

СТРУКТУРНО-ЛІТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА РУДОНОСНІСТЬ СЕРЕДНЬОГО ГОРИЗОНТУ НОВОПЕТРІВСЬКОЇ СВИТИ ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ТАРАСІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Ковальчук Мирон Степанович,

доктор геологічних наук, професор,
завідувач відділу літології

Інституту геологічних наук НАН України
ORCID ID: 0000-0001-9265-9707
Scopus Author ID: 56358899000

Фігура Любов Андріївна,

кандидат геологічних наук,
вчений секретар

Інституту геологічних наук НАН України
ORCID ID: 0000-0001-8009-2854
Scopus Author ID: 58486319400

Тарасівське родовище вирізняється полімінеральним складом рудних пісків, що робить його стратегічним джерелом не лише титану й цирконію, але й рідкісних елементів. У статті подано історичні аспекти дослідження Тарасівського родовища та коротку характеристику його геологічної будови. Основна увага акцентована на відкладах новопетрівської свити полтавської серії неогену, зокрема на середньому її горизонті, який містить основні запаси титано-цирконієвих мінералів. Аналіз структурно-екстурних особливостей пісків новопетрівської свити дозволив уточнити фаціальні і гідродинамічні умови утворення нижнього, середнього і верхнього її горизонтів. Утворення відкладів новопетрівської свити відбувалося на трансгресивно-регресивному етапі геологічного розвитку території, що зумовило зміну фаціальних умов від алювіально-дельтових до мілководно-лагуних і до алювіальних. Осадоагромадження у новопетрівській час проходило за низькоенергетичних і стабільних гідродинамічних умов, проте з короткочасними високоенергетичними імпульсами. На основі координат, опису та результатів опробування свердловин створено комплект карт, які відображають рельєф підшови, покрівлі, товщину продуктивних відкладів та латеральне поширення середньозваженого вмісту ільменіту, рутилу, циркону, дистену+силіманіту, монациту+каситериту та хроміту в межах північної частини родовища. Картографічні побудови дозволили з'ясувати особливості структурних і речовинних параметрів рудоносності середнього горизонту новопетрівської свити. Зокрема, з'ясовано, що рельєф підшови і поверхні нерівний з локальними западинами і підвищеннями. Амплітуда перепаду їхніх абсолютних відміток – до 52 м. У межах ділянки встановлено локальні пониження в рельєфі підшови де товщина продуктивних відкладів збільшується до 30–51,2 м. Найбільші середньозважені вмісти ільменіту, рутилу, циркону і колективного концентрату локалізуються в південно-західній, західній і північно-східній частинах ділянки. За допомогою кореляційного аналізу встановлено напрям і силу взаємозв'язків між середнім вмістом у свердловинах окремих мінералів та між структурними параметрами продуктивних відкладів. З'ясовано, що усі кореляційні зв'язки між середнім вмістом мінералів прямі і здебільшого сильні та середні. Основне ядро сильних кореляційних зв'язків утворюють ільменіт, рутил і циркон. Досліджено розподіл вмісту мінералів та кореляційні зв'язки між ними у вертикальному перетині свердловин.

Ключові слова: Тарасівське родовище, північна частина, новопетрівська свита, середній горизонт, структурно-літологічна характеристика, просторовий розподіл рудних мінералів.

Kovalchuk Myron, Figura Liubov. Structural–lithological and ore–bearing characteristics of the middle horizon of the Novopetrivska Suite within the north part of the Tarasivske deposit

The Tarasivske deposit is distinguished by the polymineral composition of its ore sands, which makes it a strategic source not only of titanium and zirconium but also of rare elements. The article presents historical aspects of the study of the Tarasivske deposit and provides a brief description of its geological structure. The main focus is placed on the deposits of the Novopetrivska Suite of the Poltava Series (Neogene), particularly on its middle horizon, which contains the principal reserves of titanium-zirconium minerals. The analysis of the structural-textural features of the sands of the Novopetrivska Suite made it possible to refine the facies and hydrodynamic conditions of formation of its lower, middle, and upper horizons. The formation of the deposits of the Novopetrivska Suite occurred during a transgressive–regressive stage of the geological development of the territory, which determined the change of facies conditions from alluvial-deltaic to shallow-lagoonal and finally to alluvial. Sedimentation in Novopetrivska time took place under predominantly low-energy and stable hydrodynamic conditions, but with short-term high-energy impulses. Based on coordinates, descriptions, and borehole sampling results, a set of maps was created that reflects the relief of the base and roof, the thickness of productive deposits, and the lateral distribution of the average contents of ilmenite, rutile, zircon, kyanite+sillimanite, monazite+cassiterite, and chromite



within the north part of the deposit. The cartographic constructions made it possible to clarify the features of the structural and material parameters of ore-bearing capacity of the middle horizon of the Novopetrivska Suite. In particular, it was established that the relief of the base and surface is uneven, with local depressions and elevations. The amplitude of their absolute elevation differences reaches up to 52 m. Within the area, local depressions in the base relief were identified, where the thickness of productive deposits increases to 30–51.2 m. The highest average contents of ilmenite, rutile, zircon, and collective concentrate are localized in the southwestern, western, and northeastern parts of the area. Using correlation analysis, the direction and strength of relationships between the average content of individual minerals in boreholes and the structural parameters of productive deposits were determined. It was found that all correlations between the average mineral content are direct and mostly strong or moderate. The main core of strong correlations is formed by ilmenite, rutile, and zircon. An investigation was conducted into the distribution of mineral content and the correlation relationships among them within the vertical profiles of boreholes.

Key words: Tarasivske deposit, north part, Novopetrivska suite, middle horizon, structural–lithological characteristics, spatial distribution of ore minerals.

Вступ. Титан і цирконій належать до стратегічних металів. Ці метали багато в чому визначають рівень науково–технічного потенціалу та обороноздатності країни. Наявність у геологічних формаціях України численних корінних, елювіальних і різного віку та генезису розсипних родовищ титану і цирконію дозволяє створити надійне, з довготривалою перспективою виробництво сировини для задоволення потреб усіх галузей господарства. Значна частина запасів двоокису цирконію зосереджена у комплексних ільменіт–цирконових розсипах Малишевського, Вовчанського, Воскресенівського, Тарасівського, Краснокутського родовищ. Разом з цирконієм можна вилучати оксиди титану, гафнію, ніобію, танталу, рідкісноземельних металів. Тому забезпечення промисловості України власними джерелами титан–цирконієвої сировини має не лише наукове чи комерційне значення, а й безпосередньо пов'язане з економічною безпекою країни. Цим і спричинена необхідність дослідження геологічної будови, літологічного складу та мінерагенії титан–цирконієвих рудопроявів та родовищ України. Особливе значення має Тарасівське родовище, яке вирізняється полімінеральною природою [9]. Воно містить ільменіт, рутил, циркон, ставроліт та інші цінні компоненти, зокрема оксид ванадію та скандій [9, 10]. Така багатокомпонентність забезпечує можливість отримання кількох видів сировини з одного родовища, що значно підвищує його економічну привабливість. Тарасівське родовище добре досліджене, забезпечене картографічними матеріалами та аналітичними даними і є одним із найбільш підготовлених для промислового освоєння [8–10]. Його розробка здатна не лише задовольнити внутрішні потреби України, а й сприяти експорту стратегічної сировини, зміцнюючи позиції країни на світовому ринку. У зв'язку з цим дослідження просторового розподілу рудоносності цього родовища зі створенням комплексу відповідних картографічних побудов є актуальним. Виявлення в межах родовища ділянок з різним вмістом ільменіту, рутилу, циркону, ставроліту та інших компонентів дає можливість диференційованого вилучення та підвищення ефективності збагачення.

