

Ксеноландшафти Меркурія

Сергій КИРИЛЮК^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-2532-404X>

УДК 523.41

ПОШУКОВА СТАТТЯ

¹ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
кафедра фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

Листування – *s.kyrylyuk@chnu.edu.ua

Ключові слова: Меркурій, планета, ксеноландшафт.

Анотація: Виконано ксеноландшафтознавче картографування на десятих ключових ділянках поверхні Меркурія з типовими для планети ксеноландшафтами. Детально розглянуто структуру та представлено весь спектр типових для планети ксеноландшафтних утворень: кратерних катен, ударних кратерів, пасом, факул, борозен, гір, рівнин, плато, уступів, вулканічних долин. Структуру ксеноландшафтів визначено відповідно до положень ксеноаксіоматичної концепції, розробленої автором.

1. ВСТУП

Незважаючи на те, що на різних планетах ксеноландшафти формуються за участі різної кількості матеріальних компонентів (і тільки одного речовинного, літосферного для Меркурія і Місяця) або навпаки – багатьох, всі вони утворюються під впливом єдиного, об'єднуючого енергоджерела – Сонця. Хоч залежно від віддалі до нього дієвість сонячного чинника на різних планетах відмінна. Різні ксенооболонки з відмінним складом ксенокомпонентів зумовлюють формування специфічних, унікальних у кожному конкретному випадку умов ксеноландшафтоутворення. Це врешті призводить до появи ксеноландшафтів: або з незначним насиченням певними матеріальними складниками, проте з істотнішими їх проявами, або з великою кількістю різносутнісних складників і значно меншим проявом кожного ландшафтоутворюючого чинника. Для з'ясування відмінностей приповерхневої природи кожної іншої планети, відповідних їм спектрів ландшафтоутворюючих чинників і результатуючих властивостей ксеноландшафтів кожної з ксенопланет у ході такого пошукового дослідження логічно постала потреба виявити найзагальніші особливі риси ксеноприроди і ксеноландшафтів, чиє походження і механізм формування є одним із головних предметів пізнання в цій роботі.

Має місце очевидна бідність набору ксеноландшафтоутворюючих чинників, яка полягає у значному звуженні їх різноманітності на ксенопланетах. Закономірна частина їх – космічне тло – таке ж як і в земних ландшафтів, але на ксенопланетах земної групи, крім Венери, ця частина чинників впливовіша через відсутність, а на Марсі – через мізерність атмосферного компонента. Тому космічна група ландшафтоутворюючих впливів-чинників на ксенопланетах земної групи, проти земних їх проявів, потужніша в усьому, з усіма тяж яскравішими варіаціями закономірних змін у просторі Сонячної системи та в часі її розвитку.

2023, 842; DOI: <https://doi.org/10.31861/geo.2023.842.5-24>

 Open Access. © 2023 С. КИРИЛЮК

опубліковано у Чернівецькому національному університеті

Ця робота ліцензується відповідно до

CC BY-NC-ND із Зазначенням Авторства – Некомерційна – Без Похідних 4.0 Міжнародна



Особливі частини ксеноландшафтоутворення, крім умов Венери і Марса, – лише морфолітогенні. Морфолітогенні чинники ксеноландшафтоутворення для кожної ксенопланети земної групи є трохи відмінними, у кожної свої. На Венері винятково унікальні чинники атмосферні. На Марсі особливими є чинники кріолітологічні, кріолітосфери загалом, морозного, фізичного і хімічного вивітрювання за наявності слабкого атмосферного чинника, який, однак, забезпечує результативні прояви еолових процесів.

Всі згадані тут особливі чинники у своїх проявах мають і певні закономірні складові, але загалом такий трохи умовний поділ складників ксеноландшафтних впливовостей для системного їх розгляду автор вважає прийнятним. Так само очевидно видається загальна специфіка збідненого активними речовинними компонентами ксеноландшафтоутворення: відсутність атмо-, гідро-, кріо-, біо-сфер на Меркурії та Місяці, гідро-, кріо-, біо-сфер на Венері та біосфери на Марсі. Така збідненість виявилася визначальною в можливостях розкриття теми ксеноландшафтів автором, в деякій вимушеній його обмеженості до подань інвентаризаційних, а не вже результатуючих синтезних.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1. Ксеноаксіоматична концепція

Чільне місце в дослідженнях ксеноландшафтного різноманіття поверхні планет земної групи відігріє ксеноаксіоматична концепція як засіб дослідження ксеноландшафтного різноманіття поверхні планет земної групи є результатом залучення і використання знань традиційного для науки вирішення та застосування аксіом пізнання. Спеціалізований для ксенопланетологічного використання, цей інтегративний засіб пізнання є варіантом аксіоматичного підходу. Основна суть цього підходу, у випадку вирішення ксеноландшафтів, полягає у виробленні єдиної схеми пошуку відповідних ксеноландшафтним окремостям аксіоматично елементарних фрагментів поверхні планет з подальшою їх класифікацією та ксеноландшафтною інтерпретацією (Кирилюк 2015; Kyryliuk, Kholiavchuk 2017; Кирилюк, Кирилюк 2018, 2019a).

Отже, важливо усвідомити фундаментальність елементарної форми на ксенопланетних поверхнях та ототожнити їх з простими геометричними фігурами (коло, квадрат, трикутник тощо) для виявлення інваріантів та їх вузлів. Рухаючи ці фігури в просторі стає можливим відтворювати цілісні образи, іншими словами ксеноландшафти. Відповідно до теорії симетрії, кількість таких рухів вкрай обмежена. Це сприяє швидкому виявленню всіх груп рухів та формуванню їх комбінацій (Каргаполов, Мерзляков 1972; Барут, Рончка 1980; Ляховський, Болохов 1983). Групою в нашому випадку називаємо множину елементів, на якій задано операцію множення і яка задовольняє наступні аксіоми:

1. *Замкнутість групи відносно операції множення*: для будь-яких двох елементів групи існує третій, який являється їх похідним (1):

$$\forall A, B \in G : \exists C \in G A \cdot B = C, \quad (1)$$

Такі випадки можна спостерігати при поширенні окремих ксеноландшафтів (вторинні кратери, кратерні катени тощо);

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

$$\forall A, B, C \in G : A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C = A \cdot B \cdot C, \quad (2)$$

Здебільшого такі групи характеризують рівномірне поширення ксеноландшафтів в заданій області (морські кратери, хвилясті рівнини з почерговою зміною западин та підвищень тощо);

3. *Існування одиничного елемента*: в групі існує конкретний елемент E , похідні якого з любым елементом групи A дає той самий елемент A (3):

$$\exists E \in G : \forall A \in G A \cdot E = E \cdot A = A, \quad (3)$$

Це одиничні КЛК, які не вписуються в типові форми (вулканічні (ефузивні) утворення, синуси тощо);

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

$$\forall A \in G : \exists A^{-1} \in G : A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = E, \quad (4)$$

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

2.2. Ключові ділянки ксеноландшафтознавчого картографування на поверхні Меркурія

На поверхні Меркурія обрано 10 ключових ділянок для з типовими для планети ксеноландшафтами: кратерними катенами, ударними кратерами, пасмами, фаулами, борознами, горами, рівнинами, плато, уступами і вулканічними долинами (рис. 1).

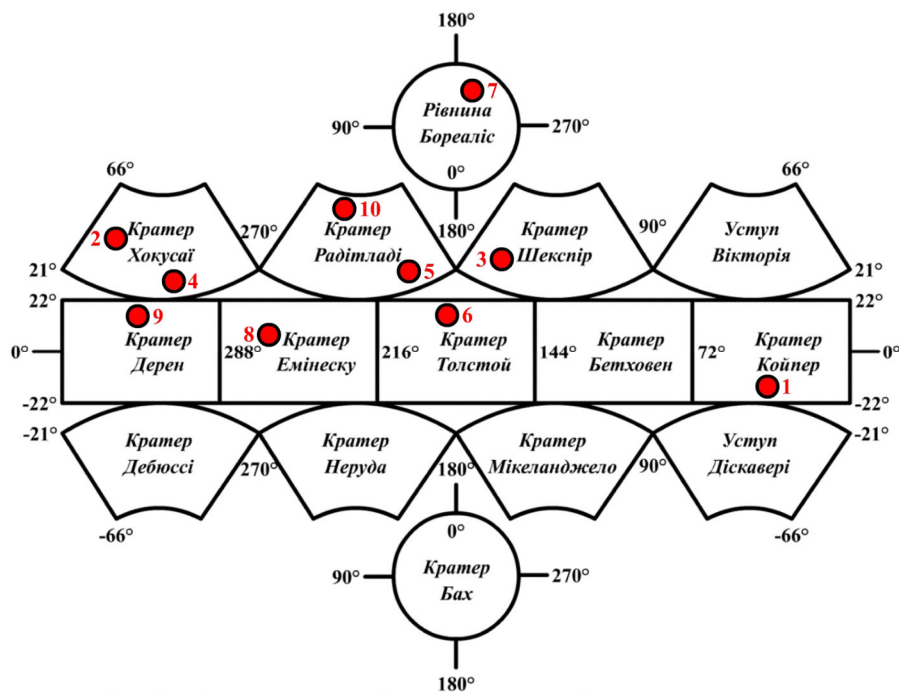


Рис. 1. Ключові ділянки на поверхні Меркурія, обрані для картографування типових ксеноландшафтів планети

