

УДК 551.4 (477)

DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.027>**Комлев О. О.**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5081-7786>

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

Жилкін С. В.

Інститут географії НАН України, Київ

Мезозой-кайнозойський морфолітогенез Українського щита (в межах Іршанського розсипного поля)

У статті викладено результати дослідження мезозой-кайнозойського морфолітогенезу території Українського щита в межах Іршанського розсипного поля Української субпровінції розсипної провінції Східної Європи. Морфолітогенетичний підхід розширює методологію і методичні можливості геоморфологічних досліджень. Описана методика обробки аналізів гранулометрії і хімічного складу ільменіту, вирахування кількісних показників, які параметризують гранулометричне поле і поле змінності ільменіту. Ці поля інтегрують корінні породи вивітрювання — мезозой-кайнозойські осадові відклади на розсипних ділянках. Аналіз статичних і динамічних параметрів цих полів дозволив виявити еволюційні тренди їх змін в межах досліджених родовищ Іршанського розсипного поля. Виявлена емпірична залежність між середнім розміром і ступенем змінності ільменіту може бути використана в моделюванні процесів морфолітогенезу і рудогенезу розсипних родовищ титану.

Ключові слова: морфолітогенез, ільменіт, монофракція ільменіту, гранулометричні коефіцієнти, гранулометричне поле, хімічний склад ільменіту, змінність ільменіту.

UDC 551.4 (477)

DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.027>**Komliev, O. O.**, ORCID: <https://ORCID.org/0000-0002-5081-7786>

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Zhylkin, S. V.

Institute of Geography of National Academy of Ukraine, Kyiv

Mesozoic-Cenozoic Morpholithogenesis of the Ukrainian Shield (Within the Irshansky Placer Field)

The article presents the results of the study of Mesozoic-Cenozoic morpholithogenesis of the of the Ukrainian shield, within the Irshansky placer development field of titanium deposits of the Ukrainian sub-province of placer province of Eastern Europe. The morpholithogenetic approach expands the methodology and methodical possibilities of geomorphological research. The method of processing analyzes of granulometry and chemical composition of ilmenite, calculation of quantitative indicators that parameterize the granulometric field and the field of variability of ilmenite, integrating the root rocks-weathering crust—mesozoic-cenozoic sedimentary deposits within the placers. Analysis of the static and dynamic parameters of these fields revealed their evolutionary trends within the placers of the Irshansky placer field. The empirically revealed relationship between the average size and the degree of variability of ilmenite can be used in modeling the processes of morpholithogenesis and oregenesis of titanium placer deposits. Interpretations of the obtained results were carried out on a broad paleogeographical basis, taking into account tectonics, paleorelief, and paleoclimates.

Keywords: morpholithogenesis, ilmenite, monofraction of ilmenite, granulometric coefficients, granulometric field, chemical composition of ilmenite, variability of ilmenite.

Актуальність теми дослідження

Морфолітогенетичний напрямок (морфолітогенез) почав складатися в межах геоморфології у рамках її морфогенетичної парадигми (морфоструктурний аналіз, палеогеоморфологія), а за нинішньої провідної морфодинамічної пара-

дигми став одним з провідних. Морфолітогенез може розглядатися широко — з позицій створення теоретичної основи інтеграції наук про Землю і більш вузько — розширення методичного арсеналу геоморфологічних досліджень.

© Комлев О. О., Жилкін С. В., 2022.

Для вирішення цих завдань значний інтерес представляють конкретні природні об'єкти, зокрема розташовані на території України крупні титанові і титан-цирконієві розсіпні родовища. Вони утворюють окрему Українську розсіпну субпровінцію, яка, в свою чергу, входить до розсіпної провінції Східної Європи. Актуальність вивчення цих родовищ викликана

і тим, що, крім практичного, вони мають також важливе теоретичне та методичне значення для палеогеографії, палеогеоморфології, геоморфосистемного й неотектонічного аналізу, а також дозволяють більш ефективно проводити генетичні, динамічні, історичні реконструкції розвитку геоморфосистем, динаміки неотектонічних структур тощо.

Стан вивчення питання, основні праці

Українська субпровінція титанових і титан-цирконієвих розсіпних родовищ, що охоплює райони Українського щита та його схилів, південно-західний схил Воронезької антеклізи, південь України, почала активно вивчатися після II Світової війни. У цей час відбуваються відкриття важливих для розвитку країни промислових родовищ, що сприяло постановці й проведенню пошукових робіт на великій площі, накопиченню значного фактичного матеріалу. У 50–90-х роках XX ст. виходять найзначніші наукові та науково-методичні праці Ю. Бурміна, М. Вадимова, М. Веклича, А. Виноградова, Є. Дудровича, М. Дядченко, І. Злобенка, В. Кондрачука, О. Комлева, Ю. Кошика, Ю. Мухіна, В. Овчаренка, Ю. Полканова, Г. Проскуріна, О. Ремезової, І. Романова, В. Тарасенка, В. Тимофеева, М. Рубана, А. Хатунцевої, С. Цимбала, С. Швайберова та ін., в яких розглядаються палеогеографічні, палеогеоморфологічні, структурно-тектонічні умови формування розсіпів, їхній речовинний склад, вміщуючи їх осадові породи, фізичні та хімічні особливості окремих мінералів розсіпів [1–18].

