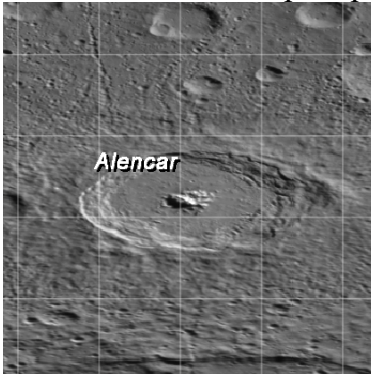
Wergeland

Елементи поверхні регіону *Discovery Rupes*

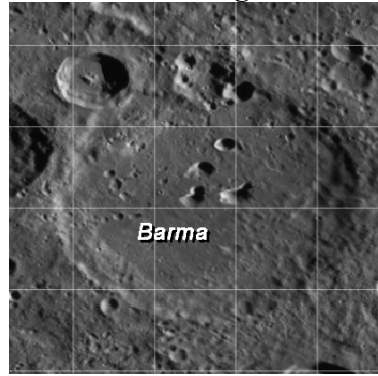


Zarya Rupes

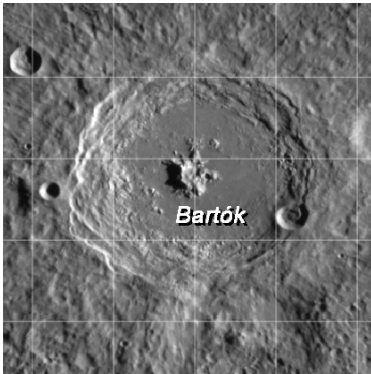
Елементи поверхні регіону *Crater Michaelangelo*



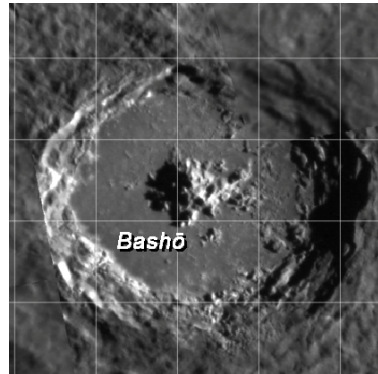
Alencar



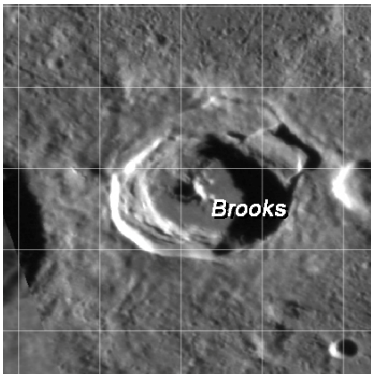
Barma



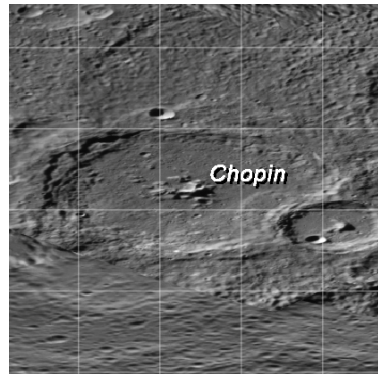
Bartók



Bashō

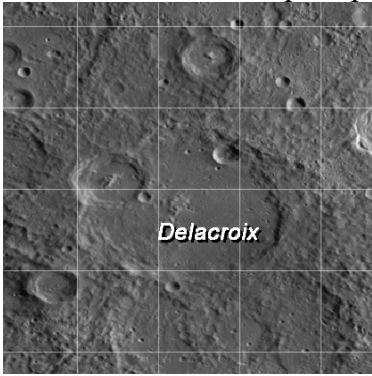


Brooks



Chopin

Елементи поверхні регіону *Crater Michaelangelo*



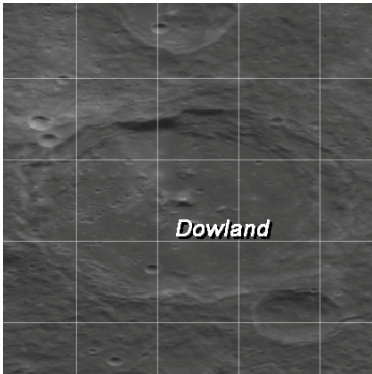
Delacroix

Delacroix



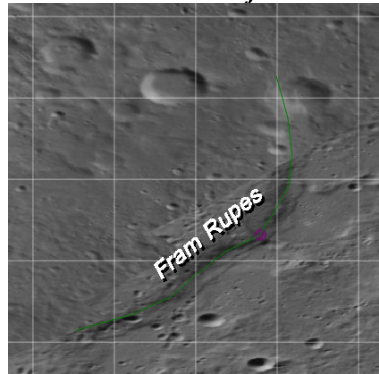
Dostoevskij

Dostoevskij



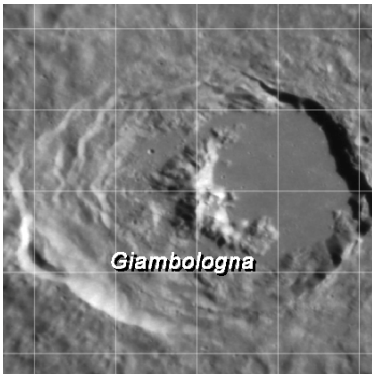
Dowland

Dowland



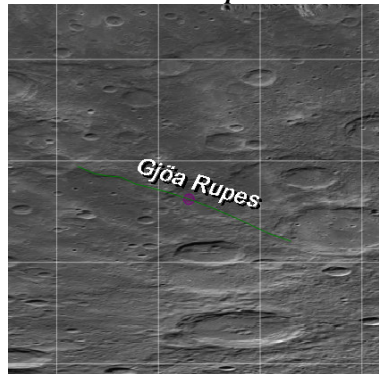
Fram Rupes

Fram Rupes



Giambologna

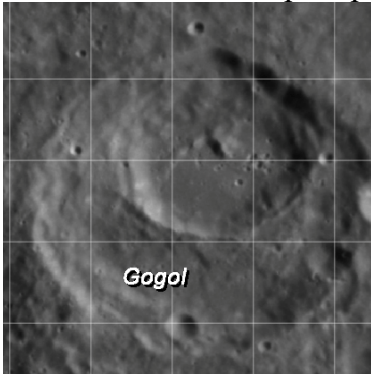
Giambologna



Gjoa Rupes

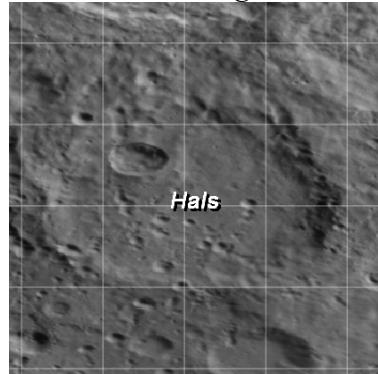
Gjoa Rupes

Елементи поверхні регіону *Crater Michaelangelo*



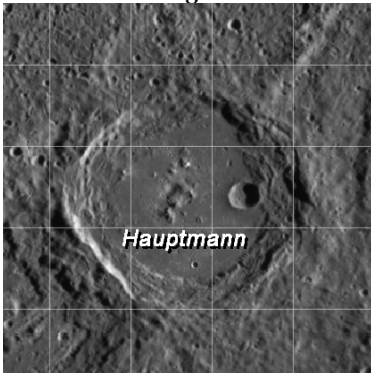
Gogol

Gogol



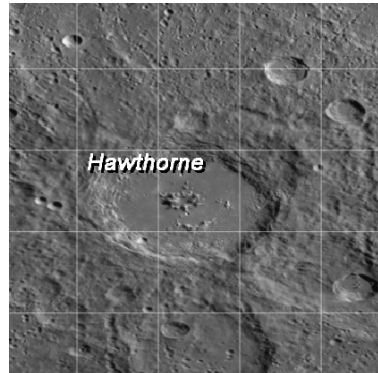
Hals

Hals



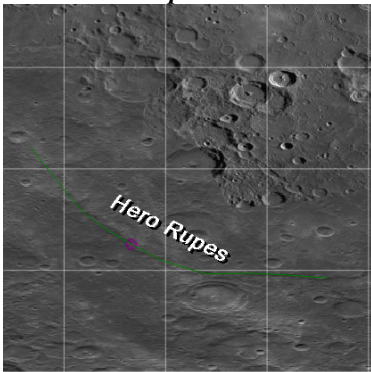
Hauptmann

Hauptmann



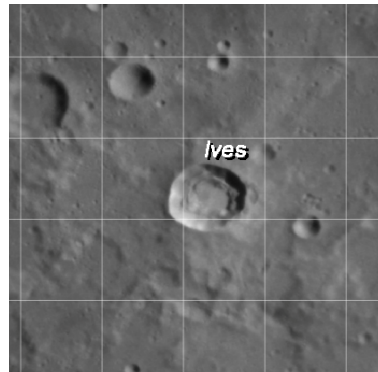
Hawthorne

Hawthorne



Hero Rupes

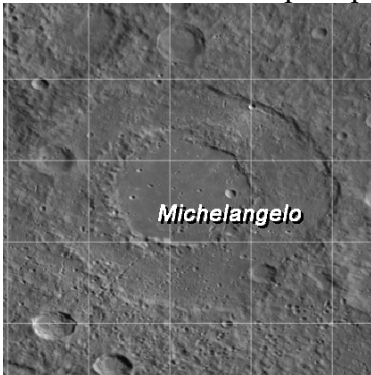
Hero Rupes



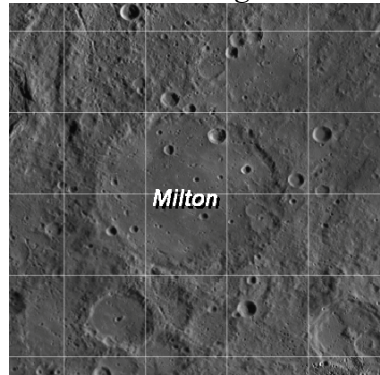
Ives

Ives

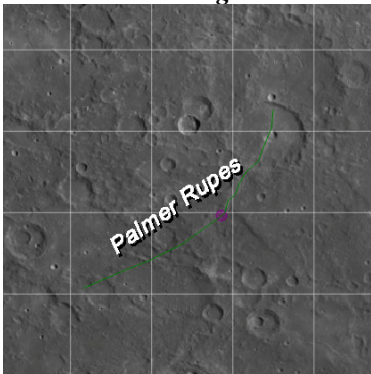
Елементи поверхні регіону *Crater Michaelangelo*