Матеріали та методи дослідження. Методико–методологічною основою досліджень є напрацювання авторів зі структурно–літологічного моделювання рудоносності родовищ і рудопроявів фосфатно–титанових і титан–цирконієвих руд у корах вивітрювання і різновікових розсипах України [2, 4, 5, 11–13]. Досліджен-

ня Тарасівського родовища ґрунтуються на узагальненні та інтерпретації даних виробничих геологічних звітів [6, 7] та звіту про результати пошуково–розвідувальних робіт на титан, проведених Правобережною геологічною експедицією на території центральної частини Українського щита в 1960–1963 рр. під керівництвом І.І. Бондаря та В.М. Тютюнника. Фактичним матеріалом для картографічних побудов були координати, опис та дані опробування свердловин. Картографічні побудови здійснено з використанням програмного забезпечення Golden Software Surfer. Кореляційні зв'язки між мінералами і певними параметрами рудоносних утворень досліджено в Microsoft Excel.

Мета статті полягає у характеристиці речовинного складу, структурно–екстурних особливостей відкладів новопетрівської світи Тарасівського родовища та представленні результатів дослідження рельєфу підшови, поверхні, товщини і латерального поширення середніх концентрацій основних рудних мінералів у межах Західної ділянки родовища.

Аналіз попередніх досліджень. Тарасівське родовище розсипних ільменіт–цирконових руд було виявлене внаслідок геологознімальних та пошукових робіт середини ХХ ст. Упродовж 1959–1962 рр. на території Росинського підрайону здійснювалися геологознімальні дослідження масштабу 1:200000 (М.М. Ключников, В.І. Шунько, О.М. Цимбал, Е.Я. Жовинський та ін.), а в межах аркушу М–35–96 (А, Б, В, Г) – роботи масштабу 1:50000 під керівництвом Е.В. Мельничука. У результаті буріння на межиріччі Гнилого Тікича та Росі було розкрито піски новопетрівської світи з вмістом титан–цирконієвих мінералів від 10,0 до 108 кг/т при товщині пісків 1,5–4,0 м. У відслоненнях новопетрівських пісків урочища Пархомівська Дача (поблизу сіл Фастівка та Черниш) задокументовано промислові концентрації мінералів – 82,2 кг/м³ при товщині 1,5 м та 169,7–207,3 кг/м³ при товщині 0,6 м. На підставі цих даних було розроблено проект подальших пошукових робіт на титан. У 1960 р. спеціальна партія Правобережної експедиції (керівник К.О. Пузик) виявила та оконтурила розсип титан–цирконієвих мінералів у відкладах полтавської серії, який отримав назву Тарасівський. У 1961–1963 рр. під керівництвом І.І. Бондаря проведено геолого–розвідувальні роботи, що дозволили визначити межі поширення рудоносних пісків, їхні розміри та перспективні ділянки, серед яких найважливішою виявилася південно–західна частина

родовища [9]. У 1964 р. здійснено детальне буріння, за результатами якого підраховано запаси категорії С1 [6, 7]. У колективній монографії про титанові і титано-цирконієві розсипи Української УРСР, яка вийшла друком у 1967 році, було подано в окремому підрозділі основні на той час відомості про геологічну будову і рудоносність Тарасівського родовища. У 1968 р. Інститут «Гідромет» підготував техніко-економічну доповідь (ТЕД) щодо доцільності детальної розвідки та розрахунку кондицій [7, 9]. Наступного року Правобережна геологічна експедиція виконала підрахунок запасів за різними варіантами бортового вмісту умовного ільменіту (16, 25, 30, 35 кг/м³) [6, 7]. Згідно з висновками ТЕД (1968, 1971 рр.), розробка родовища була визнана рентабельною. У 2004 р. Інститут «Кривбаспроект» здійснив коригування ТЕД 1971 р., а впродовж 2004–2008 рр. під керівництвом М.Ю. Мазуренка проведено новий підрахунок запасів станом на 01.01.2009 р. [6]. У різні роки родовище досліджували Е.В. Мельничук, В.М. Павлюк, С.М. Цимбал, Ю.А. Полканов, С.А. Рум'янцева та інші науковці. У 2011 р. компанія Micromine Consulting Services виконала незалежну оцінку ресурсів за кодом JORC [9].

У 2012 році ТОВ «Рутил–ільменітова компанія» був наданий спецдозвіл на видобування циркон–рутил–ільменітових руд і супутніх компонентів (оксиду ванадію, скандію) Тарасівського родовища [8]. У 2016 р. С.М. Цимбал зі співавторами створили цифрову структурно–літологічну модель частини родовища, зосередивши увагу на середньому горизонті новопетрівської світи, яка є найбільш рудоносною. У моделі відображено товщину відкладів у межах ділянки дослідження, латеральний розподіл колективного концентрату лише в межах західної частини дослідженої ділянки, питомі запаси, а також побудовано літофаціальні та фаціальні профілі. Нажаль картографічні побудови здійснено без координатної сітки, для різних частин ділянки, профілі – без зазначення свердловин. У жовтні 2020 р. ТОВ «Рутил–ільменітова компанія» оновило Угоду про умови користування надрами і планувало початок розробки родовища у 2022 р., однак у 2021 р. рішенням РНБО України дозвіл на розробку родовища був анульований [8]. У 2020 р. Державна комісія України по запасах корисних копалин затвердила балансові видобувні запаси циркон–рутил–ільменітових руд Тарасівського родовища загальнодержавного значення. Середній вміст мінералів (кг/м³) становить: ільменіт – 17,53; лейкоксен – 0,97; рутил – 6,39; циркон – 7,24; кіаніт (дис-тен) + силіманіт – 3,43; ставроліт – 0,51. Протоколом також зафіксовано наявність супутніх ванадієвих (категорія С2) та скандієвих руд, а також корисних копалин з невизначеним промисловим значенням, що залягають в охоронних ціликах санітарно–захисних зон [9].

Результати дослідження. Тарасівське родовище розташоване у межах Бузько–Росинського мегаблоку Українського щита, у Середньопридніпровському (Білоцерківському – за Л.С. Галецьким [1]) розсипному районі. В адміністративному відношенні родовище знаходиться в Білоцерківському районі Київської області.

У геологічній будові Тарасівського родовища беруть участь різновікові кристалічні породи фундаменту (амфіболіти, кристалосланці, гнейси росинсько–тікицької серії неоархею; у вигляді останців в гранітоїдах уманського комплексу палеопротерозою містяться діорити і гранодіорити тетіївського ультраметаморфічного комплексу неоархею; плагіограніти, плагіомігматити звенигородського комплексу палеопротерозою; граніти (подекуди з жилами пегматитів і апліто-пегматоїдних гранітів) і мігматити уманського комплексу палеопротерозою), каолінова кора вивітрювання гранітоїдів, монтморилоніт–гідролудиста кора вивітрювання порід основного складу; відклади буцацької, харківської серій палеогенової системи, утворення полтавської серії (олігоцен, нижній–середній міоцен), товща строкатих глин міоцену; товща світло–сірих різнозернистих пісків і глин та червоно–бурі глини пліоцену; відклади четвертинної системи [6, 7]. Серед порід кристалічного фундаменту переважають (90%) гранітоїди уманського комплексу [7].