1. Катени (*Goldstone Catena*);
 2. Ударні кратери (*Borealis Planitia*);
 3. Пасма (*Schiaparelli Dorsum*);
 4. Фаули (*Suge Facula*);
 5. Борозни (*Pantheon Fossae*);
 6. Гори (*Caloris Montes*);
 7. Рівнини (*Borealis Planitia*);
 8. Плато (*Catuilla Planum*);
 9. Уступы (*Calypso Rupes*) і
 10. Вулканічні долини (*Timgad Vallis, Paestum Vallis, Caral Vallis*)
- (Map of the H-1 ... 2019; Map of the H-3 ... 2018; Map of the H-4 ... 2018; Map of the H-5 ... 2018; Map of the H-6 ... 2017; Map of the H-8 ... 2017; Map of the H-9 ... 2017; Map of the H-10 ... 2019)

Типовими формами рельєфу цих ділянок і регіонів, в межах яких вони розташовані, є катени – ланцюжки кратерів (*Catena/Catenaе*); ударні 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

альbedo (*Facula/Faculae*); борозни – лінійні, протяжні неглибокі депресії (*Fossa/Fossae*); гори – протяжні височини та їх комплекси (*Mons/Monies*); рівнини – рівнинні області (*Planitia/Planitiae*); плато – височини з переважаючою плоскою поверхнею (*Planum/Plana*); уступи – урвища планетарного масштабу (*Rupes/Rupes*); долини – звивисті улоговини вулканічного походження (*Vallis/Valles*).

3. РЕЗУЛЬТАТИ

3.1. Ксеноландшафти 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 переважно 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, здебільшого в результаті викидів із великих кратерів під час екскаваційного етапу (при вибухових викидах матеріалу).

В межах об'єктної території автор виділив такі ксеноландшафти (рис. 2).

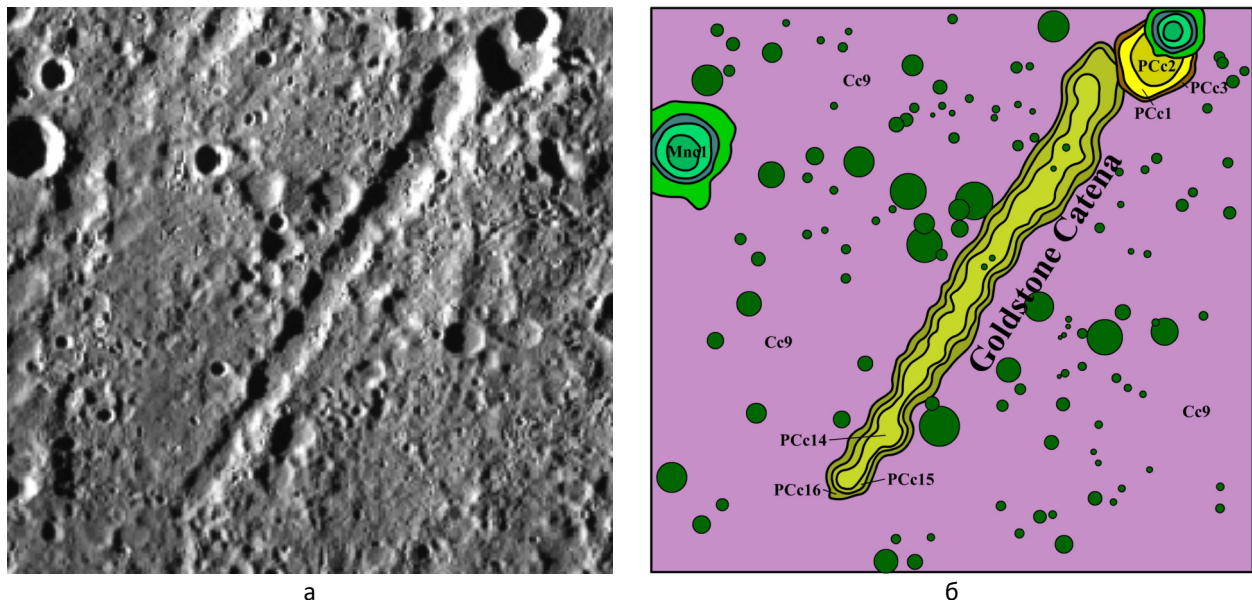


Рис. 2. Ділянка регіону Меркурія *Goldstone Catena* з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в таблиці)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

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 згладжених рівнин. Вони, крім пізньокалорського кратера, заповнені колювільним та брекчієподібним матеріалом.

2. Внутрішні кратерні схили. Такі 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 значні деформації, про що йшлося вище, набув полігональної форми через утворення зсувних терас.

4. Зовнішні кратерні схили. Простежуються лише у мансурських кратерів. Характер їхньої поверхні пересічений з почерговою зміною радіальних підвищень та западин і нагадує, в окремих місцях, ребристу поверхню, що ускладнена дрібними кратерами, осипними лотоками з численними осередками нагромаджень колювільних відкладів.

Таблиця. Ксеноландшафтні утворення Меркурія
(просторові ранги утворень зазначено для кожного конкретного випадку під ілюстраціями)

Ксеноландшафтні утворення	Часові періоди палеоісторії планети			
	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			
Центральні частини пасом		Cc18		
Схили пасом		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		

5. Кратерована «морська» поверхня. Оскільки *Goldstone Catena* розташована на периферії обрамлень великих кратерів, то набуває рис дуже пересіченої, хвилястої, з поодинокими пагорбами та западинами поверхні. На більшій частині кратерованої «морської» поверхні розташовані численні дрібні кратери, які часто перенакладені один на одного. Значна кількість дрібних кратерів спричинила формування добре помітних шлейфів брекчієподібного матеріалу, який здебільшого концентрується у місцях їх скупчень.

6. Днища катен. Їхня поверхня дещо схожа на ксеноландшафти згладжених рівнин. У межах зображеного днища катени (рис. 2) і на днищах інших подібних катен, розташовані численні дрібні кратери, які до певної міри модифікують первинно поверхню. На периферії днищ наявні фрагменти нагромаджень колювільних відкладів.

7. Внутрішні схили катен. Здебільшого мають однорідну будову. Проте в окремих місцях сильно понівечені зсувами з великими зсувними тілами, які опуклими конусами обрамлюють днища катен, із численними дрібними кратерами, що ускладнюють доволі однорідні внутрішні схили.

8. Обрамлення катен. Переважно суцільні утворення, які оконтурюють катени по периферії у вигляді напірних валів. Однак подекуди обрамлення мають диз'юнктивне

походження, спричинене, очевидно, руйнуваннями обрамлень під впливом гравітаційних процесів і подальших кратероформувань.

3.2. Ксеноландшафти меркуріанських кратерів (на прикладі південно-західної окраїни *Borealis Planitia*)

Кратери по всій поверхні Меркурія мають схожі риси. Єдине, що їх різнить, – це вік, який прямо пов'язаний з інтенсивністю деградації кратерів. Нижче розглянуто типову для планети об'єктну ділянку з кратерами на прикладі скупчення різновікових кільцевих структур регіону *Hokusai* південно-західної окраїни *Borealis Planitia*.

В межах об'єктної території автор виділив такі ксеноландшафти (рис. 3):

1. Днища кратерів. Ділянка з кратерами на південно-західній окраїні *Borealis Planitia* має значний діапазон кратерних днищ з різною ступінню деградації. Наймолодші з кратерів (мансурські) загалом не великі, їхні днища не мають чітких ознак деградації. Наприклад, на їхніх периферіях не спостерігаються шлейфи колювального 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 скупчень колювальних відкладів на периферіях кратерних днищ. Днища калорських кратерів повністю змінені. На їхньому місці сформувалися відміни згладжених рівнин, ідентичних навколишній території – рівнинним згладженим і кратерованим рівнинам. Найстаріші кратери Толстовського періоду, які збереглися у вигляді синусів (півкратерів, решток їх), позбавлені днищ узагалі. На їхньому місці, як і в попередньої групи, сформувалися згладжені рівнини.