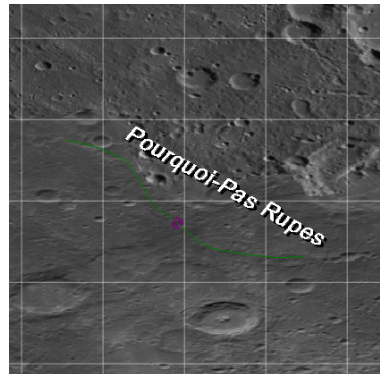
Michaelangelo



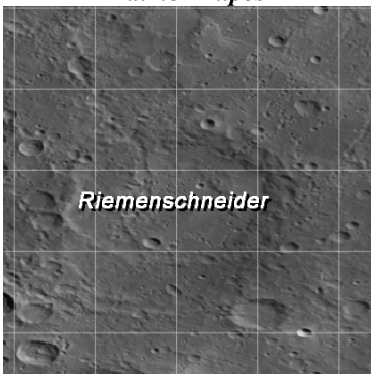
Milton



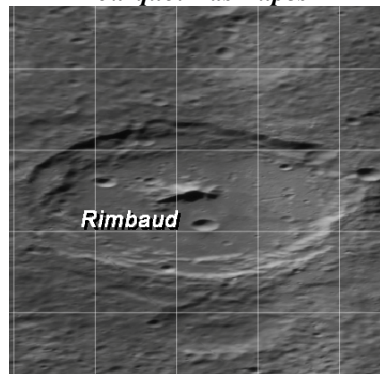
Palmer Rupes



Pourquoi-Pas Rupes

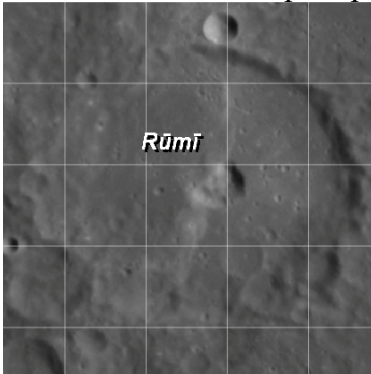


Riemenschneider



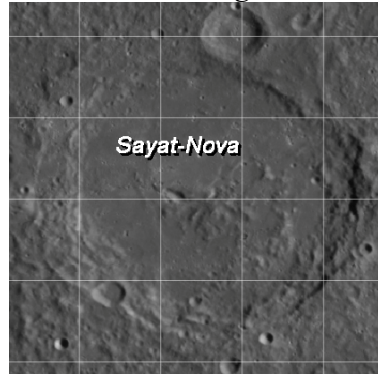
Rimbaud

Елементи поверхні регіону *Crater Michaelangelo*



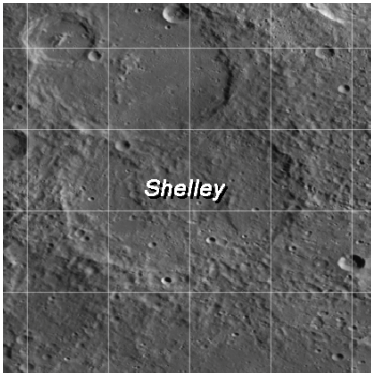
Rūmī

Rumi



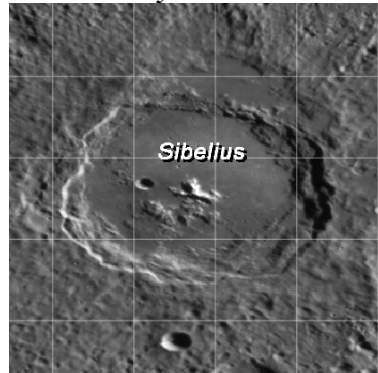
Sayat-Nova

Sayat-Nova



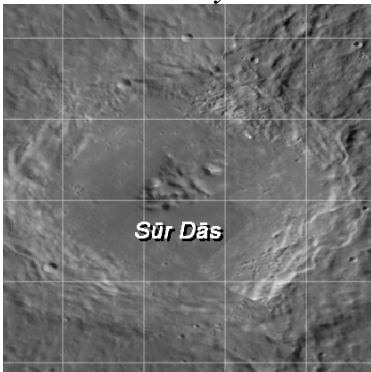
Shelley

Shelley



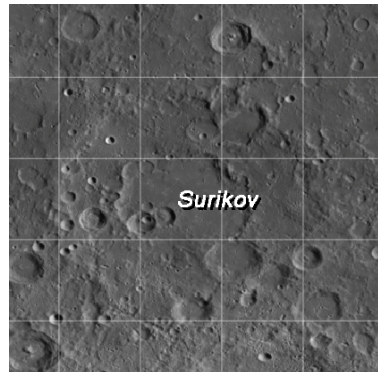
Sibelius

Sibelius



Sūr Dās

Sur Das



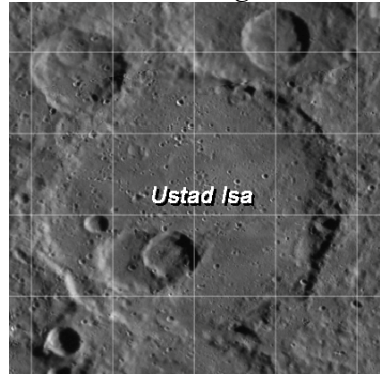
Surikov

Surikov

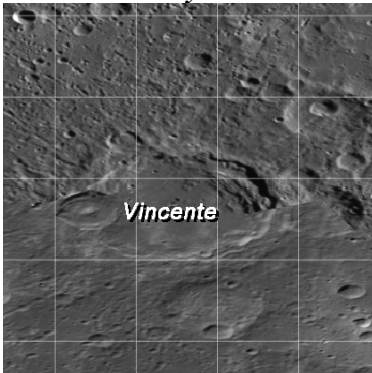
Елементи поверхні регіону *Crater Michaelangelo*