Найбільш давніми породами є континентальні утворення буцацької серії середнього еоцену, які просторово виповнюють в північній і північно–східній частині родовища ерозійну депресію субширотного простягання в породах кристалічного фундаменту [6, 7]. Розріз континентальних утворень представлений різнозернистими кварцовими пісками з уламками кристалічних порід, що вверх за розрізом змінюються пісками дрібнозернистими, дуже дрібнозернистими вуглистими, які перекриті перевідкладеними каолінами, вуглистими глинами і бурим вугіллям [6]. Переважають вуглисті піски, вуглисті глини і перевідкладені каоліни. Піски товщиною 16–17 м, поганосортвані. Відклади повсюдно вміщують мінерали титану в незначній кількості, зокрема ільменіту – 0,2–8,66 кг/м³, циркону – 0,05–2,89 кг/м³, рутилу 0,04–1,44 кг/м³ [6, 7]. Вихід колективного концентрату – 1,2–39,96 кг/м³ (переважно 2–5 кг/м³) [6, 7]. **Буре вугілля** трапляється у вигляді трьох розрізаних лінз довжиною 2–2,5 км і шириною близько 0,5 км; найбільше поширене у середній частині розрізу; товщина змінюється від 0,1 до 6,2 м [6]. У золі бурого вугілля, за даними І.І. Бондаря, спектральним аналізом встановлено вміст германію 0,001–0,003%, а в одиничній пробі – до 0,01–0,03%.

Відклади харківської серії представлені обухівською світою, яка збереглася в межах родовища у вигляді невеликих розрізаних ділянок. У літологічному плані відклади представлені глинами (різних відтінків зеленого забарвлення з присипками дрібнозернистого піску та слюди на площинах насланцювання) і пісками (гравелістими, різнозернистими, переважно дрібнозернистими, глинистими зеленувато–сірими з глауконітом і прошарками бурого вугілля та лігніту), що утворилися за мілководноморських фаціальних умов [6, 7]. Піщані відклади товщиною 0,1–4,0 м рівномірно збагачені важкими мінералами, концентрація яких коливається від 2,4 до 37,1 кг/м³, у тому числі зміненим ільменітом (0,36–16,95 кг/м³), рутилом (0,1–4,3 кг/м³) та цирконом (0,05–7,2 кг/м³) [6, 7].

Відклади новопетрівської світи полтавської серії неогенової системи повсюдно поширені в межах родовища і з розмивом залягають на корі вивітряннювання – західна частина родовища, утвореннях харківської і буцацької серії – центральна і східна частина родовища. Абсолютні відмітки підшови відкладів становлять 146,87–174,0 м (найменші відмітки – на сході родовища, найбільші – на заході, північному–заході) [6, 7]. Товщина новопетрівської світи 0,3–39,9 м (максимальні товщини притаманні центральній частині родовища). Новопетрівська світа представлена переважно дрібнозернистими пісками (розмір зерен 0,1–0,25 мм), які містять титан–цирконієві мінерали у промислових концентраціях і є продуктивними відкладами Тарасівського родовища [3, 6, 9]. У центральній та східній частинах родовища піски містять домішки дуже дрібнозернистого (20–25%) і алевритового (10–15%) матеріалу, а в західній та південній частинах – середньозернистого, іноді крупнозернистого матеріалу. У південно-західній частині в покрівлі рудного пласта серед дрібнозернистих пісків наявні лінзи і прошарки (3–30 см) великозернистих та дуже великозернистих пісків. На північ і на схід відклади простягаються за межі родовища, а з півдня – розмиті давнім руслом річки Тарган, а на заході – річкою Рось. У важкій фракції пісків наявні лейкосенізований ільменіт, рутил, циркон, дистен, силіманіт, ставроліт, турмалін, лейкоксен, алмаз, золото, корунд, шпінель, монацит, анатаз [6, 7].

За літологічними, гранулометричними і структурними особливостями відклади новопетрівської світи поділяються на три горизонти. Відклади нижнього горизонту поширені здебільшого у західній і східній частинах родовища і залягають переважно на глинах обухівської світи, а подекуди на корі вивітряннювання і континентальних утвореннях середнього еоцену [7]. Складений нижній горизонт пісками різнозернистими, кварцовими (іноді з глауконітом), темно-сірими, зеленувато-сірими і бурувато-сірими обкатаними і відсортованими, часто вуглистими і глинистими, косо- і горизонтальношаруватими [7]. Піски переважно дуже дрібнозернисті і дрібнозернисті. Середній вміст фракцій 0,063–0,10 мм і 0,10–0,16 відповідно 34,82% і 35,26% [7]. Вниз до підшови горизонту збільшується кількість гравійних і великозернистих фракцій. Коефіцієнт сортування змінюється від 1,82–1,52 до 2–4 і більше. Часто піски вміщують прошарки (0,1–0,5 м) темно-сірих, коричневих і темно-фіолетових вуглистих глин. Товщина нижнього горизонту – 0,5–3,0 м, іноді – 6,8–9,1 м [7]. Титан–цирконієві мінерали розсіяні в піщаних відкладах, однак їх кількість у зелено-сірих відмінах більша, аніж у вуглистих. Аналіз структурно-екстурних особливостей відкладів нижнього горизонту вказує на його утворення в алювіальному або алювіально-дельтовому **середовищі**, де поєднувалися імпульсні фази міграції піщаних тіл (залягання більш крупнозернистих пісків у підшві горизонту, коса шаруватість); стабільні фази рівномірного нагромадження дрібнозернистих пісків (горизонтальна шаруватість); застійні фази з на-

громадженням органічної речовини та глин (вуглисті прошарки). Різний ступінь сортування уламкового матеріалу свідчить про чергування стабільних і нестабільних гідродинамічних умов. Ймовірно відклади нижнього горизонту нагромадилися за алювіально-дельтових фаціальних умов.

Основні концентрації титано-цирконієвих мінералів (змінений ільменіт, рутил, циркон) містяться в середньому горизонті, який поширений повсюдно (окрім ділянок четвертинного розмиву). Поверхня рудоносних пісків розчленована з коливанням абсолютних відміток 171–200 метрів. Піски дуже дрібнозернисті, дрібно- іноді середньозернисті, кварцові білого, сірувато-білого, жовтувато-сірого і світло-сірого забарвлення з лінзами і прошарками (1–2 см) каолінових глин або перевідкладених каолінів, а також лінзами та прошарками (до 0,3 м), велико- і дуже великозернистих пісків (західна частина родовища) косошаруватих з прошарками пісковиків вохристо-бурих, вишнево-червоних [7]. В підшві горизонту залягають сірі, світло-коричневі піщанисті глини. Піски переважно дрібнозернисті (середній вміст фракції 0,1–0,16 мм – 45,62%; фракції 0,16–0,25 – 15,73%) [7]. Гранулометричний склад пісків середнього горизонту закономірно змінюється в напрямку збільшення кількості середньо- і великозернистого матеріалу знизу вверх за розрізом і з північного сходу на південний захід розсипу. Середній медіанний розмір зерен коливається від 0,10 до 0,18 мм. Піски здебільшого добре сортовані і промиті від глинистих частинок. Погано і середньосортовані відміни піску трапляються не часто.