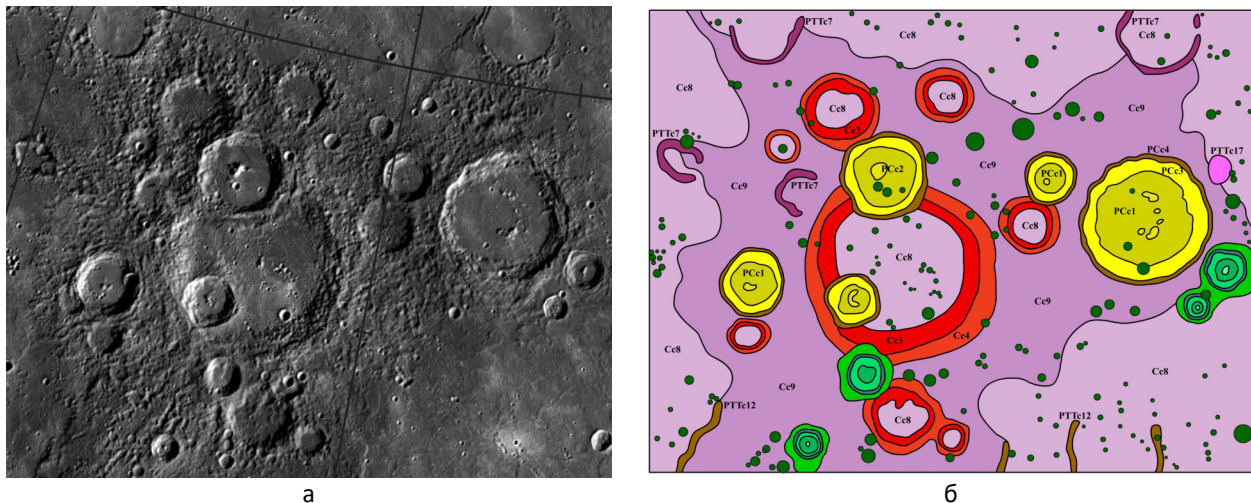


Рис. 3. Ділянка регіону Меркурія з різновіковими кратерами регіону *Hokusai* південно-західної окраїни *Borealis Planitia* з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями середніх та нижчих регіональних рангів (з ландшафтними областями і районами та групами місцевостей, легенда в таблиці)
а – космоснімок; б – ксеноландшафти

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 є диз'юнктивними. Характеризуються пересіченою поверхнею з численними осипищами та зсувами, які в окремих місцях сформували терасовані поверхні. Центральні гірки мансурських кратерів, подібно до пізніх калорських, характеризуються

сильно пересіченою поверхнею, проте не мають такої кількості осипищ, 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 розчленованою денудаційними жолобами поверхнею, з осипищними депресіями та зсувами, які призвели до формування терасованих поверхонь і потужних колювільних шлейфів у нижніх частинах схилів. Простежується певна диференціація, залежно від віку, щодо інтенсивності деградації. Внутрішні схили мансурських кратерів найменш зруйновані, а схили пізнньокалорських 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 пізнньокалорських кратерів – вони порівняно вузькі, однорідні на всьому протязі, з чіткими опуклими вершинами та з незначними ознаками деградації. Напірні вали калорських кратерів характеризуються значною деградацією, наявністю великих зсувних тіл, терасованою поверхнею та осипищними депресіями.

5. Зовнішні кратерні схили. Чітко проявляються на об'єктній 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 згладжених і міжкратерних рівнин.

7. Кратери-привиди. Зруйновані стародавні кратери, які заміщені лавовим матеріалом і на поверхні ідентифікуються лише за характерною, дещо припіднятою, кільцеподібною або платоподібною видимістю.

8. Згладжена «морська» поверхня. Охоплює периферійні ділянки великих кратерів і днища калорських кратерів. Головною особливістю цього ксеноландшафту є незначна кількість кратерів середнього розміру. Загалом поверхня досить плоска, особливо у межах кратерних днищ, і слабкохвиляста на інших ділянках.

9. Кратерована «морська» поверхня. Чітко окреслюється між великими кратерами у центральній частині об'єктної ділянки. Поверхні розчленовані та ускладнені великою кількістю дрібних кратерів (переважно вторинних). Значні площі цього ксеноландшафту перекриті викидами з кратерів, які формують елементи поверхні з хаотичними формами.

10. Ескарпи. Чітко простежуються у південній частині об'єктної ділянки. Всі виокремлені уступи мають субмеридіональне простягання. Оскільки на ділянці розташовані лише їхні периферійні частини, уступи не сягають значних розмірів, до того ж немала частина з них модифікована молодшими рельєфотвірними процесами, зокрема формуванням згладжених рівнин і пізнім кратероформуванням.

3.3. Ксеноландшафти меркуріанських пасом (на прикладі *Schiaparelli Dorsum*)

Schiaparelli Dorsum – досить велике меркуріанське пасмо, розташоване на північно-східній периферії *Odin Planitia* в межах регіону *Shakespeare*.

В межах об'єктної території автор виділив такі ксеноландшафти (рис. 4):

1. Центральні частини пасом. Досить прямолінійні, порівняно вузькі, найбільш підняті частини пасом. Загалом меркуріанські пасма мають тектонічне походження і здебільшого формувалися на тлі молодих згладжених рівнин, коли базальтова лава достатньо охолола й

стиснулася. Більшість меркуріанських пасом приурочено саме до ксеноландшафтів згладжених рівнин, де вони часто формують складну, переплетену з ескарпами систему.

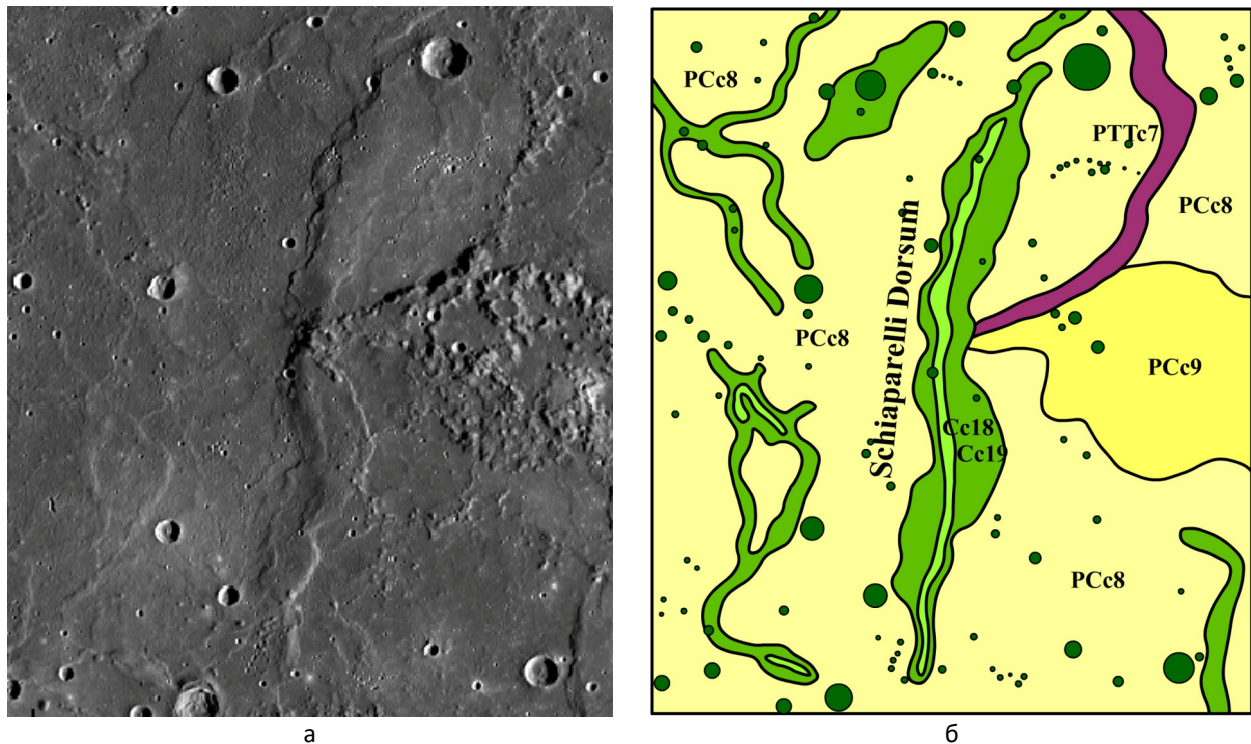


Рис. 4. Ділянка регіону Меркурія *Schiaparelli Dorsum* з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в **таблиці**)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

2. Схили пасом. Порівняно однорідні елементи пасом, поверхня яких лише подекуди ускладнена дрібними кратерами, невеликими зсувами та осипищами. В основі пасом спостерігаються невеликі нагромадження колювального матеріалу.

3. Згладжена «морська» поверхня. В межах об'єктної ділянки поширені згладжені рівнини пізньокалорського 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 попередні ксеноландшафти, належить до пізньокалорського періоду. Загалом зовнішньо подібна до рівнин калорського періоду, проте має дещо простішу будову поверхні.

5. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. У межах об'єктної ділянки спостерігається лише один синус у північно-східній частині. Ідентифікувати на поверхні вдається тільки східні частини напірних валів, які загалом мають дуже деградовану поверхню. Всі інші елементи повністю зруйновані під час формування згладжених рівнин і систем пасом.

3.4. Ксеноландшафти меркуріанських факул (на прикладі *Suge Facula*)

Suge Facula розташована на південно-східній периферії дна багатокільцевого басейна *Rachmaninoff*.