У останні роки з'явилися нові технічні можливості прискореної і варіативної обробки інформації й розвивається напрямок геоінформаційного моделювання розсіпних родовищ. Так, в Україні цифрове структурно-літологічне і геолого-динамічне моделювання титанових і титан-цирконієвих розсіпів розвивається у відділі корисних копалин Інституту геологічних наук НАН України (О. Ремезова, Д. Хрущов, С. Василенко, О. Кравченко, Т. Охоліна, О. Яременко), на географічному факультеті Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (О. Комлев), Національному університеті раціонального природокористування і водних ресурсів (М. Криницька, В. Мельничук). Разом з тим,

геоінформаційне моделювання розсіпних корисних копалин лімітоване технічними умовами, недостатньо враховує загальні закономірності морфогенезу, літогенезу, рудогенезу розсіпних родовищ. Методологічний підхід, що поєднує згадані процеси, на нашу думку, глибше розкриває просторово-часові закономірності формування розсіпних родовищ. Кількісні показники (коефіцієнти), що характеризують речовинний склад останніх і мають просторові прив'язки, дозволяють ефективніше моделювати процеси формування розсіпних родовищ.

Детально досліджені титанові і титан-цирконієві розсіпні родовища, до яких належать і титанові (ільменітові) родовища Іршанського розсіпного поля, дозволяють створити інформаційну базу розвитку традиційних і нових (геоінформаційне моделювання) напрямків. Важливим її елементом можуть бути відібрані на різних стадіях розробки родовищ аналізи їхнього речовинного складу. Це дозволяє вирішувати, крім практичних, питання теоретичного і методичного характеру, що є важливими для палеогеоморфології, палеогеографії, неотектоніки.

Метою цієї роботи було дослідити мезозой-кайнозойський морфолітогенез в межах Іршанського розсіпного поля Українського щита з використанням комплексу традиційних методів, доповнених результатами аналізу гранулометричного поля ільменіту, що інтегрує мезозой-кайнозойський осадовий чохол, кору вивітрування і кристалічні породи фундаменту з корінними джерелами в них розсіпів, хімічного складу ільменіту. Використовуючи кількісні показники, виявити еволюційні тренди гранулометричного поля ільменіту і поля змінності хімічного складу ільменіту.

Методи дослідження

Морфолітогенетичний підхід в практиці розшукових робіт різних осадових корис-

них копалин перетворюється на метод, який використовує методологію теорії систем, спи-

рається на емпірично виявлені генетичні зв'язки процесів морфогенезу, літогенезу, рудогенезу. Морфолітогенетичний метод використовує комплекс геологічних, палеогеографічних, геоморфологічних, палеогеоморфологічних, геофізичних, геохімічних, дистанційних, математичних, картографічних методів, використання яких залежить від геоструктурних та інших умов певної території. Використання даних речовинного складу відкладів для генетичних і динамічних реконструкцій зазвичай стримувалося труднощістю обробки аналізів і неоднозначністю інтерпретацій їх результатів. Але труднощі як правило є виправданою, а складності інтерпретацій можуть долатися на основі використання комплексного підходу. Важлива роль належить детальним ділянкам з добре вивченою геологією, геоморфологією, палеогеоморфологією, що стають полігонами для виявлення зв'язків (в тому числі кількісних) процесів древнього морфогенезу, літогенезу, осадового рудогенезу.

Іршанське розсіпне поле відповідає цим вимогам. Вивчення відкритих тут корінних, залишкових (кори вивітрювання), розсіпних титанових родовищ, сприяло накопиченню значного масиву інформації з літології, гранулометрії, мінералогії, геохімії вміщуючих і продуктивних товщ, окремих титанових мінералів. Комплексне використання цих даних дозволяє вирішувати різні методичні питання на основі використання аналізів гранулометричного поля ільменіту і поля змінності хімічного складу ільменіту.

У цій роботі застовувались гранулометричні аналізи, що представлені у ваговій і кількісній системах. Графічним і аналітичним способами вираховувались гранулометричні коефіцієнти і статистичні параметри та проводився їх кореляційний аналіз. Ці показники характеризують емпіричний полігон розподілу (ЕПР) гранулометричного поля різних літологічних систем-

них комплексів, зокрема «кристалічні породи — кора вивітрювання — осадові породи». У літології ці характеристики називають «мірами» (розташування, сортованості, відхилення від нормального закону розподілу). Також були визначені суми таких фракцій: гравійних, піщаних і алеврито-глинистих. Кількісні значення цих показників корегуються на генетичних, динамогенетичних, вікових діаграмах, виносяться на спеціальні карти, присутні побічно у виділах палеогеографічних і палеогеоморфологічних карт. На останніх окремим значком може показуватись синтетичний гранулометричний коефіцієнт (СГК), який поєднує міри розташування і сортованості відкладів.