Характерною рисою піщаних відкладів середнього горизонту є наявність чіткої горизонтальної, пологонахиленої, рідше косої та дрібнохвилястої шаруватості [7]. Горизонтальна або пологонахилена шаруватість є найбільш поширеною на родовищі й зумовлена переважно скупченням рудних мінералів у вигляді тонких (1–3 мм) витриманих і паралельних між собою чорних прошарків (природні шліхи), що чергуються з прошарками «порожніх» пісків. У східній та північно-східній частинах родовища горизонтальна шаруватість підкреслюється також наявністю прошарків, майже повністю складених із слюди (мусковіту, рідше біотиту) або гідрооксиду заліза, який забарвлює пісок у вохристій та іржаво-бурий колір. Шаруватість, як правило, має ритмічну будову: прошарки або рівномірно розподілені по розрізу, або згруповані у пачки. Дещо рідше відзначається крупна, переважно односпрямована полого- та крутонахилена коса шаруватість. Косошаруваті серії мають клиноподібну форму; межа між ними чітка й підкреслена природними шліховими прошарками. Косі прошарки в таких серіях малої товщини (від 1–2 мм до 2–3 см), однорідні та відносно рівномірно розподілені; кут їх нахилу змінюється від 13–20° у верхній частині до 6–8° у нижній частині серій. Шаруватість у серіях зумовлена чергуванням добре відсортованих прошарків піску різної розмірності та забарвлення [7]. Хвиляста шаруватість дрібна (товщина серій 1–3 см, іноді 8–10 см), симетрична або зміщена, увігнута [7]. Прошарки пара-

лельні між собою, або ж сходяться до підшви серій, тонкі (до 2 мм) і діагностуються за скупченням важких мінералів, головним чином на дні заглиблень. Відстань між гребенями хвилястої шаруватості становить 4–8 см, а висота – 1–3 см [7]. Хвиляста шаруватість підстилає і покриває лінзи великозернисто-гравійного піску, змінюючись вгору і вниз горизонтальною шаруватістю. Інший характер шаруватості наявний у лінзах і прошарках великозернистих пісків південно-західної частини родовища. Тут коса (товщина 10–30 см) односпрямована, рідше різноспрямована шаруватість виражена у зміні гранулометричного складу (сортованості) матеріалу. Косошаруваті прошарки нахилені в один бік під кутом 20–30° [7]. Товщина прошарків становить 1–3 мм, а пачок прошарків – 3–4 см. Знизу вгору за розміром товщина окремих косошаруватих серій зменшується від 20–30 см до 5–10 см і менше; місцями в серіях наявний заворот прошарків у протилежний бік [7].

Рудний пласт не витриманий за товщиною і складається з численних лінз піску з різним вмістом важких мінералів. Розподіл вмісту важких мінералів у вертикальному перетині рудних покладів нерівномірний. Так, серед збіднених на важкі мінерали пісків наявні лінзи з вмістом лейкоксенізованого ільменіту до 100–200 кг/м³, рутилу і циркону – до 30–50 кг/м³, дистену+силіманіту – до 50–60 кг/м³ [7]. Такі лінзоподібні ділянки притаманні середній, іноді верхній частинам рудного пласта. Найнижчий гіпсометричний рівень збагачення титан-цирконієвими мінералами піщаних відкладів залягає на абсолютних відмітках 162–166 м і представлений невитриманими у плані і невеликими за розміром лінзами приуроченими до заглиблень депресії [7]. Наступні рівні збагачення титан-цирконієвими мінералами піщаних відкладів знаходиться на абсолютних відмітках 167–170 м; 172–173 м; 174–176 м; 179–182 м; 184–190 м [7].

Для піщаних утворень характерна горизонтальна, коса, а місцями дрібнохвиляста шаруватість яка виражена чергуванням прошарків різного гранулометричного складу з різним вмістом глинистої складової, ступенем ущільнення, скупченням рудних мінералів, наявністю прошарків піску забарвлених гідроксидами заліза і мангану у червонуваті, вохристі та коричневі відтінки [6, 7]. Товщина пісків 0,5–30 м.

У межах Тарасівського розсипу чітко простежується багата південна і особливо південно-західна частина і збіднена – північна і північно-східна. У південно-західній найбільш багатій частині родовища виокремлено промисловий пласт ільменіт-цирконових пісків товщиною 20,7 м, який на північний схід і схід поділяється на два пласти розмежовані шаром піску товщиною 2–11 м з непромисловим вмістом мінералів. Середній вміст колективного концентрату 65,7–74,4 кг/м³ [6, 7]. Середній вміст продуктів зміни ільменіту (аризоніт+лейкоксен) не перевищує 5–15 кг/м³, і лише в південно-західній частині розсипу досягає 15–30 кг/м³ [6, 7]. Для рудних пісків характерне одночасне збільшення абсолютної кількості лейкоксенізованого ільменіту, рутилу, циркону, монациту і меншою мірою

дистену+силіманіту. Найбільший вміст циркону (10,0–13,5 кг/м³) притаманний південно-західній частині родовища [7]. Аналогічно змінюється вміст рутилу. Найбільший вміст дистену+силіманіту (4,0–7,2 кг/м³) також характерний для південно-західної частини родовища [7]. У південно-західній частині родовища в шліхових прошарках піску середнього горизонту наявна тричленна будова виражена пошаровим нагромадженням мінералів: у нижній частині скупчення циркону (рожеве забарвлення), середній – рутилу (червоно-буре забарвлення) і верхній – аризоніту і лейкоксену (темно-коричневе забарвлення). За структурно-екстурними особливостями відклади середнього горизонту утворилися в дельтових і узбережно-морських фаціальних умовах [7].

Корисними домішками рутилового, ільменітового, лейкоксенового концентратів є: скандій, ніобій, тантал, рідкісні землі, ванадій; цирконового концентрату – гафній, скандій, рідкісноземельні елементи, ітрій, торій [8]. Зокрема діагностовано у рутилі (%): TiO₂ – 98,17–99,8; Nb₂O₅ – 0,145; Ta₂O₅ – 0,013; V₂O₅ – 0,25; ΣTR – 0,01; в ільменіті (%): TiO₂ – 50,5–64,2; V₂O₅ – 0,18; Nb₂O₅ – 0,083; Ta₂O₅ – 0,015; ΣTR – 0,041 [3, 7]. Крім того спектральним аналізом діагностовано Hf, Sc, Y, Zn, Ni, Sr, TR і інші елементи. Рутил є майже чистим TiO₂ (>98%), що робить його ключовим джерелом титану. Ільменіт частково змінений екзогенними процесами. Наявність Nb і Ta в цих мінералах, навіть у невеликих кількостях, має стратегічне значення для високотехнологічних галузей (сплави, електроніка). У цирконі діагностовано корисні домішки в таких кількостях (%): Hf – 1,17; Y₂O₃ – 0,12–0,45; ThO₂ – 0,02; ΣTR – 0,43; спектральним аналізом виявлено Hf – 0,7; Be; Y; Yb; Sr; Sc; Th; Ce [4, 8]. У монациті діагностовано (%) ThO₂ – 2,3–11,0; UO₂ – 0,1–1,5; Y₂O₃ – 0,3–2,7; La₂O₃ – 11,5–14,7; Pr₂O₃ – 2,5–2,8; Nd₂O₃ – 10,0–12,3; Sm₂O₃ – 0,9–1,8; Gd₂O₃ – 1,1–1,9; Dy₂O₃ – 0,4–0,9; VO₂ – 0,3–0,8; Er₂O₃ – 0,1–0,2; Tm₂O₃ – 0,1–0,2; P₂O₅ – 29,8–30,2; CaO – 0,8–1,4 [3, 7]. Монацит демонструє класичну картину фосфатного мінералу з високим вмістом рідкісноземельних елементів (REE) та домішками торію й урану. У складі монациту переважають легкі рідкісноземельні елементи, що робить його стратегічно важливим для видобутку La, Nd, Pr, Sm.