В межах об'єктної території виділено такі ксеноландшафти (рис. 5):

1. Факули. Виокремлена в межах басейну *Rachmaninoff Suge Facula* є частиною басейнового дна. Її аномально яскравий колір по відношенню до навколишньої частини

басейну не може бути поясненим. Найбільш вірогідна наявність стійких до вивітрювання локалізованих гірських порід відповідного кольору, які були розкриті під час формування басейну. Не можна 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, осипища та шлейфи колювального матеріалу в нижній частині ксеноландшафту. Басейнове обрамлення ускладнене дрібними кратерами, які в місцях найбільших скупчень зумовили неодноразову активізацію зсувів та осипищ.

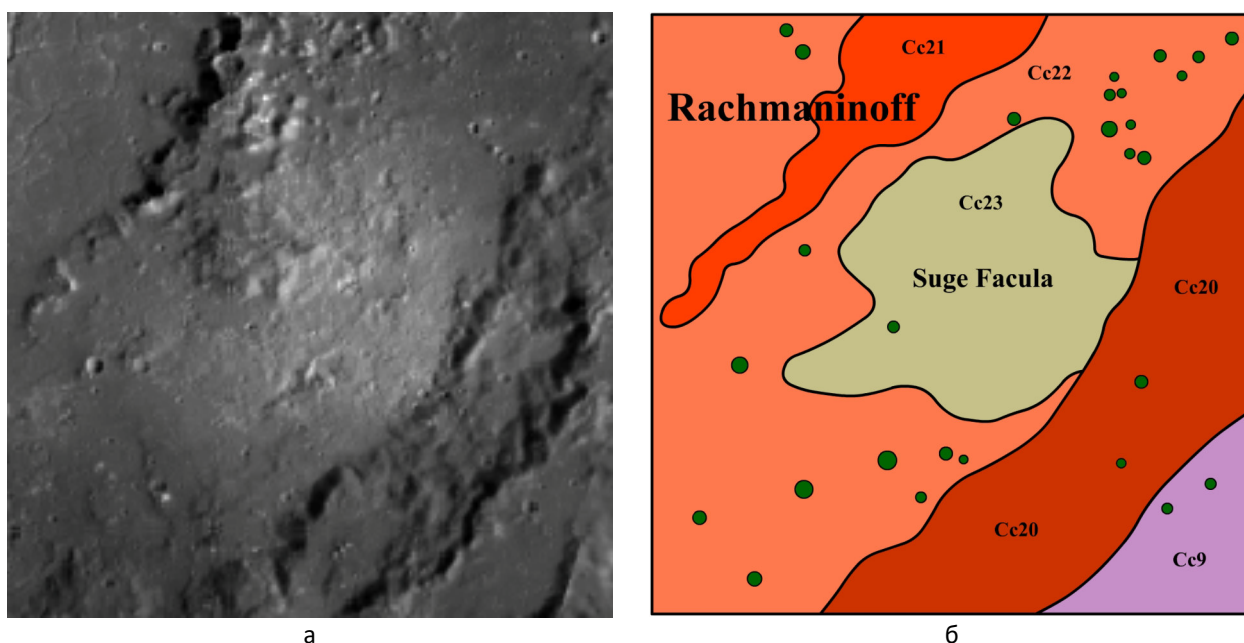


Рис. 5. Ділянка регіону Меркурія *Suge Facula*
з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями
вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в **таблиці**)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

3. Внутрішні басейнові кільця. Характеризуються порівняно меншими масштабами, але з подібною топографією поверхні, як і в зовнішнього басейнового обрамлення.

4. Днища басейнів. Зайняті згладженими рівнинами басейнового підтипу з доволі плоскою поверхнею, подекуди ускладненою лише дрібними кратерами.

5. Кратерована «морська» поверхня. Охоплює периферійну частину басейна *Rachmaninoff*. Характеризується хвилястою поверхнею, злегка ускладненою дрібними пасмами, уступами й скупченнями басейнових викидів у вигляді окремих, локалізованих пагорбів.

3.5. Ксеноландшафти 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 (Кирилюк, Кирилюк 2019b). 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 Меркурія AMC *Mariner 10*

цю структуру не було виявлено. 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 Міжнародним астрономічним союзом (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 поряд 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 особливість 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 дна 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 залишається 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 осередка магматизму. З часом такі осередки заповнювалися розплавами та перетворювалися на дайки.

В межах об'єктної території виділено такі ксеноландшафти (*рис. 6*):

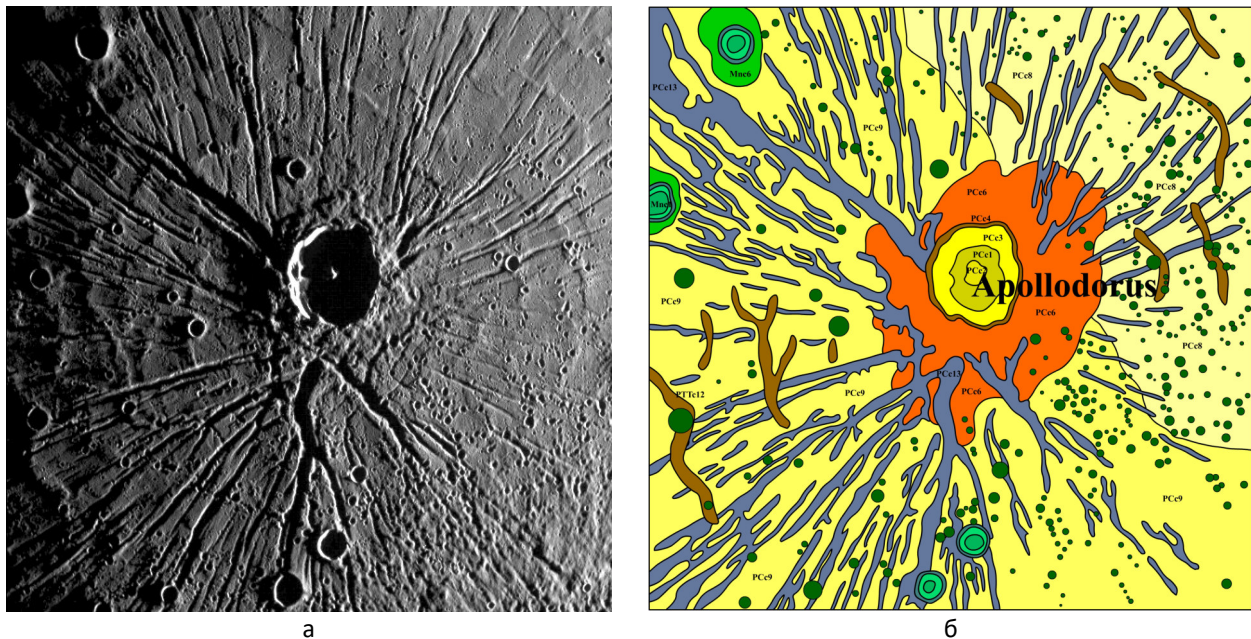


Рис. 6. Ділянка регіону Меркурія *Pantheon Fossae* з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в *таблиці*)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

1. Днища кратерів. Мансурські невеликі кратери, які поширені здебільшого на західній та південній периферії об'єктної ділянки, характеризуються плоскими днищами практично непорушеними пізнішими рельєфотвірними процесами. Пізньокалорський кратер *Apollodorus*, розташований у центральній частині ділянки. В порівнянні з попередніми подібними кратерами 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, осипищами та формуванням слабкої асиметричної системи зсувних терас по всьому колу центрального підняття.

3. Внутрішні кратерні схили. У кратерів усього вікового діапазону спостерігається добра збереженість з помірною деградацією поверхневих форм, яка проявляється, передусім, проходженням гравітаційних процесів – зсувів, осипищ і як наслідок формуванням характерних акумулятивних форм рельєфу.

4. Напірні вали. Як і внутрішні кратерні схили, напірні вали мають слабку диференціацію і подібні між собою у всього вікового діапазону кратерів на об'єктній ділянці. Для них характерна безперервна концентрична структура з поодинокими найвищими вершинами. Відмінність характерна лише для невеликих мансурських кратерів, у яких кільцева структура майже ідеально кругла, на противагу пізньокалорського кратера *Apollodorus*, у якого спостерігається незначна перебудова кільцевої форми на полігональну.

5. Зовнішні кратерні схили. У всіх кратерів спостерігаються добре збережені, з опуклою формою поверхні, без суттєвих модифікацій під впливом молодших рельєфотвірних процесів. У мансурських кратерів зовнішні схили добре розвинуті і 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. Згладжена «морська» поверхня. Охоплює північно-східну частину об'єктної ділянки. Має достатньо плоску поверхню, яка ускладнена системами борозен, які у цій частині мають незначний прояв у порівнянні з іншими частинами *Pantheon Fossae* та ескарпами, які розташовуються субконцентрично до кратера *Apollodorus* і перетинаються з борознами під кутами, близькими до 90°.

7. Кратерована «морська» поверхня. Охоплює південно-західну частину об'єктної ділянки. Характеризується досить розчленованою, горбисто-хвилястою поверхнею, ускладненою потужною системою борозен, кратерами та ескарпами.

8. Ескарпи. Всі ескарпи на об'єктній 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 форму.

9. Борозни. Це глибокі тектонічні ущелини з радіальною диз'юнктивною мережею. Нерівномірно поширені на об'єктній ділянці; найбільша інтенсивність їхнього прояву спостерігається на південному заході об'єктної ділянки.