Вважається, що ільменіт в магматичних породах має певний (теоретичний) хімічний склад: TiO_2 — 52,7 % і FeO — 47,3 %. Перебуваючи в зоні гіпергенезу (короутворення) і переміщуючись під дією різних екзогенних чинників, ільменіт руйнується. У результаті реакцій окислення і вилуговування змінюється і хімічний склад ільменіту, зокрема, виникає нова сполука — Fe_2O_3 . Співвідношення цих сполук в ільменіті постійно змінюється. На першому етапі відбувається окислення, часткове вилуговування, руйнація кристалічної ґратки ільменіту, зменшення ільменітової фази, на другому — вилуговування заліза, повна руйнація ільменіту, утворення лейкоксену або псевдорутилу. Ці зміни ільменіту на рівні хімічної будови передають коефіцієнти окислення, збереження, вилуговування, тіоризації, гідратації ільменіту. Усі ці коефіцієнти змінності ільменіту вираховувались, але при проведенні палеогеографічних і палеогеоморфологічних реконструкцій були використані коефіцієнти окислення (Fe^{3+} / Fe заг.), вилуговування (Fe заг. / TiO_2), тіоризації (TiO_2 / Fe_2O_3), а також сумарний показник збереженості ільменіту ($114,4 Fe$ заг. / TiO_2).

Виклад основного матеріалу дослідження

До Іршанського розсіпного поля входять усі виявлені тут крупні і дрібні титанові (ільменітові) родовища, а також перспективні ділянки проявів. За схемою металогенічного районування, Іршанське розсіпне поле входить до Волинського розсіпного району Української субпровінції розсіпної провінції Східної Європи [19].

Нами було досліджено 16 розсіпних ділянок, які розробляються або відносяться до перспективних. У цій статті наведено дані досліджень

9 ділянок, саме: Шершньовської, Злобицької, Паромівської, Правобережної, Березівської, Валки-Гацківської, Катеринівської, Лівобережної, Ісаківської. Найбільші продуктивні пласти цих розсіпів розташовані тут у відкладах полтавської світи пізньоолігоцен-середньоміоценового віку. Крім них, в палеодепресіях похованого рельєфу зустрічаються окремі розсіпні тіла в середньоюрських, нижньокрейдових, середньоєоценових відкладах. У структурно-тектонічному

відношенні Іршанське розсипне поле розташоване на Коростенському блоці Українського щита, в геоморфосистемному — в Малинській історико-динамічній басейновій геоморфосистемі [20]; сучасному рельєфі — у верхній частині басейну р. Ірші.

Титанові (ільменітові) розсипи на досліджених ділянках просторово і генетично пов'язані з основними та ультраосновними породами Коростенського плутону Українського щита. Встановлено, що розсипні «тіла» тут часто розташовуються прямо над корінними. Останні мають різні розміри, форму в плані, умови залягання, товщину, вміст ільменіту. Інколи вони представляють практично суцільну руду.

Ільменітові родовища Іршанського розсипного поля досліджуються на комплексній основі, в тому числі з відбором аналізів речовинного складу з вміщуючих, підстелюючих та перекриваючих розсипи відкладів — 1998 гранулометричних аналізів і 1883 аналізів хімічного складу ільменіту, 150 аналізів повного і 524 аналізів полі мінерального складу вміщуючих розсипи порід на 68 точках перетинів в межах 9 ділянок розсипних родовищ. Крім того, враховувались близько 5 тисяч аналізів гранулометричного і 10 тисяч аналізів мінерального складу осадових порід. Вирахувані за ними кількісні показники вперше і в повному обсязі були використані при вивченні гранулометричного поля монофракції ільменіту і поля змінності його хімічного складу.

Результати вивчення монофракції ільменіту з різних стратиграфічних горизонтів осадової товщі ділянок розвитку розсипів співставлялись і виявлялись еволюційні тренди речовинного складу мезозой-кайнозойських відкладів Іршанського розсипного поля.

Гранулометрична структура монофракції ільменіту. Гранулометрична структура монофракції ільменіту вивчалась за даними вагових і кількісних гранулометричних аналізів з використанням зазначених вище коефіцієнтів та показників.

Гравійність в корі вивітрювання кристалічних порід досліджених ділянок змінюється від 4 до 45 %. Найчастіше зустрічаються інтервали значень 2–12 % і 15–35 %. У мезозой-кайнозойському осадовому покриві гравійність розрізу змінюється так: 1) стійко збільшується згори донизу (3 ділянки); 2) різко зменшується при переході з осадових порід в кору вивітрювання (1 ділянка); 3) незакономірно змінюється в корі вивітрювання і осадових породах (3 ді-

лянки); 4) незакономірно змінюється в корі вивітрювання, але зростає в осадовому чохлі (3 ділянки).