Аналіз структурно-екстурних особливостей відкладів середнього горизонту вказує на їх нагромадження у флювіально-дельтових або узбережних умовах, де поєднуються спокійні фази акумуляції з імпульсними енергетичними подіями. Горизонтальна та пологонахилена шаруватість відкладів вказують на спокійні гідродинамічні умови осадоного нагромадження, натомість хвиляста шаруватість вказує на формування відкладів під дією дрібних коливальних течій або хвильових процесів у мілководних умовах. Скупчення важких мінералів на дні заглиблень – ознака локального сортування при зворотних течіях. Клиноподібні серії з чіткими межами – результат послідовного нашарування косих пластів при переміщенні піщаних тіл. Дрібнозернистий склад піску свідчить про переважання середньо- та

низькоенергетичних умов осадоагромадження, де відбувалося ефективне сортування уламкового матеріалу. Значний вміст фракції 0,16–0,10 мм вказує на стабільний гідродинамічний режим з короткочасними епізодами посилення ерозійних процесів і підвищеної енергії потоку на завершальних етапах формування горизонту (лінзи і прошарки великозернистого і гравійного піску, перевідкладених каолінів). Зважаючи на викладене можна припустити, що утворення середнього горизонту відбувалося в мілководній лагуні, або озері.

Верхній горизонт поширений повсюдно за винятком ділянок розмивів. Представлений він пісками дрібно-, середньозернистими, добре обкатаними, кварцовими, значною мірою глинистими (переважно каолінітовими і іноді монтморилонітовими), білого, світло-сірого, сірвато-білого, вохристо-жовтого, малинового забарвлення, а також слабо зцементованими пісковиками [3, 6, 7]. Для пісків і пісковиків характерна коса, мультіподібна, іноді горизонтальна шаруватість, часта зміна гранулометричного складу і вмісту глинистої складової, а також наявність залізисто-марганцевих стяжін у верхній частині [7]. Шари мають незначну товщину (до 10–15 см) і часто перетинають один одного під різними кутами та в різних напрямках. Серійні шви відзначаються криволінійною конфігурацією. У межах серій прошарки чітко виражені, увігнуті, зі змінними кутами нахилу (18–20° і більше) між окремими серіями [7]. Шаруватість проявляється передусім у зміні гранулометричного складу піску, скупченні важких мінералів, що відображає неоднорідність умов осадоагромадження. Піски переважно дрібно-, середньозернисті. Товщина горизонту до 16,9 м. Як правило, відклади містять важкі мінерали в незначній кількості і лише в невеликих за

розміром жилах їх вміст промисловий [6, 7]. Структурно-екстурні особливості відкладів верхнього горизонту вказують на те, що їх нагромадження відбувалося у динамічному флювіальному середовищі в умовах активної міграції піщаних тіл у руслових алювіальних середовищах. Різноміфракційні прошарки, чергування дрібно- і середньозернистих пісків, локальні глинисті прошарки вказують на коливання енергії потоку, що характерно для руслових процесів зі змінним режимом. Мультіподібна шаруватість відображає акумуляцію матеріалу у западинах між грядами, де потік змінює напрямок і силу.

На основі атрибутивної бази даних, яка включає координати, опис та результати опробування свердловин нами досліджено просторове (за латераллю і у вертикальному перетині свердловин) поширення рудних мінералів у середньому горизонті новопетрівської світи в межах північної частини (рис. 1) Тарасівського родовища.

Абсолютні відмітки поверхні відкладів коливаються в межах 154,75–210,69 м, із локальними підняттями; амплітуда – 55,94 м. Підшва продуктивних відкладів має значно нижчі абсолютні відмітки (141,93–193,61 м), амплітуда – 51,68 м. Рельєф підшви хвилястий з локальними западинами. У ряді свердловин простежуються різкі перепади між поверхнею та підшвою, що відображає складну морфологію. Товщина змінюється від 1–5 м (мінімальні значення) до 51,2 м (максимальне значення). Найбільші товщини 51,2 м, 41,6 м, 42,3 м зафіксовані в окремих свердловинах вказують на наявність локальних акумулятивних зон. Середні значення товщини становить 20,54 м, що відповідає типовим акумулятивним умовам розсіпних родовищ.



Рис. 1. Межі Тарасівського родовища та ділянка дослідження на космічному знімку з порталу Google Earth Pro

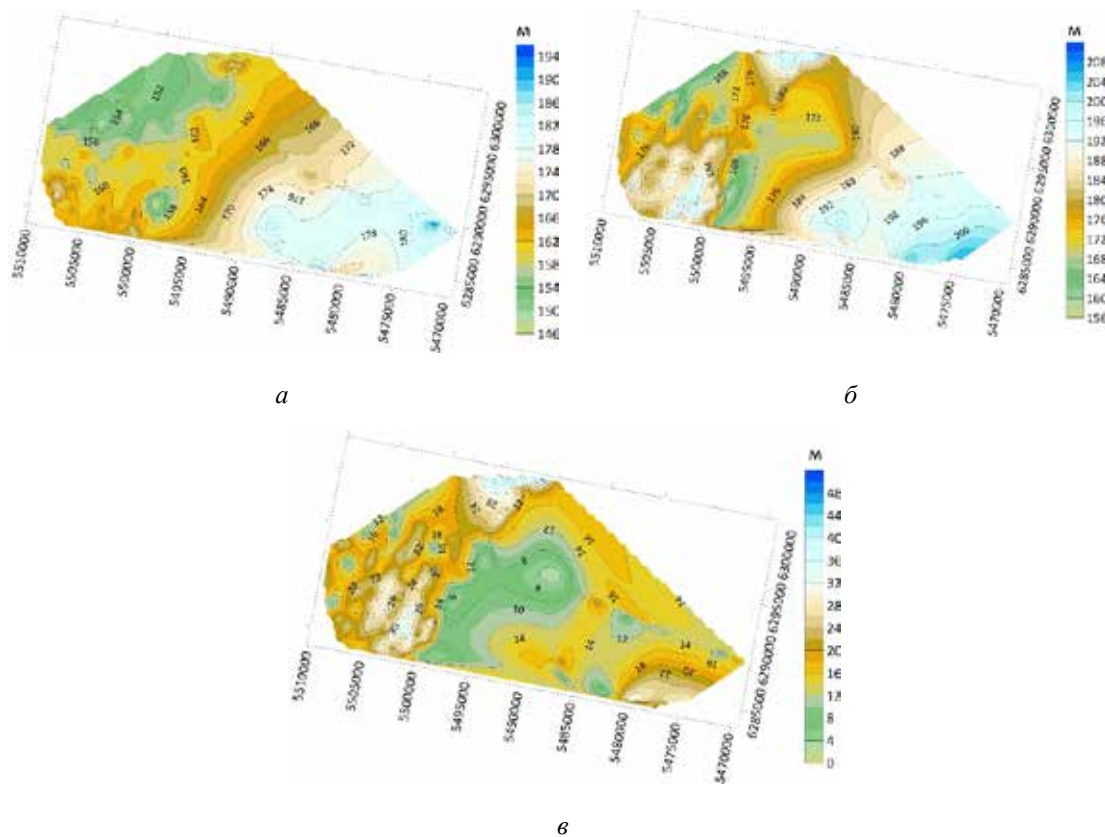


Рис. 2. Ізогіпси підшови (а), поверхні (б) та ізопахіти товщини (в) пісків середнього горизонту новопетрівської світи