Takayoshi

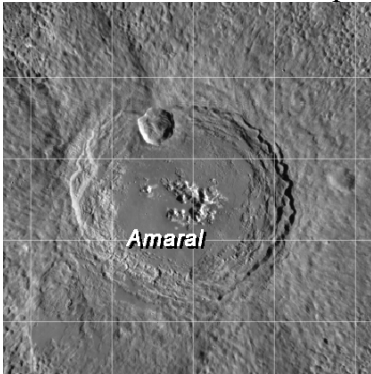


Ustad Isa

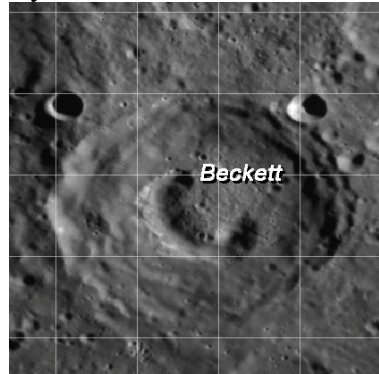


Vincente

Елементи поверхні регіону *Crater Neruda*



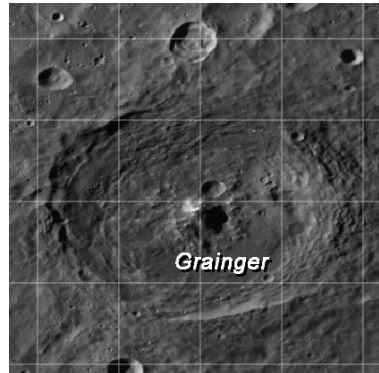
Amaral



Beckett



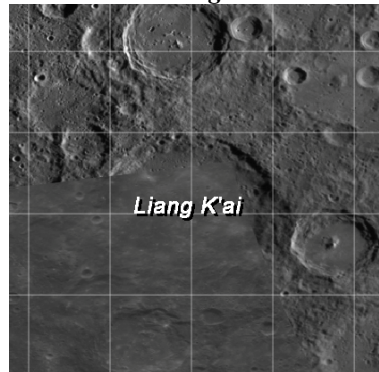
Gainsborough



Grainger

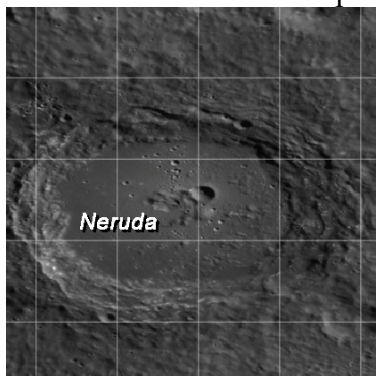


Heaney



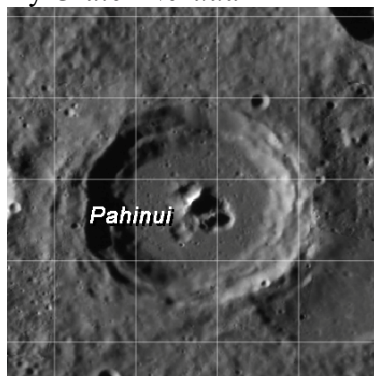
Liang K'ai

Елементи поверхні регіону *Crater Neruda*



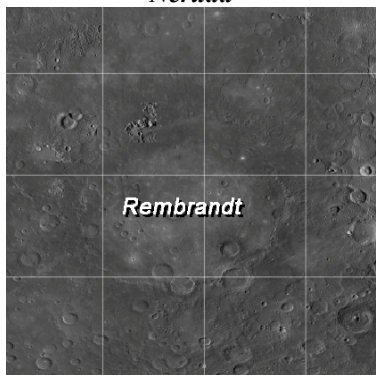
Neruda

Neruda



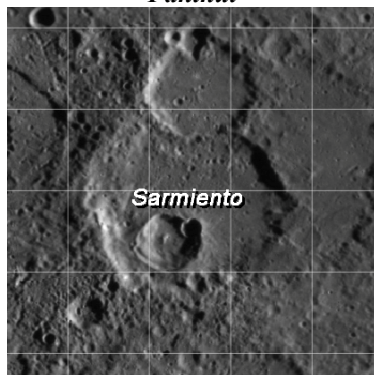
Pahinui

Pahinui



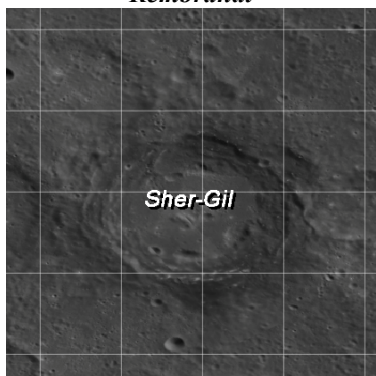
Rembrandt

Rembrandt



Sarmiento

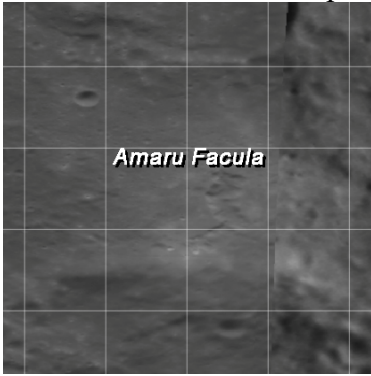
Sarmiento



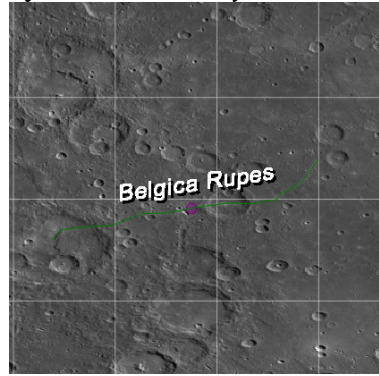
Sher-Gil

Sher-Gil

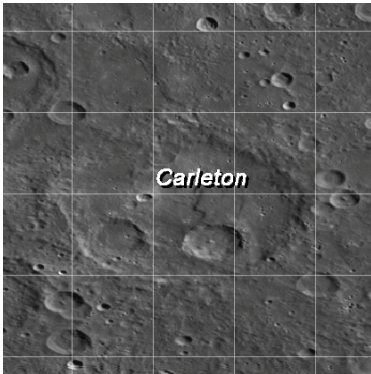
Елементи поверхні регіону *Crater Debussy*



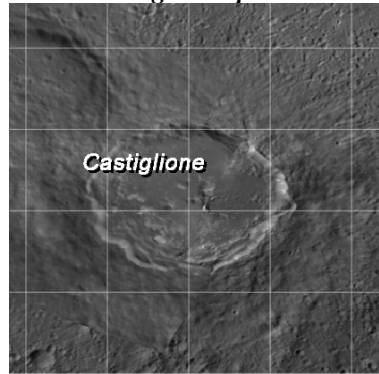
Amaru Facula



Belgica Rupes



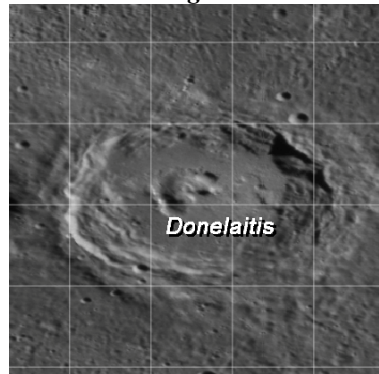
Carleton



Castiglione

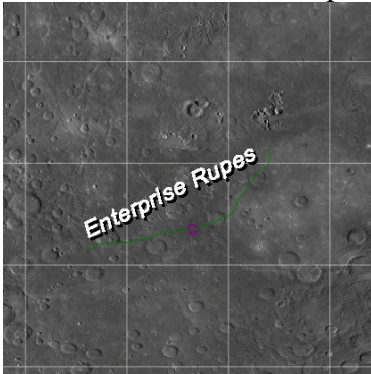


Debussy

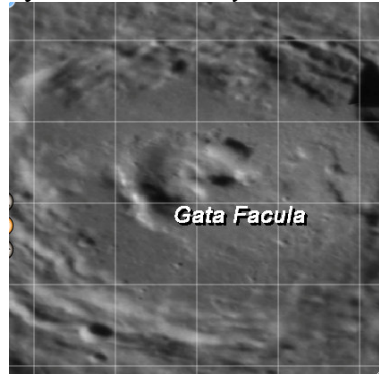


Donelaitis

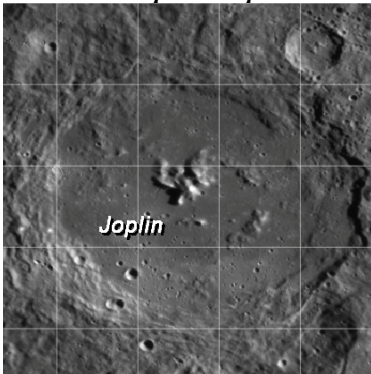
Елементи поверхні регіону *Crater Debussy*



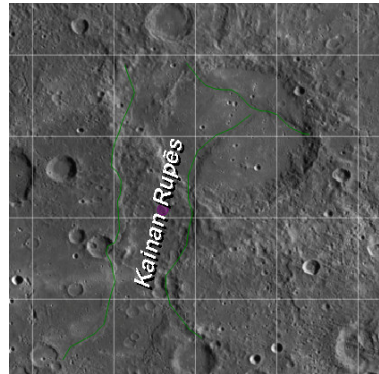
Enterprise Rupes



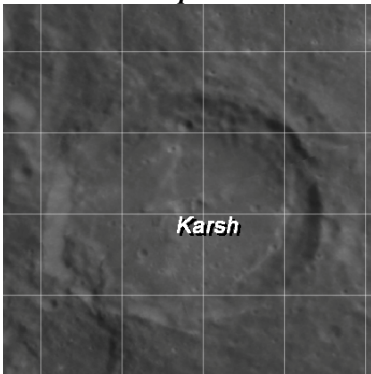
Gata Facula



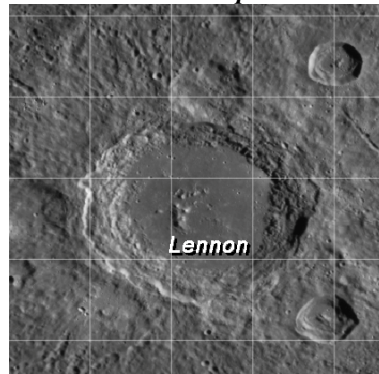
Joplin



Kainan Rupes

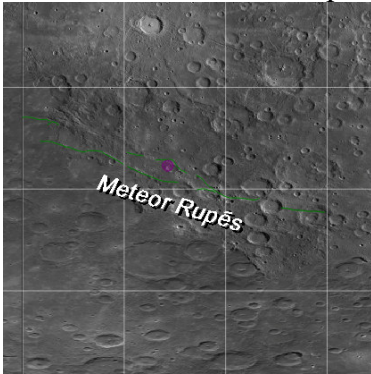


Karsh

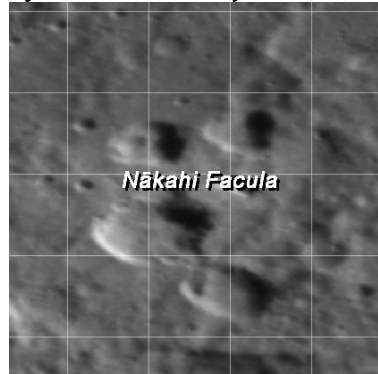


Lennon

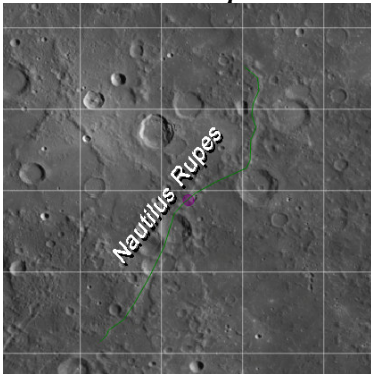
Елементи поверхні регіону *Crater Debussy*