Найбільші значення гравійності відзначаються у відкладах полтавської світи (62 %). Значна гравійність спостерігаються в середньоюрських, нижньокрейдових, четвертинних (льодовикові валунні суглинки) відкладах (7 ділянок).

Ширина гравійних інтервалів при переході з кори вивітрювання в осадові породи, а також зі зменшенням їх віку зростає. Також єдиний інтервал розпадається на кілька інтервалів.

Піщаність і алеврито-глинистість в осадових породах змінюються аналогічно гравійності.

Найбільші інтервали фракцій розміру піщаних встановлено в корі вивітрювання. Близькі до них інтервали у неогенових порід полтавської світи (4 ділянки), четвертинних льодовикових (1 ділянка), водно-льодовикових (1 ділянка), сучасних делювіальних відкладів (3 ділянки).

Схожі тенденції зміни піщаності встановлено в корі вивітрювання і мезозой-кайнозойських осадових породах. У молодших відкладах інтервали піщаності зростають, проте в цілому вона зростає. Піщаність мезозойських і кайнозойських осадових порід в середньому становить 85–95 %.

На більшості ділянок інтервали алеврито-глинисті в мезозойських і кайнозойських породах збільшуються, порівняно з корою вивітрювання. Алеврито-глинистість становить в корі вивітрювання 5–10 %, в осадових породах 15–30 % (на одній ділянці у полтавських відкладах вона сягає 45 %).

Виявлені тенденції змін гравійності, піщаності і алеврито-глинисті в напрямку з кори вивітрювання в мезозой-кайнозойській осадовій породі, в цілому, відображують головну тенденцію всієї гранулометричної системи території — зростання ентропії або ж зрілості відкладів. Це супроводжується поступовим зменшенням в молодших осадових породах долі гравійних фракцій і, відповідно, збільшення піщаних і алеврито-глинистих. Але в окремі цикли морфолітогенезу під дією різних палеогеографічних чинників — регіональних (неотектонічна активізація, трансгресії, зледеніння) і локальних (інверсії рухів дрібних тектонічних структур) — головна тенденція уповільнювалась і навіть набула прояву протилежна тенденція (пізній олігоцен — середній міоцен, середньо-четвертинний час).

Гранулометричне поле системи «кристалічні породи — кора вивітрювання — мезозой-кайнозойські осадові породи» Іршанського розсіпного поля досліджувалось з використанням мір розташування, сортованості та відхилення від нормального закону розподілу.

З мір розташування ЕПР брались середній розмір і моди.

Середній розмір (Md) ільменіту з кристалічних порід і кори вивітрювання часто відрізняється від мезозойських і кайнозойських відкладів. Але мінімальні розміри Md в них близькі — 0,1–0,15 мм. Однак максимальні значення Md в кристалічних породах і корі вивітрювання часто перебільшує 1,0 мм, але в мезозойських і кайнозойських породах вони рідко перебільшують 0,6 мм. У останніх переважає інтервал значень Md 0,15–0,45 мм. У кристалічних породах він розширюється до 0,8 мм.

При переході з кристалічних порід в осадові і в молодші за віком, спостерігаються такі тенденції зміни Md: 1) Md осадових порід повністю успадковує Md кристалічних порід (2 ділянки) або спостерігаються незначні варіації (2 ділянки); 2) інтервали значень Md поступово зменшуються в осадових породах і в молодших за віком (4 ділянки), інколи з незначними варіаціями; 3) варіації Md в осадових породах значні, але менші за варіації в кристалічних породах та їх корі вивітрювання.

Мода (Mo). Моди брались за даними вагових гранулометричних аналізів. Виділяються моди *головна* і *другорядні* (2, 3 порядків). На досліджених ділянках головна мода змінюється так: 1) в корі вивітрювання переважає в інтервалі 0,15–0,25 мм, інколи до неї додаються ще дві моди 2 порядку розміром 0,4–0,5 мм та +1,0 мм); 2) в мезозойських і кайнозойських осадових породах переважають одномодальні криві. Тільки на 1 ділянці в горизонті строкатих глин виявлено дві, розташовані поруч, моди — 0,1–0,2 і 0,3–0,4 мм).

У мезозойських і кайнозойських відкладах величина головної моди зменшується в напрямку молодих відкладів. Другорядні моди зустрічаються в усіх групах порід (кристалічних, осадових, корі вивітрювання) і розташовані поруч із головною модою.

У межах ділянок в змінах модальності відображуються такі тенденції: 1) головні моди кори вивітрювання кристалічних порід успадковуються в осадових породах, незалежно від їх віку (2 ділянки); 2) розмір головної моди закономірно зменшується при переході з кори вивітрювання в осадо-

ві породи, а в них в напрямку молодших за віком (крім 1 ділянки); 3) розмір головної моди зменшується при переході з кори вивітрювання в осадові породи, в яких варіює і стає бімодальною, але нерідко вона більше за моди кристалічних порід.