Між рельєфом підшови і поверхні відкладів характер зв'язку не лінійний – він модифікується локальними морфологічними особливостями. Між рельєфом поверхні і товщиною відкладів прямої залежності не простежується; великі товщини присутні як на відносно високих, так і на нижчих відмітках поверхні. Між рельєфом підшови і товщиною відкладів існує прямий кореляційний зв'язок – у свердловинах із глибшими відмітками підшови товщина продуктивних відкладів є більшою. Це свідчить про акумуляцію пісків у локальних западинах.

Просторове поширення ареалів підвищеного середнього вмісту ільменіту майже повністю просторово збігається з такими для рутилу. Просторове поширення ареалів підвищеного середнього вмісту циркону просторово збігається з такими для монацит+каситериту. Ареали поширення підвищеного середнього вмісту ільменіту і рутилу співпадають з ареалами поширення підвищеного вмісту колективного концентрату. Ареали поширення підвищеного середнього вмісту хроміту мають плямистий характер.

Ареали підвищеного середнього вмісту дистену і силіманіту мають значно більшу площу аніж інших мінералів. На ділянках більших абсолютних значень відміток підшови і поверхні середнього горизонту новопетрівської світи середні вмісти мінералів найменші.

Результати дослідження напряму і сили кореляційних зв'язків між середнім вмістом мінералів представлено у таблиці 1.

Прямий сильний кореляційний зв'язок наявний між середнім вмістом ільменіту і рутилу, ільменіту і циркону, рутилу і циркону, циркону і монацит+каситериту. Прямий середньої сили кореляційний зв'язок наявний між середнім вмістом ільменіту і дистен+силіманіту, ільменіту і монацит+каситериту, рутилу і дистен+силіманіту, рутилу і монацит+каситериту. Прямий помірний кореляційний зв'язок наявний між середнім вмістом ільменіту і хроміту, рутилу і хроміту, циркону і хроміту, дистен+силіманіту і монацит+каситериту. Прямий слабкий кореляційний зв'язок наявний між середнім вмістом дистен+силіманіту і хроміту, д монацит+каситериту і хроміту. Усі кореляційні зв'язки між середнім вмістом мінералів прямі. Домінують сильні та середньої сили кореляційні зв'язки. Ядро утворюють ільменіт, рутил, циркон; монацит+каситерит приєднується до ядра через сильний кореляційний зв'язок з цирконом. Це ядро тісно пов'язаних мінералів, характерне для титано–цирконієвих розсипів із супутніми рідкісноземельними компонентами. Середній вміст хроміту має переважно помірні та слабкі кореляційні зв'язки з середнім вмістом інших мінералів.

Нами досліджено розподіл вмісту рудних мінералів та напрям і силу кореляційних зв'язків між ними у вертикальному перетині свердловин. На рисунку 4 представлено найбільш поширені криві розподілу. Рудні мінерали в піщаних відкладах утворюють декілька гіпсометричних рівнів збагачення (див. рис. 4). Як правило, у розрізі наявні один (див. рис. 4, а, з) або два і

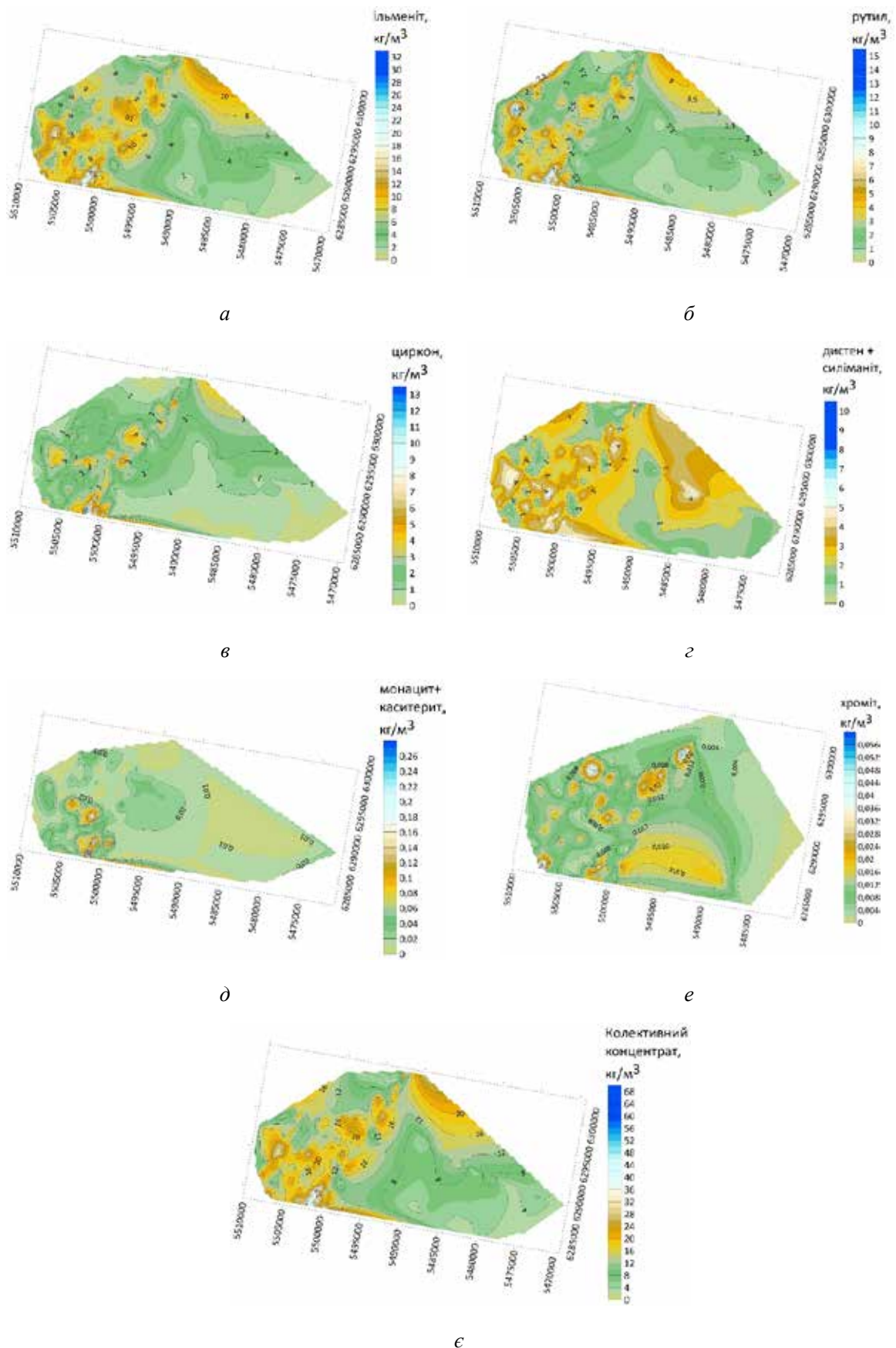
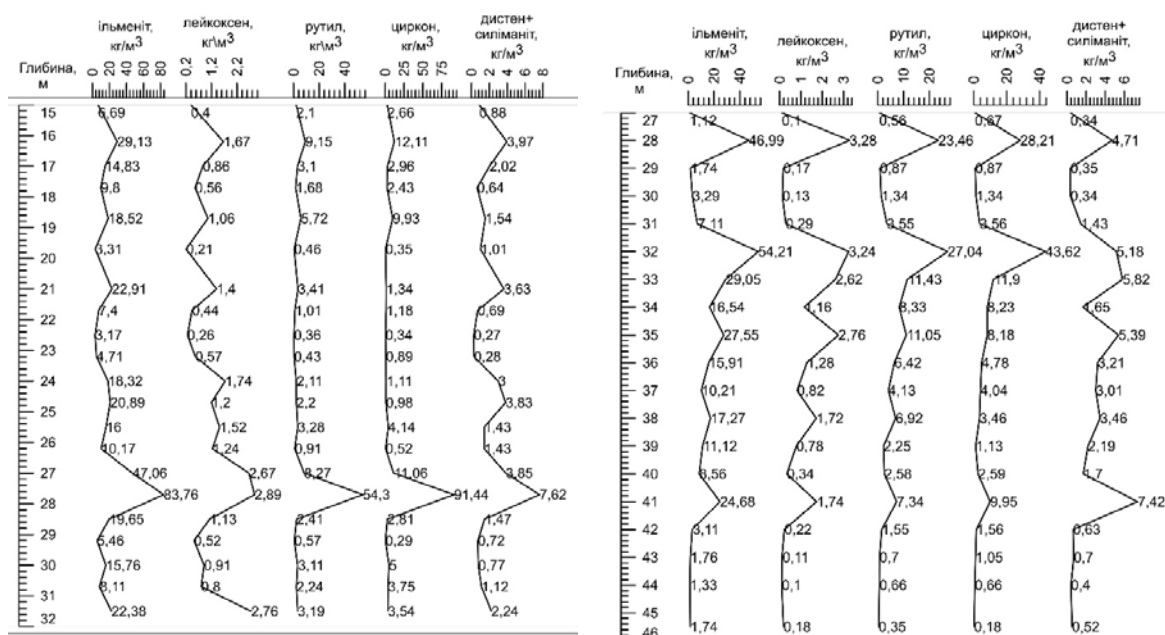