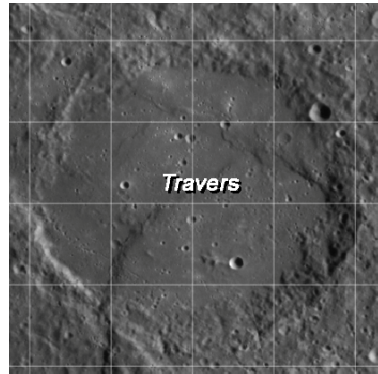
Meteor Rupes



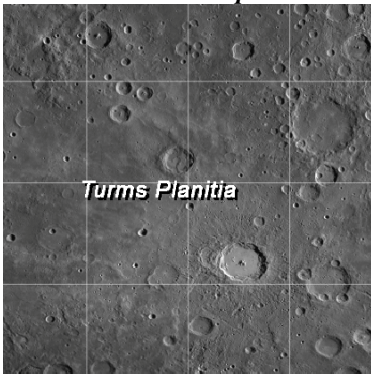
Nakahi Facula



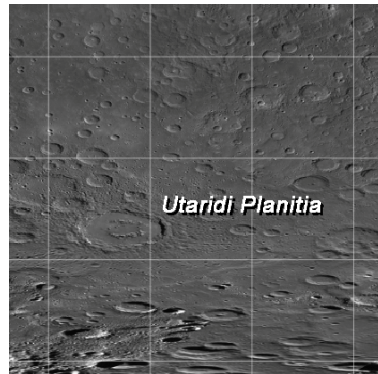
Nautilus Rupes



Travers

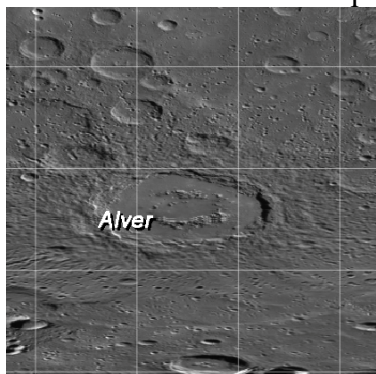


Turms Planitia

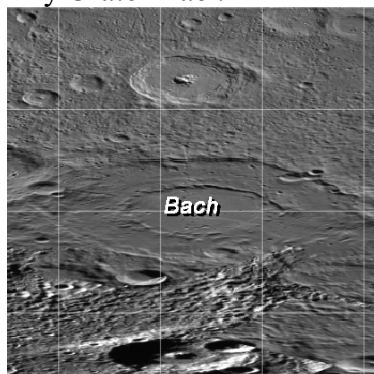


Utaridi Planitia

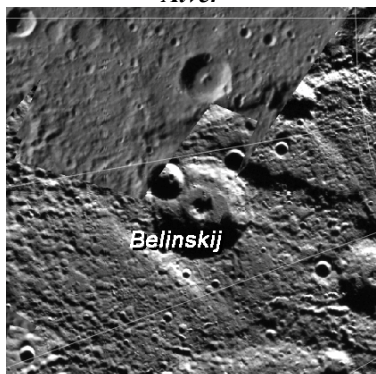
Елементи поверхні регіону *Crater Bach*



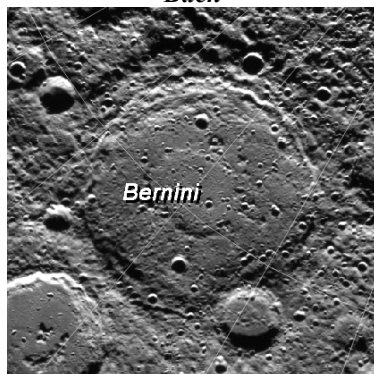
Alver



Bach



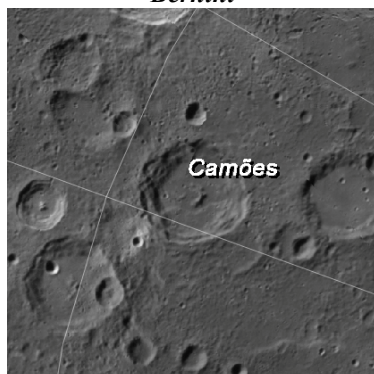
Belinskij



Bernini

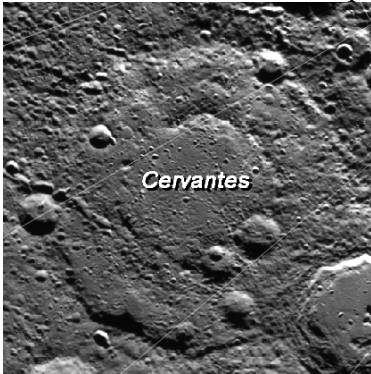


Boccaccio

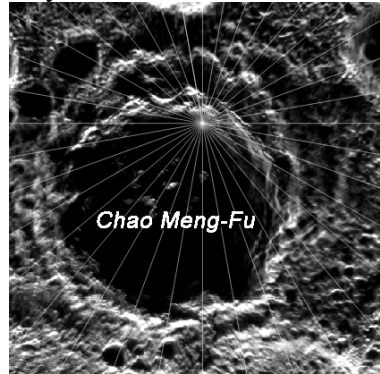


Camoes

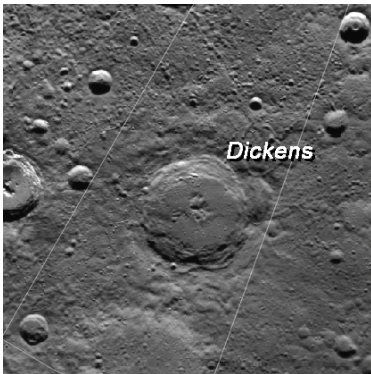
Елементи поверхні регіону *Crater Bach*



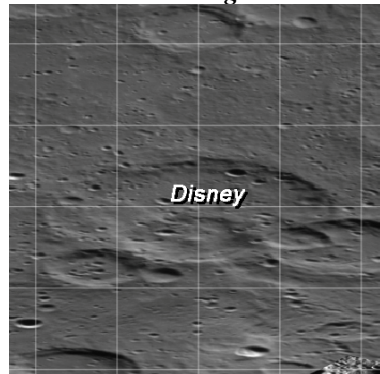
Cervantes



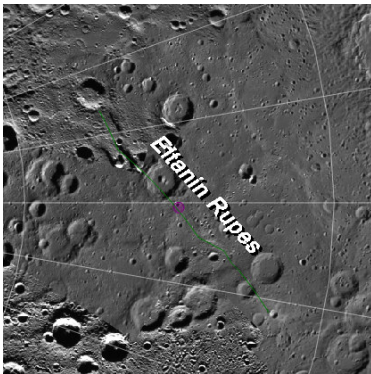
Chao Meng-Fu



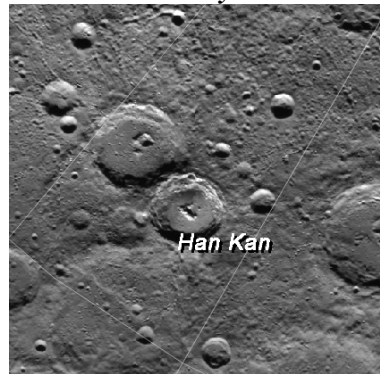
Dickens



Disney

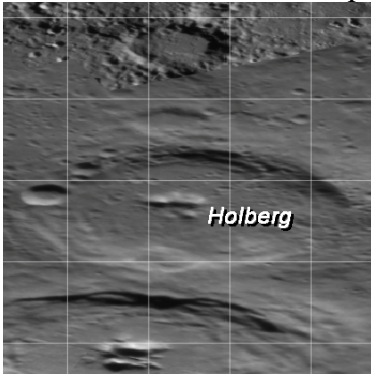


Eltanin Rupes



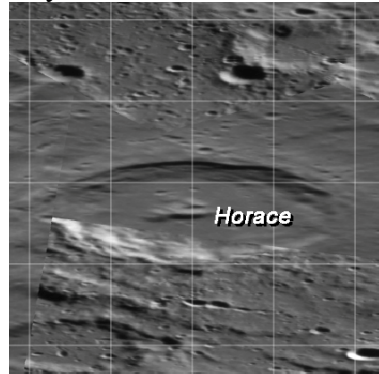
Han Kan

Елементи поверхні регіону *Crater Bach*



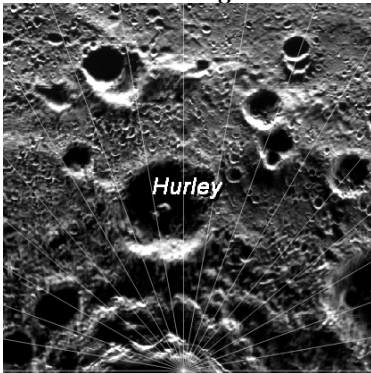
Holberg

Holberg



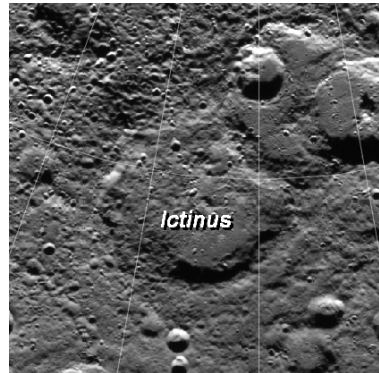
Horace

Horace



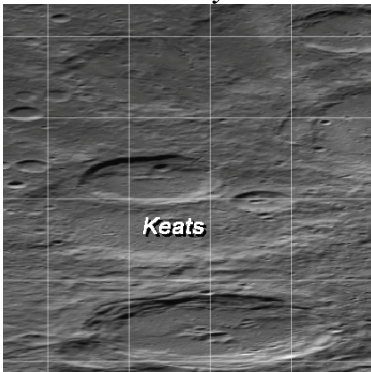
Hurley

Hurley



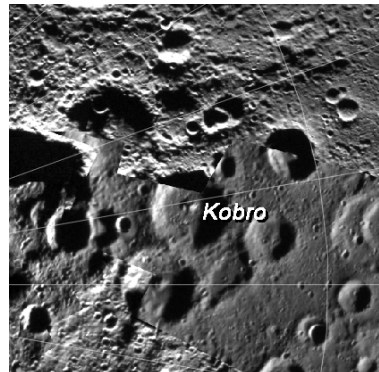
Ictinus

Ictinus



Keats

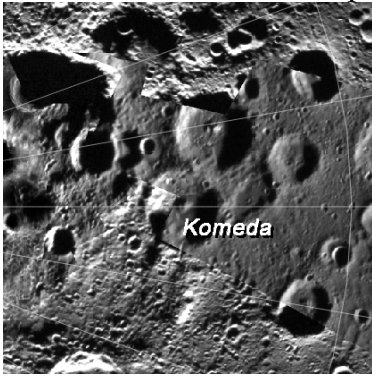
Keats



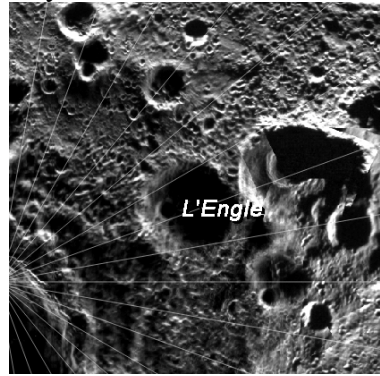
Kobro

Kobro

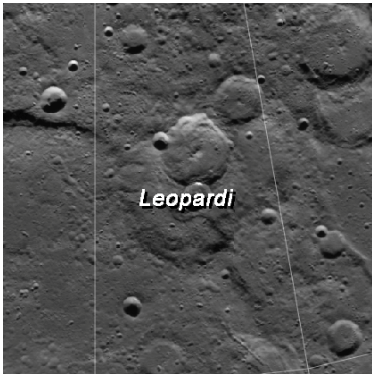
Елементи поверхні регіону *Crater Bach*



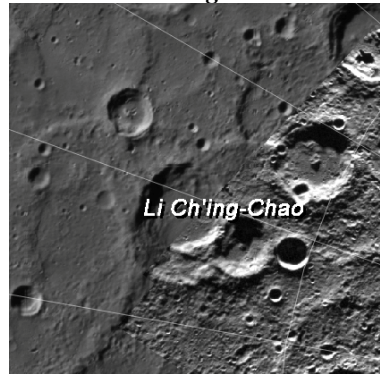
Komeda



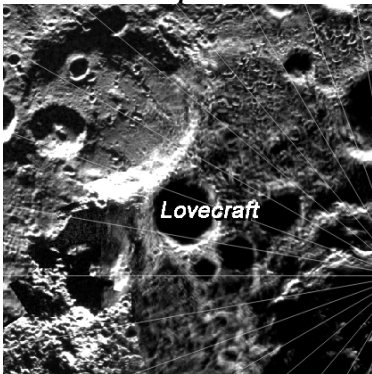
L'Engle



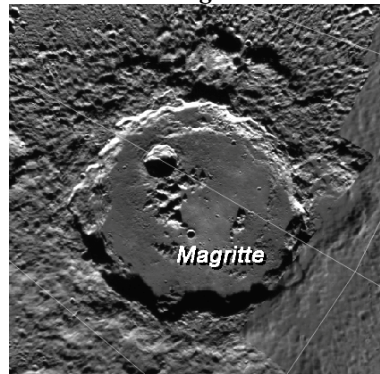
Leopardi



Li Ch'ing-Chao

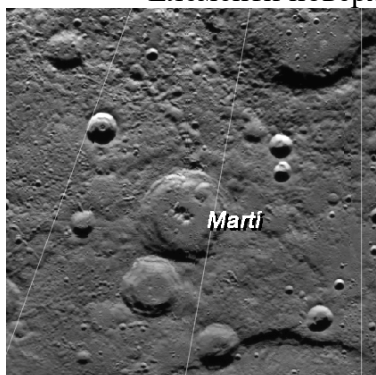


Lovecraft

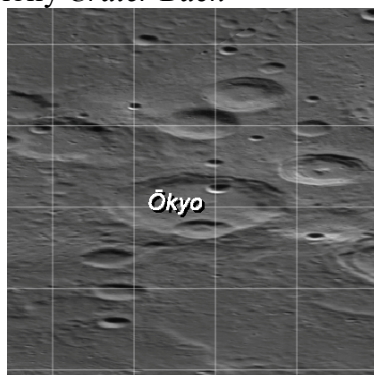


Magritte

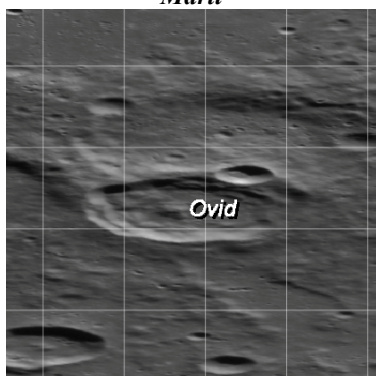
Елементи поверхні регіону *Crater Bach*



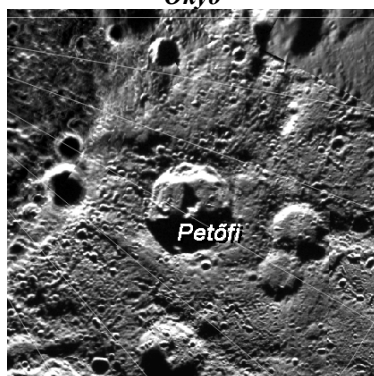
Martī



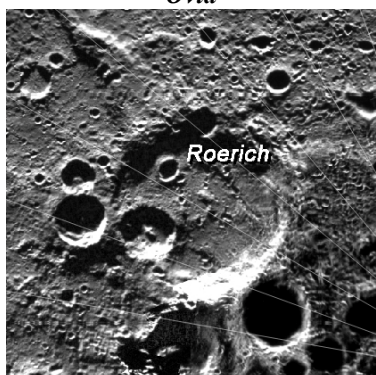
Ōkyo



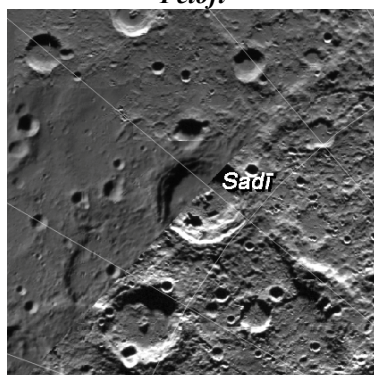
Ovid



Petōfi

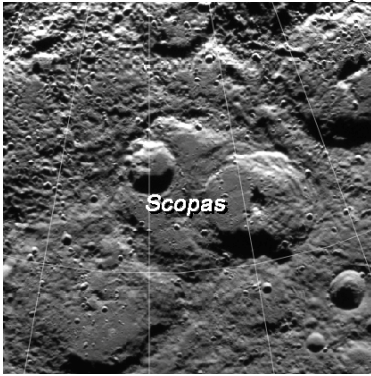


Roerich

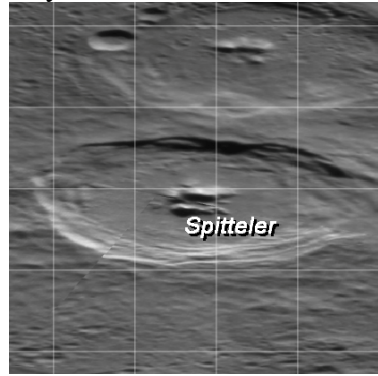


Sadī

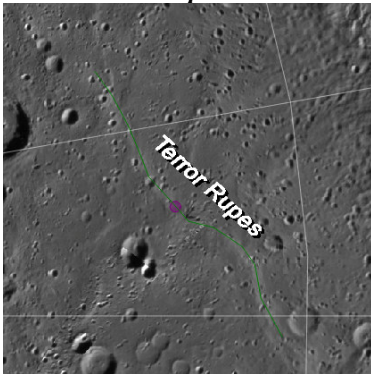
Елементи поверхні регіону *Crater Bach*



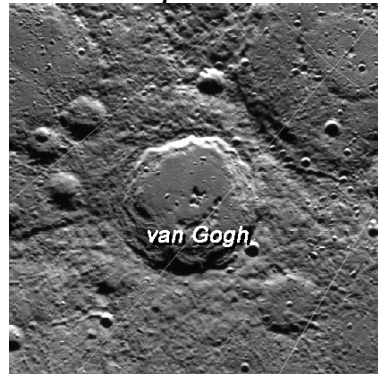
Scopas



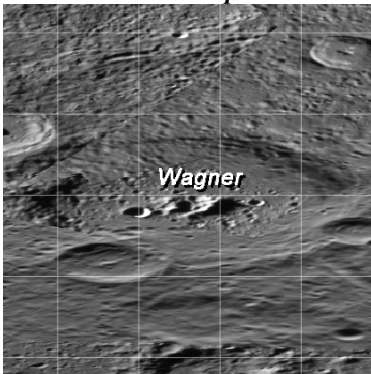
Spitteler



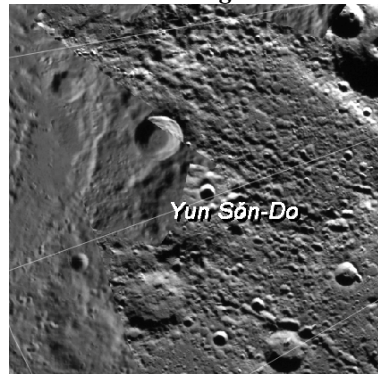
Terror Rupes



van Gogh



Wagner



Yun Son-Do

ИМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

A

Abedin, 33
Abeeso Facula, 43
Abu Nuwas, 49
Adventure Rupes, 67
Africanus Horton, 67
Agwo Facula, 43
Ahmad Baba, 38
Ailey, 43
Aksakov, 33
Al-Akhtal, 38
Alencar, 73
Al-Hamadhani, 33
Al-Jahiz, 49
Alver, 82
Alvin Rupes, 59
Amaral, 77
Amaru Facula, 79
Amru Al-Qays, 59
Andal, 67
Aneirin, 68
Angkor Vallis, 43
Anguissola, 26
Antoniadi Dorsum, 33
Anyte, 26
Aparangi Planitia, 62
Apollodorus, 43
Apollonia, 26
Archimedes, 174
Arecibo Catena, 68
Aristoxenus, 27
Astrolabe Rupes, 68
Asvaghosa, 49
Atget, 43
Aurora, 26
Australia, 26

B

Bach, 82
Bagryana, 62
Balagtas, 49

Balanchine, 44
Balzac, 54
Baranauskas, 33
Barma, 73
Barney, 65
Bartok, 74
Basho, 74
Beagle Rupes, 62
Bechet, 27
Beckett, 77
Beethoven, 55
Bek, 49
Belgica Rupes, 79
Belinskij, 82
Bello, 55
Benoit, 62
Berkel, 65
Berlioz, 27
Bernini, 82
Bibilava Faculae, 59
Bjornson, 27
Blossom Rupes, 62
Boccaccio, 82
Boethius, 55
Borea, 26
Borealis Planitia, 23, 27
Botticelli, 38
Boznanska, 33
Brahms, 38
Bramante, 68
Bronte, 38
Brooks, 74
Bruegel, 38
Brunelleschi, 49
Budh Planitia, 39
Burke, 27
Burns, 39
Byron, 49

C

Caduceata, 26
Cahokia Vallis, 27
Calder, 65
Callicrates, 68

Caloris Montes, 39
Caloris Planitia, 44
Calvino, 50
Calypso Rupes, 65
Camoës, 82
Canova, 33
Capote, 63
Caral Vallis, 44
Caravaggio, 63
Carducci, 68
Carleton, 79
Carnegie Rupes, 33
Carolan, 27
Caruso, 55
Castiglione, 80
Catena/Catenaë, 24
Catuilla Planum, 63
Catullus, 34
Cayley, 155
Cervantes, 82
Cezanne, 55
Chaikovskij, 50
Chao Meng-Fu, 82
Chekhov, 68
Chesterton, 27
Chiang K'ui, 55
Chong Ch'ol, 39
Chopin, 74
Chu Ta, 55
Coleridge, 68
Compton, 180
Copernicus, 180
Copland, 47
Copley, 68
Couperin, 40
Crater Bach, 23
Crater Beethoven, 23
Crater Debussy, 23
Crater Derain, 23
Crater Eminescu, 23
Crater Hokusai, 23
Crater Kuiper, 23
Crater Michaelangelo, 23
Crater Neruda, 23
Crater Raditladi, 23
Crater Shakespeare, 23
Crater Tolstoj, 23
Crater/Crateres, 24

Cunningham, 44
Cyllene, 26

D

Dali, 45
Damer, 40
Dario, 68
David, 65
de Graft, 47
Debussy, 80
Degas, 40
Delacroix, 75
Derain, 66
Derzhavin, 34
Desprez, 27
Dickens, 82
Discovery Rupes, 23, 69
Disney, 82
Dominici, 50
Donelaitis, 80
Donne, 50
Dorsum/Dorsa, 24
Dostoevskij, 75
Dowland, 75
Driscoll, 34
Du Fu, 40
Duccio, 34
Durer, 40
Duyfken Rupes, 55
Dvorak, 51

E

Eastman, 63
Echegaray, 34
Egonu, 28