3.6. Ксеноландшафти 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 пасом, заввишки від 1 до 2 км та завдовжки від 10 до 50 км. Всі вони мають радіальне поширення відносно центра басейну, розділені між собою борознами та долинами. Загалом поверхня *Caloris Montes* сильно розчленована. Вдовж внутрішнього краю басейну більшість схилів мають значну крутість та іноді набувають прямовисності. Генетично вся гірська система є частиною обрамлення басейну *Caloris*.

Caloris Montes схожі на місячні гори, названі *Montes Alpes*, *Montes Apenninus*, *Montes Carpatius*, *Montes Caucasus* та ін.

В межах об'єктної території виділено такі ксеноландшафти (рис. 7):

1. Днища кратерів. На об'єктній ділянці є лише один невеликий мансурський кратер із плоским днищем, яке не має ознак суттєвої модифікації та деградації. Лише на його периферійних частинах спостерігаються незначні нагромадження колювального матеріалу.

2. Схили центральних гірок. Центральне підняття є асиметричним пагорбом 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 осипищ і зсувів з супутнім утворенням терасованих схилів.

4. Напірні вали. Добре збережені у найбільшого кратера на об'єктній території. Деформації відбулися лише в західній частині, де він зазнав суттєвої деградації, що призвело до трансформації від майже ідеальної концентричної форми до полігональної.

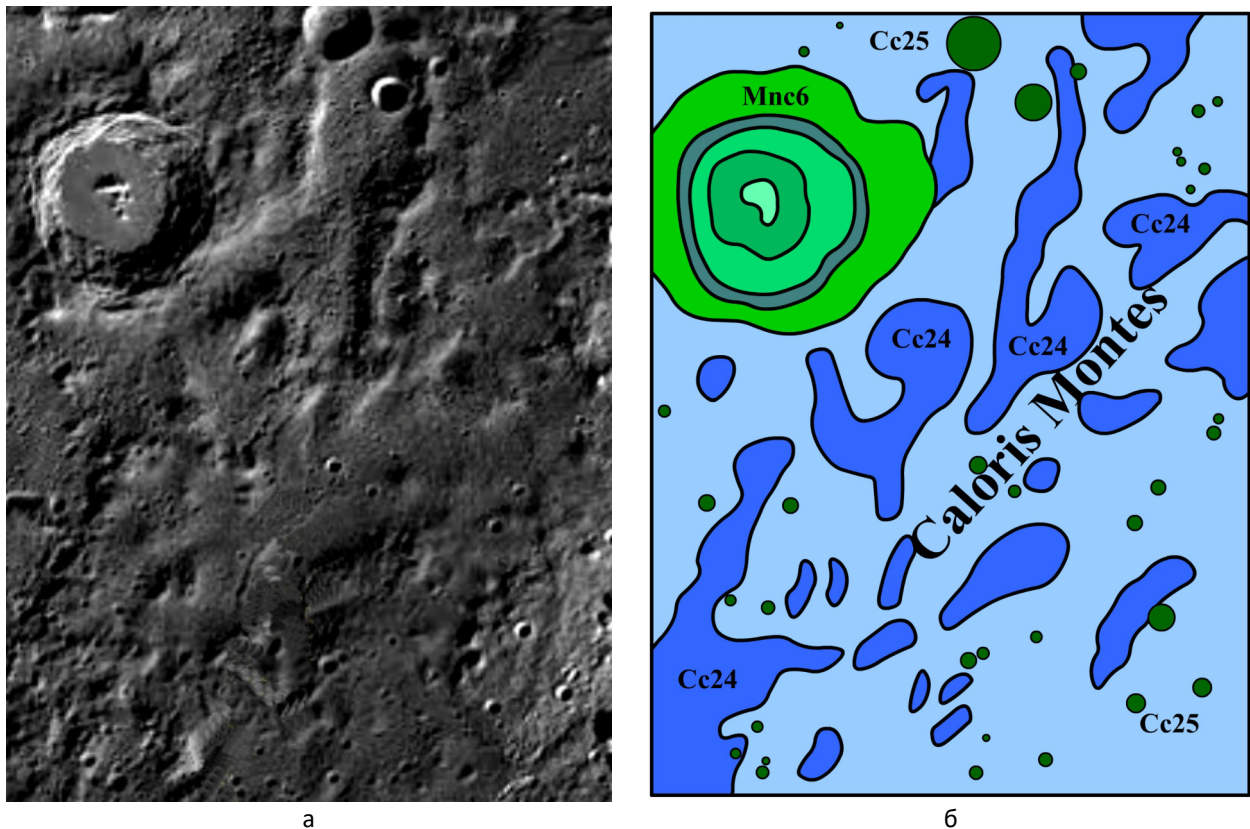


Рис. 7. Ділянка регіону Меркурія *Caloris Montes* з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в таблиці)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

5. Зовнішні кратерні схили. Подібно іншим елементам мансурського кратера, добре збережені, мають схожу асиметричну будову, яка сформувалася внаслідок модифікації

кільцевої структури у західній частині. Поверхня опукла, майже позбавлена молодих, дрібних кратерів.

6. Гірські пасма. Є поодинокими та злитими в пасма горбами з ознаками значної деградації на найкрутіших схилах, де гравітаційні процеси найактивніші й призводять до формування потужних зсувів, осипищ і утворення великих колювільних шлейфів уздовж гірських пасом. Мають тенденцію до простягання з південного-заходу на північний-схід.

7. Міжкратерні хвилясті поверхні. Подібні до міжкратерних рівнин. Різниця лише в генезисі: міжкратерні рівнини є стародавніми лавовими розливами, а міжкратерні хвилясті поверхні – денудованими поверхнями басейнових викидів.

3.7. Ксеноландшафти меркуріанських рівнин (на прикладі *Borealis Planitia*)

Об'єктна ділянка рівнини Бореаліс (*Borealis Planitia*) розташована у північному приполярному регіоні Меркурія. Стратиграфічні маркери у межах *Borealis Planitia* вказують на два чітких етапи формування поверхні рівнини – здебільшого згладжених рівнин, на що вказують і [Kiefer, Murray \(1987\)](#). Очевидно, що один із цих етапів спричинений потужною активізацією ефузивного вулканізму. Це добре простежується у межах горбистої та рівнинної поверхні поблизу кратера *Petrarch* і кількох інших дрібних кратерів неподалік, які були інтенсивно заповнені лавовими розливами. Отже, ці дві великі ділянки на Меркурії характеризувалися значними проявами поверхневого вулканізму з подальшим утворенням згладжених рівнин.

В межах об'єктної території виділено такі ксеноландшафти ([рис. 8](#)):

1. Днища кратерів. У межах об'єктної території днища мають широкий спектр і генезису, і типу поверхневого рисунка – пов'язаного з тривалістю вивітрювання різновікових структур. Це найхарактерніші, дуже поширені на планетній поверхні її складові, хоч і розокремлені між собою. І ця розокремленість і традиційна їх однотипність внутрішньої будови та спектру зовнішніх впливів настільки повторювана, а тому однотипова в межах всієї ксенооболонки. Зауважимо, що орографічне трактування в такій ситуації обмежилось би тільки зазначенням численних збігів зовнішніх форм та приповерхневих літонакопичень. Звісно усім цим ксеноландшафтам доволі різні кількістю сотні мільйонів років і тому їм властиві різні ступені деградації. У цих ксеноландшафтів спостерігається значна деградація і всіх інших структурних частин кратерних споруд. Більшість днищ заповнена лавами різного літологічного складу, серед яких чітко вирізняються базальтові лави, які заповнили днища цих кратерів у Калорський період.

2. Схили центральних гірок. Притаманні виключно молодим кратерним утворенням, які є невеликими, у порівнянні з їх давнішими аналогами, і формувалися у період пізнього бомбардування. У структурі великих і старих кратерів вони відсутні через інтенсивно руйнування під час формування внутрішніх частин. Це могло призводити до повного нівелювання структур якоїсь кількості центральних гірок шляхом заповнення центральних частин кільцевих структур лавами. Якась кількість центральних збереглась дотепер.

3. Внутрішні кратерні схили. Серед них можна провести певну диференціацію, хоча загальні морфометричні та генетичні характеристики тотожні. Різниця полягає у різному вікові кратерів: у молодих це чітка кільцева структура з більш-менш однаковими у морфометричному плані схилами на всіх кратерних колах; у давніших кратерів схили фрагментарні, а в більшості випадків збереглися лише як синуси-частини.

4. Напірні вали. Утворення цих ксеноландшафтів зумовлене тепловим розширенням кратерної лійки під час безпосередньо вибухового формування кільцевої структури. Перша екскавацій на фаза вибуху утворює кратерну лійку, а друга тепла фаза вибуху змушує речовину верхньої частини мішені і частини речовини ударника ущільнюватися та залягати у вигляді концентричного напірного валу, що вінчає новоутворену кільцеву структуру. Подібно

до внутрішніх схилів чітко простежується диференціація між молодими та давніми кільцевими структурами. У молодших вали проявляються як чітко окреслені вали з невисокими, фрагментарними, поодинокими підняттями у межах центральних частин валів. У давніх збереглися лише фрагментарні залишки первинних валів, які приурочені, здебільшого, до синусів-частин великих кільцевих структур.