З мір сортованості ЕПР брались сортованість, коефіцієнти варіації, відносна ентропія.

Сортованість (So). Вважається, що для генетичних і палеодинамічних реконструкцій найпридатнішими мірами сортованості є статистичні показники [21]. Але в практиці пошукових робіт осадових корисних копалин досі переважає метод генетичних діаграм Л. Б. Рухіна, де використовується вирахований графічним способом коефіцієнт сортованості So. У кристалічних породах переважають значення So 1,3–1,7 (інколи 2,0), а в їхній корі вивітрювання — 1,25–2,2. У мезозойських і кайнозойських відкладах цей інтервал значень So зберігається або скорочується (зменшуються верхні значення). Нижня межа інтервалу значень So в мезозой-кайнозойських відкладах розташована в області значень 1,3, а в кристалічних породах вона проходить нижче. У нижньокрейдових відкладах інтервал значень So невеликий. Він незначно розширюється у відкладах полтавської світи (і середньо-четвертинних валунних суглинках) So зростає до 1,8–1,9.

На досліджених ділянках при переході з кристалічних порід в осадові So змінюється по різному: в осадових породах інтервали значень So зберігаються або зменшуються, а в деяких випадках вони розширюються або розпадаються на декілька окремих (3 ділянки).

Коефіцієнти варіації (V і V)* деякі дослідники вважають найбільш придатними для вивчення седиментаційних процесів [16]. За даними вагових гранулометричних аналізів коефіцієнти варіації (V) в усіх досліджених породах відповідають хорошій і дуже хорошій сортованості. Інші рівні сортованості зустрічаються рідше. Коефіцієнти варіації за кількісними даними (V*) для тих самих порід відповідають в основному ідеальній і відмінній сортованості.

За даними *відносної ентропії (Hr)* майже всі мезозойські і кайнозойські породи добре (0,1–0,25) та помірно сортовані (0,25–0,5). У корі вивітрювання і відкладах полтавської світи значення відносної ентропії нерідко відповідають як ідеальній сортованості (< 0,1), так і повній відсутній сортованості (0,5–0,75).

Зауважимо, що показники сортованості для палеогеографічних і палеогеоморфологічних

реконструкції дискутуються, адже отримані результати іноді істотно різняться. Але, завдяки комплексному підходу, вони продовжують виконуватися. Літологи віддають тут перевагу коефіцієнтам варіації (V) та відносної ентропії.

Мірами відхилення від нормального закону розподілу ЕПР є асиметрія та ексцес.

Коефіцієнти асиметрії (a, a^*) та ексцесу (r, r^*) вираховувались за даними вагових і кількісних (*) гранулометричних аналізів. У мезозойських і кайнозойських осадових породах зростають від'ємні значення асиметрії, що пояснюється зменшенням в них розмірів модальних фракцій і розширенням їх інтервалів. За даними ексцесу було виявлено дві тенденції зміни гранулометрії осадових порід: 1) усереднення гранулометричного складу, викликане привнесенням уламкового матеріалу (зростання від'ємних значень); 2) збільшення динамічної переробки і пересортування (зростання позитивних значень). Кількісні значення ексцесу (r^*) свідчать про посилення першої тенденції, відображають зростання розубожіння корисного компоненту зі збільшенням гранулометричної зрілості мезозой-кайнозойських відкладів.

Хімічний склад ільменіту після потрапляння мінералу з кристалічних порід в зону гіпергенезу (вивітрювання) і далі, переміщуючись під дією екзогенних процесів, змінюється [10, 12, 17]. Це кількісно передають коефіцієнти окислення, збереженості, тіоризації і вилуговування ільменіту, які відображають два основні типи реакцій, що змінюють хімічний склад ільменіту — окислення і вилуговування. Ці реакції відбуваються одночасно, але спершу значно переважає окислення, а потім — вилуговування.

Коефіцієнти зміни хімічного складу ільменіту родовищ Іршанського розсипного поля вираховувались за даними хімічних аналізів кристалічних порід, кори вивітрювання, мезозойських і кайнозойських порід. Між цими коефіцієнтами виявлено певні кореляційні залежності, що можуть бути використані для оцінювання змінності ільменіту після його потрапляння з кристалічних порід на земну поверхню.

Накопичений нами досвід використання коефіцієнтів змін хімічного складу ільменіту окислення дозволив розробити якісну шкалу змінності ільменіту: $< 0,1$ — майже незмінений; $0,1-0,25$ — мало змінений; $0,25-0,5$ — середньо змінений; $0,5-0,75$ — значно змінений; $0,75-0,9$ — сильно змінений; $> 0,9$ — практично зруйнований.