Eitoku, 59
Ejo Faculae, 59
Ellington, 66
Eltanin Rupes, 83
Eminescu, 64
Endeavour Rupes, 34
Enheduanna, 34
Ensor, 28
Enterprise Rupes, 80
Enwonwu, 64

Equiano, 69
Erte, 40

F

Facula/Faculae, 24
Faulkner, 64
Fet, 59
Firdousi, 66
Flaiano, 55
Flaubert, 51
Fonteyn, 45
Fossa/Fossae, 24
Fra Mauro, 208
Fram Rupes, 75
Fuller, 28
Futabatei, 56

G

Gainsborough, 78
Gallia, 26
Gata Facula, 81
Gaudi, 28
Gauguin, 28
Geddes, 34
Ghiberti, 69
Giambologna, 75
Gibran, 40
Giotto, 51
Gjoa Rupes, 75
Glinka, 56
Gluck, 34
Goethe, 28
Gogol, 75
Goldstone Catena, 51
Goya, 59
Grainger, 78
Grieg, 35
Grotell, 28
Guido d'Arezzo, 69

H

Hafiz, 47
Hals, 75
Han Kan, 84

Handel, 51
Harunobu, 56
Hauptmann, 75
Hawthorne, 76
Haydn, 70
Haystack Catena, 51
Heaney, 78
Heemskerck Rupes, 40
Heine, 40
Heliocaminus, 26
Hemingway, 51
Henri, 28
Hero Rupes, 76
Hesiod, 70
Hesperis, 26
Hiroshige, 51
Hitomaro, 51
Hodgkins, 47
Hokusai, 47
Holbein, 35
Holberg, 84
Holst, 66
Homer, 51
Hopper, 51
Horace, 84
Hovnatanian, 59
Hubble, 17
Hugo, 35
Hun Kal, 52
Hurley, 84

I

Ibab Facula, 59
Ibsen, 70
Ictinus, 84
Imhotep, 52
Inyoka Faculae, 60
Ives, 76
Izquierdo, 64

J

Janacek, 41
Janssen, 169
Jobim, 35
Jokai, 28

Joplin, 81
Judah Ha-Levi, 56

К

Kainan Rupes, 81
Kalidasa, 60
Kandinsky, 29
Karsh, 81
Keats, 84
Kenko, 52
Kerouac, 45
Kertesz, 45
Khansa, 70
Kipling, 64
Kobro, 84
Kofi, 45
Komeda, 84
Kosho, 41
Kuan Han-Ch'ing, 36
Kuiper, 52
Kulthum, 45
Kunisada, 64
Kuniyoshi, 70
Kurosawa, 70
Kyosai, 47

L

L'Engle, 84
La Dauphine Rupes, 30
Lange, 64
Larrocha, 36
Laxness, 30
Lennon, 81
Leopardi, 84
Lermontov, 52
Lessing, 70
Li Ch'ing-Chao, 84
Li Po, 52
Liang K'ai, 79
Liguria, 26
Lisner, 30
Liszt, 60
Lovecraft, 85
Lu Hsum, 52
Moody Planitia, 57

Lysippus, 57

M

Ma Chin-Yuan, 70
Machaut, 57
Maciji Facula, 60
Magritte, 85
Mahler, 52
Mansart, 30
Mansur, 41
March, 41
Mare Imbrium, 178
Mare Nectaris, 169
Mare Orientate, 187
Mare Smithii, 169
Mariner 10, 16
Mark Twain, 57
Marti, 85
Martial, 30
Matabei, 70
Matisse, 70
Maunder, 208
Mearcair Planitia, 45
Melville, 36
Mena, 57
Mendeleev, 169
Mendelssohn, 30
Mendes Pinto, 70
Messenger, 9
Meteor Rupes, 81
Michelangelo, 76
Mickiewicz, 41
Milton, 76
Mirni Rupes, 71
Mistral, 52
Mofolo, 71
Moliere, 53
Monet, 36
Monk, 30
Mons/Monies, 24
Montes Alpes, 139
Montes Apenninus, 139
Montes Carpatius, 139
Montes Caucasus, 139
Monteverdi, 30
Moody, 61