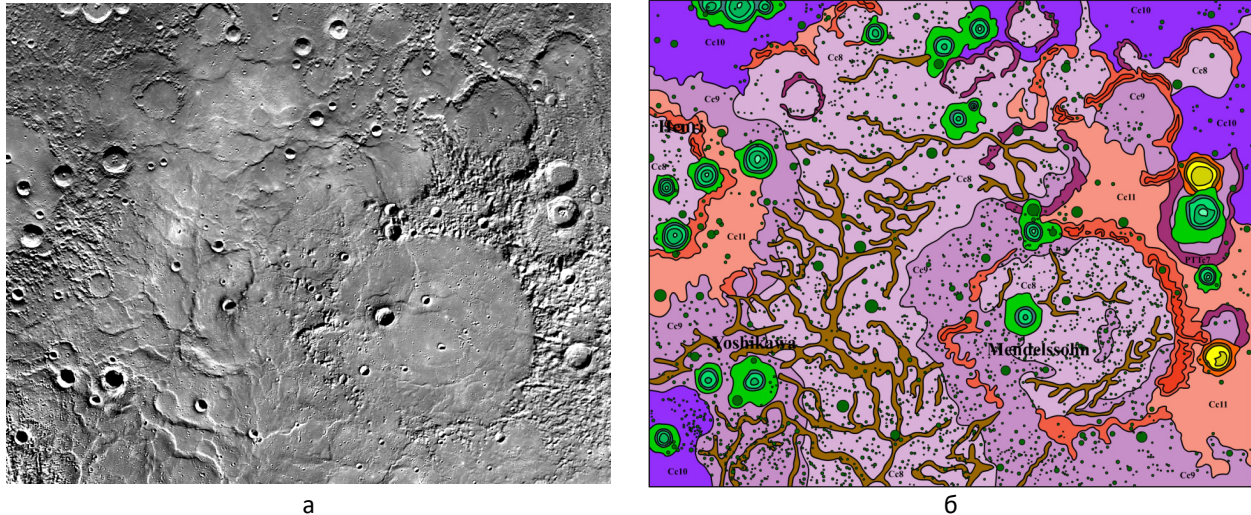


Рис. 8. Ділянка регіону Меркурія *Borealis Planitia* з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями середніх та нижчих регіональних рангів (з ландшафтними областями і районами та групами місцевостей, легенда в *таблиці*)
а – космоснімок; б – ксеноландшафти

5. Схили напірних валів. Повноцінно ці ксеноландшафти у регіоні простежуються лише у молодих кратерів, які сформувалися у мансурську еру. У всіх інших кільцевих структур ксеноландшафти схилів напірних валів простежуються фрагментарно або, все-таки існуючи, взагалі не мають морфологічної виразності – поверхнево зрівняні з навколишнім оточенням.

6. Зовнішні кратерні схили. Подібно до попередніх, властиві лише для молодих мансурських кратерів, де вони зберігають характерні риси, притаманні цим ксеноландшафтам. Проте значна частина зовнішніх кратерних схилів фрагментарно збереглася і в частини калорських та пізньокалорських кратерів.

7. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. Це одні з найдревніших утворень у межах регіону, 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 позитивними поверхневими формами, які є залишками напірних валів. В окремих частинах вдається ідентифікувати навіть деякі поодинокі підняття в їх центральних частинах, що характерно для молодих кільцевих структур. Це ще одне свідчення вкрай незначного та повільного вивітрювання на поверхні Меркурія. А деякі дуже результативні чинники вивітрювання, поширені на Землі, – морозне, хімічне, біотичне, частина фізичних вивітрювань, а саме еолове вивітрювання, частина денудацій (водна та вітрова ерозія) – на Меркурії взагалі відсутні.

8. Згладжена «морська» поверхня. Це найпоширеніші ксеноландшафти на об'єктній ділянці. У рельєфі проявляються слабко хвилястими рівнинами з невеликими, фрагментарними западинами. Ці рівнини утворилися через локальні виливи лави на денну поверхню регіону, що призвело до загального виположення територій, які зазнали найінтенсивніших виливів. Активізація вулканізму в регіоні була викликана важким метеоритним бомбардуванням. Час формування більшості території «морських» рівнин – калорська ера.

9. Кратерована «морська» поверхня. Це окремі частини лавових рівнин, які займають чітко виражені підняті 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 хаотизовані включеннями розчленовані місцевості.

11. Осередки викидів зі стародавніх кратерів. Поверхневим рисунком подібні до материкових поверхонь – відмінність у генезисі. Місцевості, хаотизовані дрібними кратерними катенами, пасмами та системами хрестоподібних акумулятивних підвищень, утворені струменевими викидами у процесі формування великих кільцевих структур та басейнів. Ксеноландшафти цієї групи збереглися фрагментарно лише на тих ділянках, де не відбувалося подальшого інтенсивного метеоритного бомбардування та виливів лав на денну поверхню.

12. Ескарпи. Специфічні ксеноландшафти, які у такій кількості та з такими масштабами прояву на поверхні відомі лише на Меркурії. У рельєфі регіону проявляються як стрімкі схили та урвища, утворені при стисканні значно більшого попереднього об'єму зовнішніх оболонок літосфери Меркурія. В окремих місцях вони сягають понад два кілометри заввишки та простягаються на сотні кілометрів. Формують тут своєрідну мережу, яка подібна до хаотичної сітки. Це одні з найбільш древніх ксеноландшафтів Меркурія, які сформувалися у постконсолідаційний період у процесі охолодження та стиснення планети, що й призвело до формування ескарпів.

3.8. Ксеноландшафти меркуріанських плато (на прикладі *Catuilla Planum*)

Catuilla Planum – розташоване у центральній частині регіону *Eminescu*. У його межах наявні великі ділянки плоских поверхонь зі слідами кратерів-привидів та синусів.

В межах об'єктної території виділено такі ксеноландшафти (рис. 9):

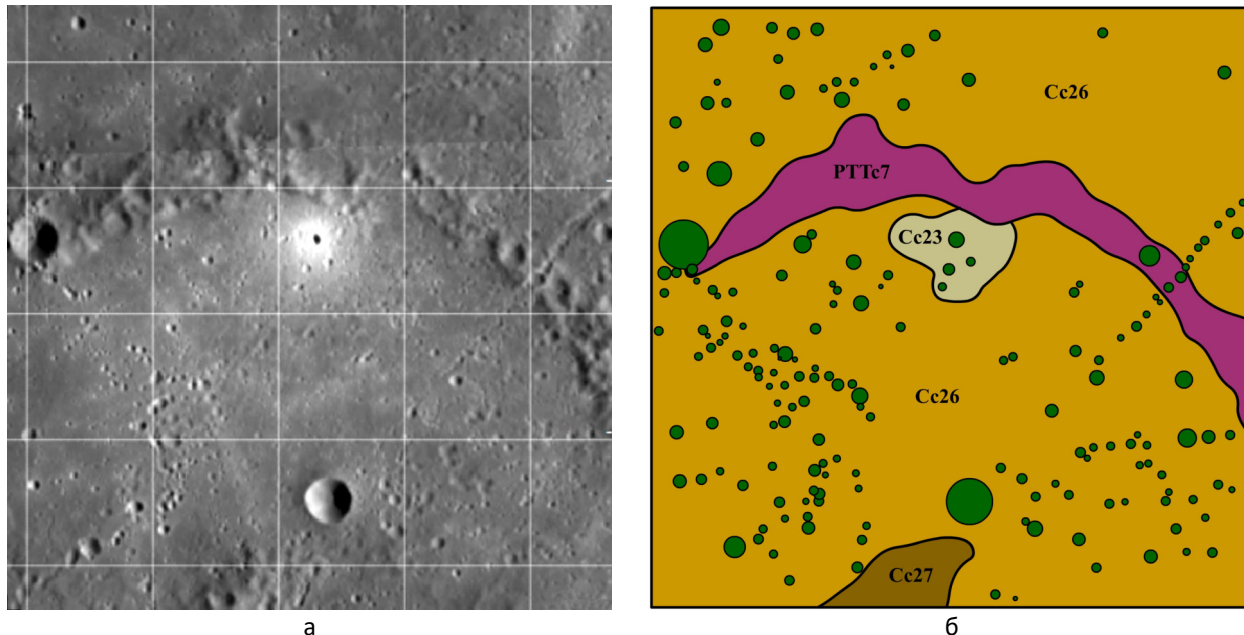


Рис. 9. Ділянка регіону Меркурія *Catuilla Planum*
з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями
вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в **таблиці**)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

1. Плоскі поверхні плато. Топографія поверхні нагадує згладжені «морські» рівнини. Різниця між ними полягає лише у складі гірських порід. Якщо згладжені «морські» поверхні сформовані здебільшого різногенетичними лавами та поверхневими розплавами, то плоскі

поверхні плато – це, передусім, комплекси гірських порід, які, крім вулканічних, включають також і метаморфічні. Ще одна відмінність полягає в часі формування. Ксеноландшафти плато 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. Типовими є і локальні «острови» кратерних та багатократерних басейнових викидів, які тут набувають горбистих, продовгуватих форм.