Рис. 3. Латеральне поширення середньозваженого вмісту (кг/м³) ільменіту (а), рутилу (б), циркону (в), дистену з силіманітом (г), монациту з кассітеритом (д), хроміту (е), колективного концентрату (є) у пісках середнього горизонту новопетрівської світи

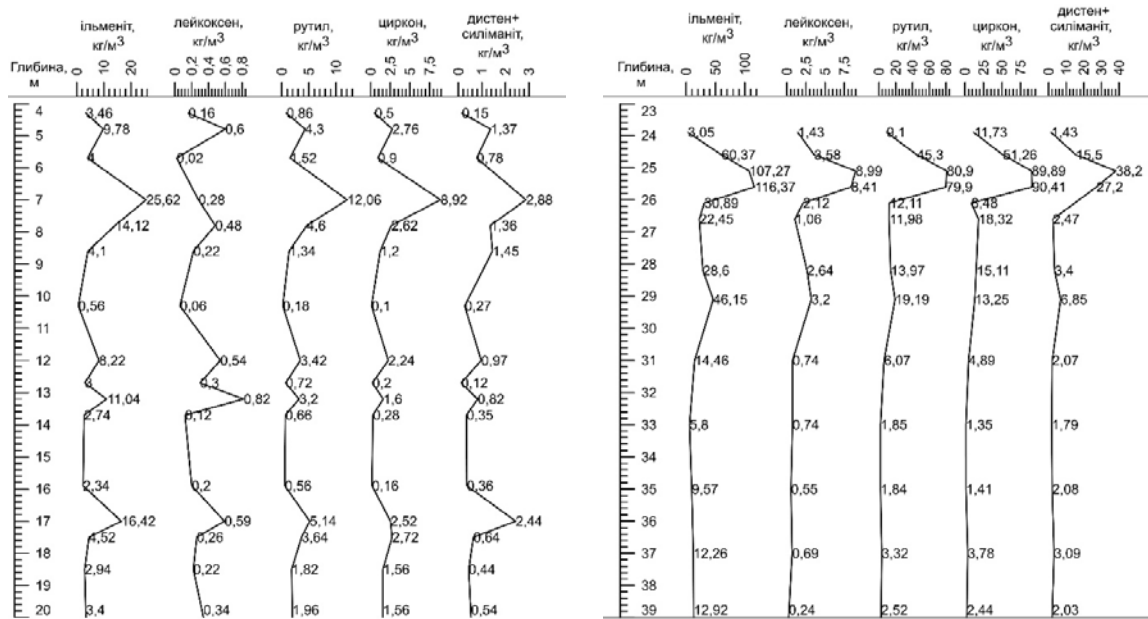
Напрямок і сила кореляційних зв'язків між середнім вмістом мінералів у середньому горизонті новопетрівської світи

	Ільменіт	Рутил	Циркон	Дистен+силіманіт	Монацит+каситерит	Хроміт
Ільменіт	X	+0,840	+0,779	+0,693	+0,526	+0,430
Рутил	+0,840	X	+0,826	+0,598	+0,554	+0,368
Циркон	+0,779	+0,826	X	+0,496	+0,727	+0,361
Дистен+силіманіт	+0,693	+0,598	+0,496	X	+0,309	+0,231
Монацит+каситерит	+0,526	+0,554	+0,727	+0,309	X	+0,237
Хроміт	+0,430	+0,368	+0,361	+0,231	+0,237	X



а

б



в

г

Рис. 4. Розподіл вмісту рудних мінералів (кг/м³) у пісках середнього горизонту новопетрівської світи у вертикальному перетині свердловин

більше (див. рис. 4, б) яскраво виражених рівнів збагачення; інші рівні збагачення менш яскраво виражені. Загалом ільменіт, рутил і циркон утворюють тісний асоціативний зв'язок – вони концентруються одночасно на одних і тих же гіпсометричних рівнях. Іноді у свердловинах наявні локальні збагачення ільменітом та рутилом, але без цирконового піку. Кореляційні зв'язки між вмістом цих мінералів прямі і сильні. Вміст лейкоксену має переважно прямий сильний зв'язок з ільменітом, що підтверджує його вторинне походження за рахунок ільменіту.