Mozart, 61
Munch, 45
Munkacsy, 45
Murasaki, 53
Mussorgskij, 41
Myron, 31

N

Nabokov, 67
Nakahi Facula, 81
Namatjira, 36
Nampeyo, 71
Nathair Facula, 47
Nautilus Rupes, 81
Navoi, 46
Nawahi, 46
Neidr Facula, 48
Neruda, 79
Nervo, 41
Neumann, 71
Nizami, 31
Nureyev, 61
Nzoka Facula, 61

O

Odin Planitia, 41
Okyo, 85
Oskison, 46
Otaared Planitia, 67
Ovid, 85

P

Paestum Vallis, 46
Pahinui, 79
Palmer Rupes, 76
Pantheon Fossae, 46
Papsukkal Planitia, 64
Paramour Rupes, 61
Pasch, 46
Pentas, 26
Petipa, 67
Petofi, 85
Petrarch, 71
Petronius, 31

Phaethontias, 26
Phidias, 61
Philoxenus, 57
Picasso, 67
Pieria, 26
Pigalle, 71
Planitia/Planitiae, 24
Planum/Plana, 24
Plath, 36
Pleias, 26
Po Chu-I, 61
Po Ya, 71
Poe, 46
Polygnotus, 53
Popova, 71
Pourquoi-Pas Rupes, 76
Praxiteles, 36
Prokofiev, 31
Proust, 53
Puccini, 71
Purcell, 31
Pushkin, 71

Q

Qi Baishi, 61
Qiu Ying, 31

R

Rabelais, 72
Rachmaninoff, 48
Raden Saleh, 61
Raditladi, 46
Rajnis, 57
Rameau, 72
Raphael, 57
Ravel, 53
Remarque, 31
Rembrandt, 79
Renoir, 53
Repin, 53
Resolution Rupes, 72
Riemenschneider, 76
Rikyu, 31
Rilke, 72
Rimbaud, 76

Rivera, 31
 Rodin, 36
 Roerich, 85
 Rubens, 36
 Rublev, 61
 Rudaki, 53
 Rude, 72
 Rumi, 76
 Rupes/Rupes, 24
 Rustaveli, 48
 Ruysch, 64

S

Sadi, 85
 Saikaku, 31
 Sanai, 53
 Sander, 46
 Santa Maria Rupes, 53
 Sapkota, 31
 Sarmiento, 79
 Savage, 65
 Sayat-Nova, 77
 Scarlatti, 41
 Schiaparelli Dorsum, 42
 Schoenberg, 57
 Schrodinger, 180
 Schubert, 72
 Scopas, 85
 Sei, 72
 Seuss, 67
 Shakespeare, 42
 Shelley, 77
 Sher-Gil, 79
 Shevchenko, 72
 Sholem Aleichem, 37
 Sibelius, 77
 Sihtu Planitia, 54
 Simonides, 72
 Sinan, 54
 Smetana, 72
 Snorri, 57
 Sobkou Planitia, 42
 Solitudo Admetei, 26
 Solitudo Alarum, 26
 Solitudo Aphrodites, 26
 Solitudo Argiphontae, 26

Solitudo Atlantis, 26
 Solitudo Criophori, 26
 Solitudo Helii, 26
 Solitudo Hermae Trismegisti, 26
 Solitudo Horarum, 26
 Solitudo Iovis, 26
 Solitudo Lycaonis, 26
 Solitudo Maiaie, 26
 Solitudo Martis, 26
 Solitudo Neptuni, 26
 Solitudo Persephones, 26
 Solitudo Phoenicis, 26
 Solitudo Promethei, 26
 Sophocles, 62
 Sor Juana, 37
 Soseki, 37
 Sotatsu, 72
 Sousa, 37
 Spitteler, 86
 Steichen, 65
 Stevenson, 57
 Stieglitz, 32
 Stilbon Planitia, 47
 Stravinsky, 37
 Strindberg, 42
 Suge Facula, 48
 Suisei Planitia, 32
 Sullivan, 58
 Sur Das, 77
 Surikov, 77
 Sveinsdottir, 65

T

Takanobu, 42
 Takayoshi, 77
 Tansen, 54
 Terror Rupes, 86
 Thakur, 54
 Theophanes, 58
 Thoreau, 58
 Thueban Facula, 47
 Timgad Vallis, 47
 Tintoretto, 73
 Tir Planitia, 62
 Titian, 54
 To Ngoc Van, 42

Tolkien, 32
Tolstoj, 62
Travers, 81
Tricrena, 26
Tryggvadottir, 32
Ts'ai Wen-Chi, 37
Ts'ao Chan, 58
Tsiolkovskiy, 169
Tsurayuki, 73
Tung Yuan, 32
Turgenev, 32
Turms Planitia, 81
Tyagaraja, 62

U

Unity Rupes, 48
Unkei, 73
Ustad Isa, 77
Utaridi Planitia, 81

V

Vallis/Valles, 24
Valmiki, 58
Van Dijck, 32
Van Eyck, 42
Van Gogh, 86
Varma, 32
Velazquez, 37
Verdi, 32
Victoria Rupes, 23, 37
Vieira da Silva, 58
Villa-Lobos, 67
Vincente, 77
Vivaldi, 58
Vlaminck, 38
Vonnegut, 32
Vostok Rupes, 73
Vyasa, 38

W

Wagner, 86
Wang Meng, 58
Warhol, 54
Waters, 58

Weird Terrain, 21
Wergeland, 73
Whitman, 43
Wren, 38

X

Xiao Zhao, 65

Y

Yamada, 33
Yeats, 54
Yoshikawa, 33
Yun Son-Do, 86

Z

Zarya Rupes, 73
Zeami, 62
Zeehaen Rupes, 43
Zola, 43

A

Абастуманська обсерваторія, 19
Абедін, 33
Абу-Нувас, 49
Айвз, 76
Аксаков, 33
Аленкар, 73
Аль-Ахталь, 38
Альвер, 82
Аль-Гамадані, 33
Аль-Джагіз, 49
Амарал, 77
Ангвіссоло, 26
Андаль, 67
Анейрін, 68
Аніта, 26
Апарангі, 62
Аполлодор, 43
Апполон, 13
Арзахель, 14
Арістоксен, 27
Атже, 43

Африканець Хортон, 67
Ахмад Баба, 38
Ашивагхоша, 49

Б

Б'єрсон, 27
Багряна, 62
Байрон, 49
Бак, 49
Балагтаз, 49
Баланчин, 44
Бальзак, 54
Баранаускас, 33
Барма, 73
Барні, 65
Барток, 74
Басьо, 74
Бах, 82
Беккет, 77
Белінський, 82
Бельо, 55
Бенуа, 62
Берк, 27
Беркель, 65
Берліоз, 27
Бернз, 39
Берніні, 82
Бетховен, 55
Беше, 27
Бо, 52
Бо Цзюй-і, 61
Бо Я, 71
Боецій, 55
Бознанська, 33
Бокаччо, 82
Бореаліс, 27
Борозни Пантеон, 46
Боттічеллі, 38
Браманте, 68
Брамс, 38
Брейгель, 38
Бронте, 38
Брукс, 74
Брунеллескі, 49
Будга, 14

В

В'яса, 38
Вагнер, 86
Вальмікі, 58
Ван Гог, 86
Ван Дейк, 32
Ван Ейк, 42
Ван Мен, 58
Варма, 32
Веласкес, 37
Венера, 15
Вергеланн, 73
Верді, 32
Вівальді, 58
Вієйра да Сілва, 58
Вілла-Лобос, 67
Вісенте, 77
Вітмен, 43
Вламінік, 38
Водяна зірка, 14
Воннегут, 32
Воргол, 54
Вотерс, 58

Г

Гайдн, 70
Галілео Галілей, 15
Галс, 75
Ганімед, 8
Гауді, 28
Гауптман, 75
Гафіз, 47
Гвідо д'Арецо, 69
Геддес, 34
Гейне, 40
Гейнсборо, 78
Гендель, 51
Генрі, 28
Гермаон, 13
Гермес, 13
Гесіод, 70
Гете, 28
Гіберті, 69
Гіні, 78
Глінка, 56

Глюк, 34
Гоген, 28
Гоголь, 75
Гойя, 59
Голст, 66
Гольбейн, 35
Гольберг, 84
Гомер, 51
Гоппер, 51
Горацій, 84
Готорн, 76
Грейнджер, 78
Гринвіцька обсерваторія, 15
Гріг, 35
Гротелл, 28
Гуан Хань-Ці, 36
Гюго, 35

Д

Давід, 65
Далі, 45
Дамер, 40
Даріо, 68
Дворжак, 51
де Графт, 47
Дебюссі, 80
Дега, 40
Делакруа, 75
Депре, 27
Дерен, 66
Державін, 34
Джамболонья, 75
Джебран, 40
Джованні Зупі, 15
Джованні Скіапареллі, 16
Джон Бевіс, 15
Джоплін, 81
Джотто, 51
Джузеппе Коломбо, 16
Дзеамі, 62
Діккенс, 82
Дісней, 82
Долина Ангкор, 43
Долина Караль, 44
Долина Кахокія, 27
Долина Пестум, 46

Долина Тімгад, 47
Домінічі, 50
Донелайтіс, 80
Донн, 50
Достоевський, 75
Доуленд, 75
Дрісколл, 34
Ду Фу, 40
Дун Юань, 32
Дуччо, 34
Дьюс, 16
Дюрер, 40