2. Опуклі поверхні плато. Поширені в південній частині об'єктної ділянки. Генетично не відрізняються від плоских поверхонь плато – різниця лише в їхній опуклій формі. Це можна пояснити наявністю стійких до вивітрювання гірських порід, залишки яких і збереглися як своєрідні останці.

3. Факули. Виокремлена на об'єктній ділянці факула має будову, подібну до описаної вище *Suge Facula*.

4. Залишки давніх кратерів у вигляді синусів. Оскільки поверхня *Catuilla Planum* є однією з найдавніших на планеті, вона зберегла сліди стародавніх кратерів, які простежуються на поверхні у вигляді синусів – залишків кратерних обрамлень. Усі вони мають найвищий ступінь деградації, який проявляється у наявності складних зсувних й осипищних систем, терасованих поверхонь, ускладнених численними дрібними молодшими кратерами.

3.9. Ксеноландшафти меркуріанських уступів (на прикладі *Calypso Rupes*)

Calypso Rupes – уступ, розташований між *Otaared Planitia* та *Aparangi Planitia* на півночі регіону *Derain*.

В межах об'єктної території виділено такі ксеноландшафти (рис. 10):

1. Днища кратерів. На об'єктній ділянці поширені переважно кратери пізньокалорського й калорського періодів. Їхні днища характеризуються незначно деградованою, злегка хвилястою поверхнею, ускладненою потужними колювільними шлейфами вздовж підніжжя внутрішніх кратерних схилів.

2. Схили центральних гірок. Як і більшість раніше описаних подібних ксеноландшафтів, ті що розташовані в межах *Calypso Rupes* також мають асиметричну будову, значну деградацію, виражену в розвинутих зсувних та осипищних системах і терасованих схилах.

3. Внутрішні кратерні схили. Більшість схилів деградовані, непротяжні. Незважаючи на значний ступінь руйнування, майже всі їхні частини зберігають відносну однорідність.

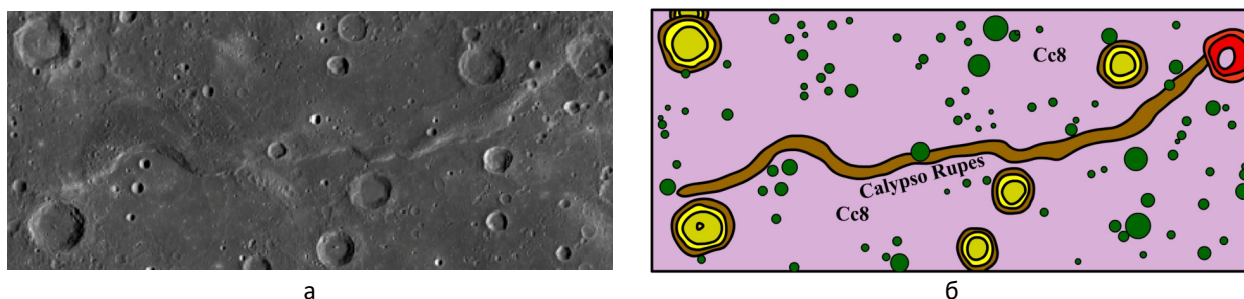


Рис. 10. Ділянка регіону Меркурія *Calypso Rupes*
з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями
вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в **таблиці**)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

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. Згладжена «морська» поверхня. Попри її плоску поверхню на об'єктній ділянці, має вельми складну будову, спричинену великою кількістю дрібних кратерів і їхніх викидів, що формують ділянки сильно розчленованих місцевостей.

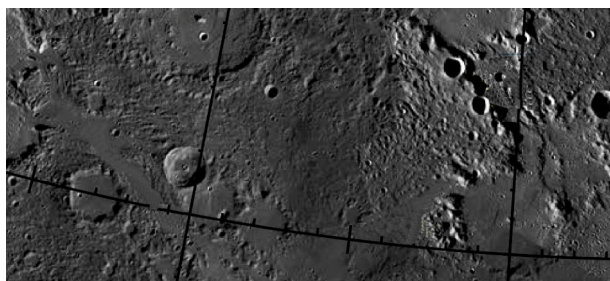
6. Ескарпи. На об'єктній ділянці наявний великий уступ *Calypso Rupes*, який є частиною глобальної мережі уступів. Має звивисту форму та диференційовану висоту головного схилу. Деякі частини уступу зазнали значних модифікацій унаслідок проходження гравітаційних процесів і формування дрібних кратерів, які на окремих ділянках повністю зруйнували ескарпові структури.

3.10. Ксеноландшафти меркуріанських долин (на прикладі *Timgad Vallis, Paestum Vallis, Caral Vallis*)

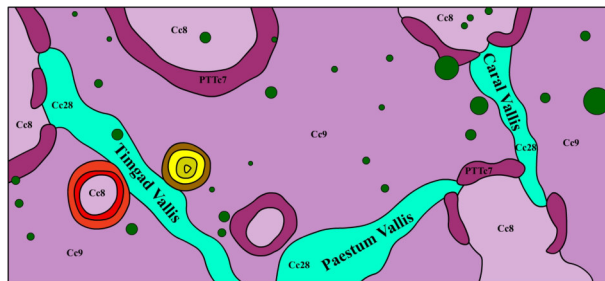
Timgad Vallis, Paestum Vallis, Caral Vallis – долини, розташовані на півночі регіону Raditladi в північно-західній частині Stilbon Planitia.

В межах об'єктної території виділено такі ксеноландшафти (рис. 11):

1. Днища кратерів. Чітко проявляються лише в пізньокалорських кратерах, де мають значну модифікацію поверхні.



а



б

Рис. 11. Ділянка регіону Меркурія *Timgad Vallis, Paestum Vallis, Caral Vallis*
з типовими для планети ксеноландшафтними утвореннями
вищих локальних рангів (урочищами та місцевостями, легенда в таблиці)
а – космознімок; б – ксеноландшафти

2. Схили центральних гірок. Мають будову, ідентичну описаним вище.

3. Внутрішні кратерні схили. Збереглися лише в калорських і пізньокалорських кратерах, сильно деградовані та модифіковані гравітаційними процесами та пізнішим 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 поодинокими вершинами напірних валів.

5. Залишки древніх кратерів у вигляді синусів. Загалом поверхня об'єктної території досить давня і на ній проявляються 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 обов'язкових для кратерів елементів.

6. Згладжена «морська» поверхня. Цими ксеноландшафтами зайняті лише днища стародавніх великих кратерів. Їхня поверхня ледь хвиляста, подекуди ускладнена скупченнями дрібних кратерів, колювальними шлейфами та острівцями горбисто-хвилястих поверхонь, утворених викидами з сусідніх кратерів.

7. Кратерована «морська» поверхня. Займає більшу частину об'єктної ділянки – її частини, з дуже розчленованою поверхнею, з хаотичним рельєфом, ускладненим великою кількістю дрібних кратерів і катен, стародавніми пасмами та іншими формами кратерних викидів.

8. Долини. Специфічні тектонічні структури, механізм утворення яких залишається дискусійним. Найбільш вірогідним сценарієм формування цих ксеноландшафтів є «проорювання» поверхні потужними лавовими потоками.

4. ОБГОВОРЕННЯ

Автору вдалося здійснити наукове усвідомлення, наповнення усією доступною, належною різним природничим наукам інформацією із ксенопланетологічним і наступним пошуковим ксеноландшафтознавчим інтерпретуванням і синтезним картографічним представленням характерних, типових локальних ксеноландшафтних утворень Меркурія на середньомасштабних картах; це відображення локальних об'єктів науки про ландшафти ксенопланет як об'єктів позарангових, тобто ще не визначених щодо їхніх рангів, сформованих внаслідок синергії впливів та взаємодій наявних вихідних ксеноландшафтоутворюючих чинників речовинної та енергетично-польової ксеноприроди.

Більше того, із послідовним виконанням поставлених тут завдань і картографічним досвідом синтезу ксеноландшафтних утворень локальних рангів, хоч і не розрізнених рангово, поступово вимальовуються дослідницькі уявлення і відповідно до них у дослідника вибудовується синергія і синтез усіх доступних йому знань про ксенооб'єкти, але ще не про окремі утворення. Особливість більшості ксенопланет полягає в тому, що для їх поверхні характерна наявність дуже різноманітного за розмірами спектру об'єктів, однорідних за походженням – ударних кратерів, тому найнаполегливіші спроби представити різноманітність таких поверхневих утворень як різнорангові аналоги ландшафтних комплексів найчастіше зазнає невдачі, там ще треба винайти підхід до ксеноландшафтознавчої інтерпретації таких генетично одноманітних об'єктів, але різних за рангами, локальних і регіональних. А загальний образ ксенопланети при цьому у дослідника формується, і дедалі більше наповнюється конкретними фактами. Це призводить до того, що при всій невизначеності внутрішнього ксеноландшафтного «господарства» планети, дедалі чіткішого ксеноландшафтознавчого наповнення набуває її глобальний образ. Таким чином, синергія проявів усіх різноманітних за рангами, але монотонних за генезисом ксеноландшафтоутворюючих чинників таки ж виливається в синтез ксеноландшафтознавчого трактування – єдиного, цілісного, планетарного ксенооб'єкта, аналога ландшафтної оболонки Землі, на кожній іншій літосферній планеті – іншого аналога. Це синтезні знання про ксеноландшафтні оболонки кожної з інших літосферних планет.