Аналіз коефіцієнтів змінності ільменіту дозволив зробити наступні висновки: 1) в кристалічних породах і їхній корі вивітрювання зустрічається ільменіт різної змінності, але переважає мало і середньо змінений ільменіт; 2) в середньоюрських та нижньокрейдових відкладах переважає середньо і значно змінений і практично зруйнований ільменіт; 3) в палеогенових відкладах бучацької світи більше зустрічається середньо, значно і сильно змінений ільменіт; 4) в неогенових відкладах полтавської світи переважає середньо, значно і сильно змінений ільменіт, рідше — практично зруйнований, а у відкладах міоцен-пліоценового горизонту строкатої глини зустрічається лише середньо змінений ільменіт.

Вивчення значень коефіцієнтів змінності ільменіту дозволило виявити такі закономірності: 1) в дочетвертинних відкладах збільшується змінність ільменіту від древніх до молодших за віком; 2) в четвертинних відкладах змінність ільменіту значно варіює, інтервал значень змінності в них розширюється завдяки мало зміненому ільменіту, а також постерігається розпадання єдиного інтервалу на декілька, які часто віддалені один від одного; 3) в мезозойських і кайнозойських відкладах рівні змінності ільменіту часто успадковуються з кристалічних порід та їхньої кори вивітрювання; 4) в мезозойських, палеогенових, неогенових (полтавської серії) відкладах значно більше зміненого ільменіту; 5) на усіх досліджених ділянках ільменіт з відкладів полтавської світи сильно змінений; 6) ільменіт з горизонту строкатих глин неогенового віку змінений менше ільменіту з мезозойських, палеогенових та неогенових (полтавської світи) відкладів і ільменіту з четвертинних відкладів.

Процес вилуговування переважає на другому етапі перетворень ільменіту. Коефіцієнти тіоризації і вилуговування кількісно відображають ці перетворення. Між коефіцієнтами тіоризації і вилуговування кореляції практично відсутні або мають протилежний знак, що властиво як кристалічним, так і осадовим породам. Це свідчить, що на другому етапі процеси окислення і вилуговування ільменіту не відбуваються паралельно. Дані свідчать, що в кристалічних породах і їхній корі вивітрювання менше тривалентного заліза, як в осадових породах, що вказує на більшу вивітрєність осадових порід порівняно з кристалічними та корою вивітрювання. Але сумарно заліза в кристалічних породах та їхній корі вивітрювання більше.

Використані показники змінності ільменіту на земній поверхні дозволяють зробити основний висновок: ільменіт в мезозойських і кайнозойських осадових породах більш окислений і вилугуваний, ніж ільменіт в кристалічних породах та їхній корі вивітрювання. Тривалість перебування ільменіту на земній поверхні впливає на перехід двовалентного заліза в тривалентне, який відбувається найшвидше на стадії седиментогенезу, коли додається чинник механічного зношення. У цій стадії в осадових породах також відбувався і винос заліза.

Також нами було виявлено значні кореляційні залежності між деякими коефіцієнтами гранулометричного і хімічного складу ільменіту, що мають технологічне значення. Так, вони виявлені між середнім розміром (Md) і величиною змінності (окислення) ільменіту на ділянках розсипних родовищ для ільменіту відкладів полтавської світи. Математичний аналіз дозволяє вивести емпіричну формулу цієї залежності та її варіації, на які впливали нахили і величина розчленування поверхонь в межах древніх межиріч, схилів і днищ долин.

Висновки

Уявлення про морфолітогенез як інтегральний природний процес дозволяє презентувати морфолітогенетичний підхід вивчення морфогенезу, літогенезу, рудогенезу осадових корисних копалин.

Морфолітогенетичний підхід розвиває методологію та методичні можливості дослідження морфогенезу, літогенезу та рудогенезу осадових корисних копалин, зокрема використовує дані гранулометричного та речовинного складу кристалічних і осадових порід.

Кількісні показники гранулометричного та хімічного складу ільменіту дозволяють параметризувати «гранулометричне поле» та «поле змінності» хімічного складу ільменіту. Розроблена нами методика обробки аналізів гранулометричного та хімічного складу ільменіту, вирахування, аналізу та інтерпретації їхніх кількісних показників (коефіцієнтів). Вирахувані коефіцієнти відображують статику (міри розташування) та динаміку (міри сортованості та міри відхилення від нормального закону розподілу) «гранулометричного поля» та «поля змінності» хімічного складу ільменіту.

«Гранулометричне поле» та «поле змінності» хімічного складу ільменіту Іршанського розсипного поля інтегрує в систему корінні породи, кору вивітрювання та мезозой-кайнозойські осадові породи.

Дослідження змін параметрів статичної і динамічної цієї системи дозволили виявити еволюційні тренди «гранулометричного поля» і «поля змінності» хімічного складу ільменіту в межах родовищ Іршанського розсипного поля. Виявлена емпірична залежність між середнім розміром Md і ступенем змінності ільменіту (коефіцієнт окислення) може бути використана в моделюванні процесів морфолітогенезу і рудогенезу розсипних родовищ титану.