Е

Егону, 28
Ежен Антоніаді, 16
Ейлі, 43
Ейтоку, 59
Еквіано, 69
Еллінгтон, 66
Емініеску, 64
Енвонву, 64
Енсор, 28
Енхедуанна, 34
Ерте, 40
Ечегарай, 34

Є

Єйтс, 54

Ж

Жобін, 35

З

Зандер, 46
Земля, 8
Золя, 43

І

Ібн Баджа, 15
Ібсен, 70

Ієхуда Галеві, 56
Іктін, 84
Імру аль-Кайс, 59
Імхотеп, 52
Іск'єрдо, 64
Істмен, 63

Й

Йоганн Кеплер, 15
Йоганн Шретер, 15
Йокай, 28
Йосікава, 33
Йохан Варел, 18

К

Калідаса, 60
Калікрат, 68
Калоріс, 39
Кальвіно, 50
Камоенс, 82
Кандинський, 29
Каннінгем, 44
Канова, 33
Капоте, 63
Караваджо, 63
Кардуччі, 68
Картон, 79
Карузо, 55
Карулань, 27
Карш, 81
Кастільйоне, 80
Катена «Аресібо», 68
Катена «Голдстоун», 51
Катена «Хейстак», 51
Катілла, 63
Катулл, 34
Кенко, 52
Кертес, 45
Керуак, 45
Кійосай, 47
Кіплінг, 64
Кітс, 84
Кобро, 84
Койпер, 52
Колдер, 65

Колпрідж, 68
Комеда, 84
Копленд, 47
Коплі, 68
Котельников, 16
Кофі, 45
Кошо, 41
Кратер Бах, 23
Кратер Бетховен, 23
Кратер Дебюссі, 23
Кратер Дерен, 23
Кратер Емініску, 23
Кратер Койпер, 23
Кратер Мікеланджело, 23
Кратер Неруда, 23
Кратер Радітладі, 23
Кратер Толстой, 23
Кратер Хокусай, 23
Кратер Шекспір, 23
Кульсум, 45
Кунійосі, 70
Кунісада, 64
Куперен, 40
Куросава, 70
Кутб ад-Дін Аш-Ширазі, 15

Л

Л'Енгл, 84
Лавкрафт, 85
Лакснесс, 30
Ланж, 64
Ла-Пальма, 18
Ларроча, 36
Леннон, 81
Леопарді, 84
Лермонтов, 52
Лессінг, 70
Лі Цинчжао, 84
Лізмер, 30
Лісітт, 57
Ліст, 60
Лу Сінь, 52
Лугус, 57
Лян Кай, 79

М

Ма Чи-Юань, 70
Магрітт, 85
Малер, 52
Мансар, 30
Мансур, 41
Марагінська обсерваторія, 15
Марк, 41
Марк Твен, 57
Марс, 185
Марті, 85
Марціал, 30
Матабей, 70
Матісс, 70
Маши, 57
Мелвілл, 36
Мена, 57
Мендельсон, 30
Мендес Пінту, 70
Меркейр, 45
Меркурій, 8
Мирон, 31
Міжнародний астрономічний союз, 25
Мікеланджело, 76
Мілтон, 76
Містраль, 52
Місяць, 15
Міцкевич, 41
Мольєр, 53
Моне, 36
Монк, 30
Монтеверді, 30
Мофоло, 71
Моцарт, 61
Муді, 61
Мул Апін, 13
Мунк, 45
Мункачі, 45
Мурасакі, 53
Мусоргський, 41

Н

Набоков, 67
Навахі, 46

Навої, 46
Наматьїра, 36
Нампейо, 71
Нейман, 71
Нерво, 41
Неруда, 79
Нізамі, 31
Нінурта, 13
Нурєєв, 61

О

Овідій, 85
Овнатанян, 59
Одін, 14, 41
Окьо, 85
Оскісон, 46
Отааред, 67

П

П'єр Гассенді, 15
Папсуккал, 64
Пасмо Антоніаді, 33
Пасмо Скіапареллі, 42
Пахінуй, 79
Пац, 46
Перселл, 31
Петефі, 85
Петіна, 67
Петрарка, 71
Петроній, 31
Петтенгілл, 16
Пігаль, 71
Пікасо, 67
Плат, 36
По, 46
Полігнот, 53
Попова, 71
Практітель, 36
Прокоф'єв, 31
Пруст, 53
Пучінні, 71
Пушкін, 71

Р

Рабле, 72
Равель, 53
Раден Салех, 61
Радітладі, 46
Райніс, 57
Рамо, 72
Ранкова зоря, 14
Рафаель, 57
Рахманінов, 48
Ремарк, 31
Рембо, 76
Рембрандт, 79
Рен, 38
Ренуар, 53
Реріх, 85
Респін, 53
Рівера, 31
Рівнина Бореаліс, 23
Рікю, 31
Рільке, 72
Ріменинайдер, 76
Роден, 36
Рубенс, 36
Рубльов, 61
Рудакі, 53
Румі, 76
Руставелі, 48
Рюд, 72
Рюйш, 64

С

Сааді, 85
Саваж, 65
Сайкаку, 31
Салліван, 58
Санай, 53
Сакота, 31
Сарм'єнто, 79
Саят-Нова, 77
Свейнсдоттір, 65
Себек, 42
Сезанн, 55
Сей, 72
Сервантес, 82

Сібеліус, 77
Сімонід, 72
Сінан, 54
Сіхту, 54
Скарлатті, 41
Скінакас, 19
Скопас, 85
Сметана, 72
Сноррі, 57
Сома, 14
Сонце, 8
Сосекі, 37
Сотацу, 72
Софокл, 62
Стайхен, 65
Стівенсон, 57
Стігліц, 32
Стілбон, 13
Стравинський, 37
Стріндберг, 42
Суза, 37
Суїсей, 32
Сур'я-сиддханта, 14
Сурдас, 77
Суріков, 77
Сьюз, 67
Сяо Чжао, 65

Т

Тагор, 54
Такайосі, 77
Таканобу, 42
Тансен, 54
Тихо Браге, 15
Тінторетто, 73
Тір, 62
Тіціан, 54
То Нгок Ван, 42
Толкін, 32
Толстой, 62
Тормс, 81
Торо, 58
Траверс, 81
Трюгвадоттір, 32
Тургенев, 32
Тьягараджа, 62

У

Ункей, 73
Устад Іса, 77
Уступ «Герой», 76
Уступ «Чому б і ні», 76
Уступ Алвін, 59
Уступ Астролябія, 68
Уступ Бельжика, 79
Уступ Бігль, 62
Уступ Блоссом, 62
Уступ Вікторія, 23, 37
Уступ Восток, 73
Уступ Геємскерк, 40
Уступ Діскавері, 23, 69
Уступ Дофін, 30
Уступ Дюйфкен, 55
Уступ Едвенчер, 67
Уступ Ельтанін, 83
Уступ Ентерпрайз, 80
Уступ Заря, 73
Уступ Зехайн, 43
Уступ Індевор, 34
Уступ Йоа, 75
Уступ Кайнан, 81
Уступ Каліпсо, 65
Уступ Карнегі, 33
Уступ Метеор, 81
Уступ Мірний, 71
Уступ Наутілус, 81
Уступ Палмер, 76
Уступ Парамур, 61
Уступ Резолюшн, 72
Уступ Санта-Марія, 53
Уступ Терор, 86
Уступ Фрам, 75
Уступ Юніті, 48
Утаріді, 81

Ф

Факула «Абісо», 43
Факула «Азво», 43
Факула «Амару», 79
Факула «Гата», 81
Факула «Ібаб», 59
Факула «Макіжі», 60

Факула «Накахі», 81
Факула «Натайр», 47
Факула «Нзока», 61
Факула «Нідр», 48
Факула «Садж», 48
Факула «Тубан», 47
Факули «Біблава», 59
Факули «Ежо», 59
Факули «Іньока», 60
Факули «Сланг», 42
Феофан, 58
Фет, 59
Фідій, 61
Філоксен, 57
Фірдоусі, 66
Флаяно, 55
Флобер, 51
Фолкнер, 64
Фонтейн, 45
Фрідріх Бессель, 15
Фуллер, 28
Футабатей, 56

Х

Ханса, 70
Хань Гань, 84
Харунобу, 56
Хемінгуей, 51
Херлі, 84
Хірошіге, 51
Хітомаро, 51
Ходжкінс, 47
Хокусай, 47
Хоу Ханьшун, 14
Хуана, 37
Хун Кал, 52

Ц

Цай Вень-Чжі, 37
Цао Чжань, 58
Ці Байши, 61
Цураюкі, 73
Цю Ін, 31

Ч

Чайковський, 50
Чанг Кі, 55
Чень-сін, 14
Честертон, 27
Чехов, 68
Чжао Менфу, 82
Чжу Да, 55
Чон Чхоль, 39

Ш

Шевченко, 72
Шекспір, 42
Шеллі, 77
Шенберг, 57
Шер-Гіл, 79
Шолом Алейхем, 37
Шопен, 74
Шпіттелер, 86
Шуберт, 72

Ю

Юн Сон-До, 86
Юпітер, 8

Я

Ямада, 33
Яначек, 41

Наукове видання

Кирилюк Сергій Миколайович
Кирилюк Олена Володимирівна

ПРИРОДА МЕРКУРІЯ
Монографія

Набір та комп'ютерна верстка *О.В. Кирилюк*
Літературний редактор *О.В. Колодій*
Дизайн обкладинки *С.М. Кирилюк*