Поки що ж доступні автору практично найопрацьованіші ксеноландшафтознавчі розвідки і представлення об'єктів вимушено близькі до візуально ксеногеоморфологічних. Навряд чи скоро відкривються багатші дослідницькі можливості, але перспектива їх реалізації закладена вже тут.

5. ВИСНОВКИ

Здійснене наукове усвідомлення таких особливостей ксеноландшафтоутворення відповідає наповненню науково-пізнавального синтезу знань про цей процес усією доступною, належною різним природничим наукам інформацією. На початках таких усвідомлень цей синтез ксенопланетологічний, із наступним пошуковим і цільовим ксеноландшафтознавчим інтерпретуванням і картографічним представленням характерних, типових локальних та регіональних ксеноландшафтних утворень Меркурія. Переважно середньомасштабні карти таких представлень – це в першу чергу відображення локальних об'єктів науки про ландшафти ксенопланет. Причому ці відображені об'єкти – позарангові, тобто ще не визначені щодо рангів ксеноландшафтних утворень, однотипно сформованих внаслідок синергії впливів та взаємодій різної сили, але генетично одних і тих же наявних вихідних ксеноландшафтоутворюючих чинників речовинної та енергетично-польової ксеноприроди.

Якою б не була загальна різноманітність ксеноландшафтних об'єктів інших літосферних планет, не Землі, яким рясним і різноманітним не видавався б їх інвентаризаційний перелік, космічні умови їх появи та набуття ними остаточних форм рангово не обмежені і при цьому сутнісно не диференційовані – однакові: падіння метеорита, найчастіший приклад. Тому дати навіть приблизну можливу рангову «прив'язку наперед» певних ксеноландшафтних утворень і представити їх як «переважно локальні» чи «переважно нижчих регіональних» або аж планетарних рангів – нереально і неможливо, тепер і надалі. Це зумовлено відсутністю багатьох ландшафтоутворюючих чинників, дієвих у межах земної природи, геокомпонентних і геофакторних, тобто речовинних та переважно енергетичних, діяльність яких зведена майже до нуля. Але при цьому всьому рангова ідентифікація кожного зокрема утворення, поміж усіх наявних ксеноландшафтних об'єктів, все-таки можлива – і це не самосуперечність тут. У кожному конкретному випадку, і під кожною виразною ілюстрацією з фотозображенням чи моделлю такого ксеноландшафтного утворення, при фіксованих просторових його параметрах (лінійний масштаб) – ранг того відображеного утворення визначено і під кожним рисунком тут вказано.

Специфікою ксеноландшафтознавчих інтерпретувань природи літосферних планет земної групи є більша і доступніша продуктивність для синтезу знань про локальні та регіональні ландшафтні утворення ксенопланет *картографічних*, а не вербальних наукових моделей. Типові для ландшафтознавців синтези-описи ксеноландшафтних утворень іще чекають результативного пошуку своїх належних наукових змістів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барут, А., Рончка, Р. (1980). *Теория представлений групп и её приложения*. Москва : Мир. [Barut, A., Ronchka, R. (1980). *Teoriya predstavleniy hrupp y ee prylozheniya*. Moskva : Myr.]
2. Каргаполов, М.И., Мерзляков, Ю.И. (1972). *Основы теории групп*. Москва : Наука. [Karhapolov, M.Y., Merzliakov, Yu.Y. (1972). *Osnovy teoryy hrupp*. Moskva : Nauka.]
3. Кирилюк, С. (2015). Аксиоматичний метод при ідентифікації ландшафтів місячної поверхні. *Фізична географія та геоморфологія*, 2(80), 126-131. [Kyryliuk, S. (2015). Aksiomatychnyi metod pry identyfikatsii landshaftiv misiachnoi poverkhni. *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia*, 2(80), 126-131.]
4. Кирилюк, С.М., Кирилюк, О.В. (2019а). *Природа Меркурія : монографія*. Чернівці : Чернівецький національний університет. [Kyryliuk, S.M., Kyryliuk, O.V. (2019a). *Pryroda Merkuriia : monohrafiia*. Chernivtsi : Chernivetskyi natsionalnyi universytet.]
5. Кирилюк, С.М., Кирилюк, О.В. (2019b). Морфоструктури меркуріанських борозен (на прикладі Pantheon Fossae). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 3(54), 193-194. [Kyryliuk, S.M., Kyryliuk, O.V. (2019b). Morfostruktury merkurianskykh borozen (na prykladi Pantheon Fossae). *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*, 3(54), 193-194.]
6. 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 Київського національного університету*, 75-78. [Kyryliuk, S.M., Kyryliuk, O.V. (2018). Typovi landshafty Merkuriia. *Heohrafiia v Kyivskomu natsionalnomu universyteti imeni Tarasa Shevchenka: 85 rokiv – dosiahnennia ta perspektyvy (GTSNU): materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii prysviachenoї 85-richchiu heohrafichnoho fakultetu Kyivskoho natsionalnoho universytetu*, 75-78.]
7. Ляховский, В.Д., Болохов, А.А. (1983). *Группы симметрии и элементарные частицы*. Ленинград : Издательство Ленинградского государственного университета. [Liakhovskyi, V.D., Bolokhov, A.A. (1983). *Hruppy symmetry y elementarnye chastytsy*. Leninhgrad : Yzdatelstvo Lenynhradskoho hosudarstvennoho unyversyteta.]
8. 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*, 285(3-4), 320-327.
9. Kiefer, W.S., Murray, B.C. (1987). The formation of Mercury's smooth plains. *Icarus*, 72(3), 477-491.
10. 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*, 26, 48-61. <https://doi.org/10.1515/astro-2017-0010>

11. *Map of the H-1 (Borealis) Quadrangle of Mercury* (2019). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS
12. *Map of the H-3 (Shakespeare) Quadrangle of Mercury* (2018). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS
13. *Map of the H-4 (Raditladi) Quadrangle of Mercury* (2018). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS
14. *Map of the H-5 (Hokusai) Quadrangle of Mercury* (2018). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS
15. *Map of the H-6 (Kuiper) Quadrangle of Mercury* (2017). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS
16. *Map of the H-8 (Tolstoj) Quadrangle of Mercury* (2017). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS
17. *Map of the H-9 (Eminescu) Quadrangle of Mercury* (2017). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS
18. *Map of the H-10 (Derain) Quadrangle of Mercury* (2019). NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/USGS

S. Kyryliuk

Mercury's xenolandscapes

Keywords: Mercury, planet, xenolandscape.

Abstract: The scientific understanding of such features of xenolandscape formation has been carried out, which corresponds to the filling of the scientific-cognitive synthesis of knowledge about this process with all available information appropriate to various natural sciences. At the beginning of awareness, this synthesis is xenoplanetological, with subsequent search and target xenolandscape interpretation and cartographic representation of characteristic, typical local and regional xenolandscape formations of Mercury. Predominantly medium-scale maps of such representations are, first of all, a reflection of local objects of xenoplanet landscape science. Moreover, these reflected objects are out-of-rank, that is, they have not yet been determined with respect to the ranks of xenolandscape formations, similarly formed due to the synergy of influences and interactions of different strengths, but genetically the same initial xenolandscape-forming factors of material and energy-field xenonaturals.

Whatever the general diversity of xenolandscape objects of other lithospheric planets, not the Earth, no matter how plentiful and diverse their inventory list may seem, the cosmic conditions for their appearance and the acquisition of their final forms are not rank-limited and, at the same time, essentially not differentiated - they are the same: meteorite falls, the most common example. Therefore, it is unrealistic and impossible to give even an approximate possible rank «link forward» of certain xenolandscape formations and present them as «mainly local» or «mainly lower regional» or even planetary ranks, now and further. This is due to the absence of many landscape-forming factors that are effective within the terrestrial nature, geocomponent and geofactorial, that is, material and predominantly energy, the activity of which is reduced almost to zero. But at the same time, the rank identification of each formation in particular, among all the available xenolandscape objects, is still possible – and this is not a self-contradiction here. In each specific case, and under each expressive illustration with a photo image or a model of such a xenolandscape formation, with its fixed spatial parameters (linear scale), the rank of the displayed formation is determined and indicated here under each figure.

The specificity of xenolandscape interpretations of the nature of the terrestrial lithospheric planets is a greater and more accessible performance for the synthesis of knowledge about local and regional landscape formations of xenoplanets using cartographic rather than verbal scientific models. Syntheses-descriptions of xenolandscape formations, typical for landscape scientists, are still waiting for an effective search for their scientific content.

Стаття надійшла до редакції 10.01.2023