Новизна. Розроблена методика обробки результатів аналізів гранулометрії і хімічного складу ільменіту, вирахувані кількісні показники, їх аналіз і інтерпретації конкретизують морфолітогенетичний підхід, сприяють його ефективному використанню при проведенні прогнозно-пошукових і розвідувальних робіт титанових родовищ Української субпровінції розсипної провінції Східної Європи.

References [Література]

1. Vadimov, N. T. (1962). Methods of exploration of loose ilmenite and titanium-zirconium deposits, as well as weathering deposits of Ukraine. Materials on the method of mineral exploration. Moscow. 244–249 (In Russian).
[Вадимов Н. Т. Методика разведки россыпных ильменитовых и титано-циркониевых месторождений, а также месторождений коры выветривания Украины. Материалы по методике разведки полезных ископаемых. М., 1962. С. 244–249.]
2. Veklich, M. F., etc. (1958). Main features of geology of placers of Ukraine. *Geol. jour.* Vol. XVII. Issue 3. 40–47. (In Ukrainian).
[Веклич М. Ф. та ін. Основні риси геології розсипищ України // Геол. журн. 1958. Т. XVII, вип. 3. С. 40–47.]
3. Veklich, M. F., etc. (1965). Stages of formation and material composition of placers of Ukraine. *Geology of placers.* Moscow. 219–227. (In Russian).
[Веклич М. Ф. и др. Этапы образования и вещественный состав россыпей Украины // Геология россыпей. Москва, 1965. С. 219–227.]

4. Gurchich, S. I., Romodanova, A. P., & Hatunzeva, A. J. (1960). Basic patterns of location of rare metal and titanium placers of the northern part of the Ukrainian crystal shield. *Patterns of mineral placement*. Moscow. Vol. 4. 107–111. (In Russian).
[Гурвич С. И., Ромоданова А. П., Хатунцева А. Я. Основные закономерности размещения редкометалльных и титановых россыпей северной части Украинского кристаллического щита // Закономерности размещения полезных ископаемых. М., 1960. Т. 4. С. 107–111.]
5. Dodatko, A. D. (1976). Weathering crusts of the Ukrainian shield. *Abstract of the dis. of Doctor's of geol.-min. sciences*. IGFM of Academy of sciences of USSR. K. 41 p. (In Russian).
[Додатко А. Д. Коры выветривания Украинского щита. Автореф. дис. д-ра геол.-мин. наук. ИГФМ АН УССР. К., 1976. 41 с.]
6. Dudrovich, E. Ju., & Mukhin, Ju. M. (1977). Patterns of changes in the chemical composition of ilmeyine from placers in northern Ukraine. *Ancient and buried placers of the USSR*. Kyiv. Vol. 1. 109–112. (In Russian).
[Дудрович Е. Ю., Мухин Ю. М. Закономерности изменения химического состава ильменита из россыпей севера Украины // Древние и погребенные россыпи СССР. К., 1977. Т. 1. С. 109–112.]
7. Dyadchenko, M. G., & Hatunzeva A. J. (1954). New data on leucoxene. *Geol. journal*. Vol. 14. Issue 4. 75–78. (In Ukrainian).
[Дядченко М. Г., Хатунцева А. Я. Нові дані про лейкоксен // Геол. журн. 1954. Т. 14. Вип. 4. С. 75–78.]
8. Dyadchenko, M. G., Tsymbal, S. N., & Zamorij, P. K. (1975). Paleogeographical conditions of formation of placers of Ukraine. *Physical geography and geomorphology*. No. 14. 32–38. (In Ukrainian).
[Дядченко М. Г., Цимбал С. М., Заморій П. К. Палеогеографічні умови утворення розсипищ України // Фізична географія та геоморфологія. К. 1975. № 14. С. 32–38.]
9. Komliev, O. O. (1988). Mesocainozoic valley morpholitogenesis and its influence on placer formation. *Abstract of the dis. of cand. of geography sciences*. Kyiv. 24 p. (In Russian).
[Комлев А. А. Мезокайнозойский долинный морфолитогенез северо-западной части Украинского щита и его влияние на образование россыпей. Автореф. дис. канд. геогр. наук. К., 1988. 24 с.]
10. Koshik, Ju. O., Timofeev, V. M., Komliev, O. O., & Volevaha, S. M. (1979). Special paleogeomorphological researches at search works on placers in the conditions of the north-western part of the Ukrainian shield. *Visnik KSU. Geography*. Kyiv. Issue 21. 8–13. (In Ukrainian).
[Кошик Ю. О., Тимофеев В. М., Комлев О. О., Волеваха С. М. Спеціальні палеогеоморфологічні дослідження при розшукових роботах на розсипища в умовах північно-західної частини Українського щита // Вісн. КДУ. Географія. К., 1979. Вип. 21. С. 8–13.]
11. Koshik, Ju. O., Timofeev, V. M., & Chmihal, V. M., & Komliev, O. O. (1982). Peculiarities of methods of scientific forecasting of placer deposits within the limits of Ukrainian Polissya. *Visnik KSU. Geography*. Kyiv. Issue 24. 13–17. (In Ukrainian).
[Кошик Ю. О., Тимофеев В. М., Чмихал В. М., Комлев О. О. Особливості методики наукового прогнозування розсипних родовищ у межах Українського Полісся // Вісн. КДУ. Географія. К., 1982. Вип. 24. С. 13–17.]
12. Ovcharenko, V. N. (1977). Typomographic features and physical properties of ilmenite from placers of northern Ukraine. *Ancient and buried placers of the USSR*. Kyiv. Vol. 1. 113–115. (In Russian).
[Овчаренко В. Н. Типоморфные особенности и физические свойства ильменита из россыпей севера Украины // Древние и погребенные россыпи СССР. К., 1977. Т. 1. С. 109–112.]
13. Proskurin, G. P. (1984). Geological structure and material composition of ores of apatite-ilmenite deposit of the Chepovichi massif. *Abstract of the dis. of cand. of geol.-min. sciences*. IGFM of Academy of sciences of USSR. Kyiv. 22 p. (In Russian).
[Проскурин Г. П. Геологическое строение и вещественный состав руд апатит-ильменитового месторождения Чеповичского массива: Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук / ИГФМ АН УССР. К., 1984. 22 с.]
14. Remezova, E. O. (2011). Stratified titanite gabbro intrusions of Korosten plutonium (north-western part of the Ukrainian shield). *Abstract of the dis. of Doctor's of geol. sciences*. Insttute of geological of sciences of NAS of Ukraine. Kyiv. 38 p. (In Ukrainian).
[Ремезова О. О. Розшаровані титанітні інтрузивні габро Коростенського плутону (північно-західна частина Українського щита). Автореф. д-ра геол. наук // ІГН НАН України. К., 2011. 38 с.]
15. Tarasenko, V. S., & Boiuko, D. D. (1983). Mineralogical features of titanium ores of Korosten pluton (Ukrainian shield). *Mineral. Journal*. 27–37. (In Russian).
[Тарасенко В. С., Бойко Д. Д. Минералогические особенности титановых руд Коростенского плутона (Украинский щит) // Минер. журн. 1983. С. 27–37.]
16. Timofeev, V. M., Koshik, Ju. O., Komliev, O. O., & Guseva, L.V. (1983). Channel process and tectonics in placer formation (north-western part of the Ukrainian shield). *Studies of channel processes for the practice of the national economy*. Moscow. 321–322. (In Russian).

- [Тимофеев В. М., Кошик Ю. А., Комлев А. А., Гусева Л. В. Русловой процесс и тектоника при россыпе-образовании (северо-западная часть Украинского щита) // Исследования русловых процессов для практики народного хозяйства. М., 1983. С. 321–322.]
17. Tymbal, S. N., & Polkanov, Yu. A. (1975). Mineralogy of titanium-zirconium placers of Ukraine. Kyiv. Naukova dumka, 248 p. (In Russian).
[Цымбал С. Н., Полканов Ю. А. Минералогия титано-циркониевых россыпей Украины. К. : Наук. думка, 1975. 248 с.]
18. Shvajberov, S. K. (1987). Titanium placers north-western part of the Ukrainian shield. VIII All-Union Conference on Placer Geology. Kyiv. 241–242. (In Russian).
[Швайберов С. К. Титановые россыпи северо-западной части Украинского щита // VIII Всесоюзное совещание по геологии россыпей. К., 1987. С. 241–242.]
19. Geology and Minerals of Ukraine. (2001). Atlas. Kyiv. (In Ukrainian).
[Геологія і корисні копалини України. Атлас. Київ, 2001.]
20. Komliev, O. O. (2005). Historical and dynamic basin geomorphosystems of geomorphological formations of the Ukrainian shield. *Abstract of the dis. of Doctor's of geography sciences*. Kyiv. 37 p. (In Ukrainian).
[Комлев О. О. Історико-динамічні геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита / Автореф. дис. д-ра геогр. наук. К., 2005.]

Стаття надійшла до редакції 04.03.2021

For citation [Для цитування]

Комлев О. О., Жилкін С. В. Мезозой-кайнозойський морфолітогенез Українського щита (в межах Іршанського розсипного поля) // Укр. геогр. журн. 2022. № 1. С. 27–35. [Українською мовою] DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.027>

Komliev, O. O., & Zhytkin, S. V. (2022). Mesozoic-Cenozoic Morpholithogenesis of the Ukrainian Shield (Within the Irshansky Placer Field). *Ukr. Geogr. Zh.*, 1, 27–35. [In Ukrainian] DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.027>