Висновки. Відклади новопетрівської світи формувалися в умовах трансгресивно–регресивного етапу геологічного розвитку території, що зумовило послідовну зміну фаціальних обстановок від алювіально–дельтових до лагунних і знову до алювіальних. Осадонагромадження відбувалося переважно за низькоенергетичних і стабільних гідродинамічних умов, проте з періодичними імпульсами високої енергії.

Нижній горизонт відображає алювіально–дельтові умови осадонагромадження з чергуванням фаз активного транспорту піщаного матеріалу та акумуляції органічної речовини. Середній горизонт представлений дрібнозернистими пісками з ритмічною шаруватістю та прошарками глинистого матеріалу, що формувалися у лагунних умовах з низькоенергетичними процесами та періодичними імпульсами більшої енергії. Верхній горизонт має алювіальний генезис, що проявляється у збільшенні грубозернистих фракцій, погіршенні сортування та наявності гравійних прошарків, які відображають фази підвищеної гідродинамічної активності, пов'язані з русловими процесами.

Основний рудоносний потенціал родовища локалізується у середньому горизонті, де природне шліхування сприяло нагромадженню ільменіту, рутилу, циркону, дистену, силіманіту, монациту, каситериту та хроміту. Морфологія підшви та поверхні відкладів у північній частині родовища демонструє складну будову з локальними акумулятивними центрами, що забезпе-

чили значні товщини відкладів (понад 30 м) та концентрацію рудних мінералів. Латеральний розподіл рудних мінералів підпорядковується структурним особливостям підшви та поверхні відкладів, проте товщина відкладів не завжди корелює з рельєфом підшви і поверхні. Збагачені ареали підвищеного середнього вмісту мінералів зосереджені у західній, південно–західній та частково північно–східній частинах північної ділянки. Ареали підвищеного середнього вмісту ільменіту, рутилу, колективного концентрату і частково циркону просторово співпадають, а між середнім вмістом усіх мінералів наявні прямі переважно сильні і середньої сили кореляційні зв'язки. Вертикальний розподіл вмісту мінералів у свердловинних перетинах утворює один або декілька рівнів збагачення з прямими сильними кореляційними зв'язками. Просторове поширення і прямі сильні кореляційні зв'язки вказують на спільну акумуляцію рудних мінералів в узбережних осадах середньонепетрівської лагуни.

Отримані результати підтверджують наявні дані щодо умов утворення та просторових закономірностей зруденіння і доповнюють їх якісними та кількісними характеристиками рудоносності для північної частини родовища. Результати дослідження мають значення для реконструкції палеогеографічних умов трансгресивно–регресивного етапу та можуть бути інтегровані у регіональні моделі осадонагромадження. Виявлені закономірності просторового поширення рудних мінералів та колективного концентрату можуть бути використані для розробки технологічних схем збагачення, що враховують природне шліхування та сумісне нагромадження мінералів. Актуальність отриманих результатів набуває ваги завдяки наявності в рутилі, ільменіті, цирконі, монациті рідкісноземельних та інших цінних елементів, важливих для розвитку економіки і високих технологій. Просторові закономірності зруденіння дозволяють визначати найбільш перспективні ділянки для промислового освоєння, що знижує витрати на видобуток і підвищує рентабельність розробки родовища.

Література:

1. Атлас «Геологія і корисні копалини України». Масштаб 1 : 5 000 000 / Ред. Л.С. Галецький. Київ : НАН України, Міністерство екології та природних ресурсів, 2001.
2. Ганжа О.А., Ковальчук М.С., Кузьманенко Г.О. Цирконієво-титанові родовища Української розсипної провінції: генезис, геологічна характеристика та мінералогія. Журнал геології, географії та геоєкології, 2025. 34 (2), 275–291. DOI: <https://doi.org/10.15421/112524>
3. Виходцев М.К., Дорковська З.М., Павлюк В.М. Оцінка перспектив титан-цирконієвих розсипів північно–східного схилу УЩ (на території діяльності ПДРГП «Північгеологія»): звіт геологорозвідувальної партії Правобережної ГЕ за 2005–2007р.р. Київ, 2007.
4. Крошко Ю.В., Ковальчук М.С. Рудоносність відкладів новопетрівської світи в межах Медвинської і Строківської ділянок. Геохімія техногенезу. 2022. № 8 (36). С. 33–42. DOI: <https://doi.org/10.32782/geotech2022.36.05>
5. Крошко Ю., Ковальчук М. Рудоносність Аврамівського і Західного родовищ (Новомиргородський габро-анортзитовий масив). Мінеральні ресурси України. № 1. 2025. С. 41–49. DOI: <https://doi.org/10.31996/mru.2025.1.41-49>
6. Мазуренко М.Ю. Геологічний звіт з підрахунку запасів Тарасівського родовища розсипних ільменіт–цирконових руд (станом на 01.01.2009 р.). Київ, 2009.
7. Мазуренко М.Ю., Нікулін Д.О., Виходцев М.К. та ін. Розвідка Тарасівського родовища розсипних ільменіт–цирконових руд (звіт про результати геологорозвідувальних робіт за 2004–2009 рр.). Київ, 2009.
8. На родовище титанових руд у Київській області чекає аукціон URL: <https://nadra.info/2024/08/a-deposit-of-titanium-ores-in-the-kyiv-region-may-be-put-up-for-auction/>
9. Родовище Тарасівське. URL: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/tarasivske-rodovyshe.pdf>

10. Тарасівське родовище титану – де знаходиться і чим воно унікальне. URL: <https://novyny.live/industriyi/tarasivske-rodovishche-titanu-de-znakhoditsia-i-chim-vono-unikalne-270675.html>

11. Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Геологічна будова та рудоносність Юрської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Мінералогічний журнал*. 2023. Вип. 45, №4. С. 100–117. DOI: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100>

12. Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Поліхронно–полігенна просторово–парагенетична ільменітоносність Букінської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Геологія, географія, екологія»*. 2023. Вип. 59. С. 55–71. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-05>

13. Фігура Л., Ковальчук М. Рудоносність Ємилівської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2025. Вип. 39. С. 189–204. DOI: <https://doi.org/10.30970/vgl.39.15>

References:

1. Galetskyi, L.S. (Ed.). (2001). Atlas «Heolohiia i korysni kopalyny Ukrainy». Mashtab 1: 5 000 000 [*Atlas «Geology and mineral resources of Ukraine»*]. Scale 1: 5 000 000]. NAN Ukraine, Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv – NAS of Ukraine, Ministry of Ecology and Natural Resources. Kyiv [in Ukrainian].

2. Hanzha, O.A., Kovalchuk, M.S., ta Kuzmanenko, H.O. (2025). Tsyroniievo–tytanovi rodovyshcha Ukrainkoi rozsyponoi provintsii: henezys, heolohichna kharakterystyka ta mineralohiia [Zirconium–titanium deposits of Ukraine placer province: genesis, geological characteristics and mineralogy] *Zhurnal heolohii, heohrafiia ta heoekolohii Journ. Geol. Geograph. Geoecology*, 34(2), 275–291. DOI: <https://doi.org/10.15421/112524> [in English].

3. Vykhotdsev, M.K., Dorkovska, Z.M., Pavliuk, V.M. (2007). Otsinka perspektyv tytan–tsyroniievyykh rozsyviv pivnichno–skhidnoho skhyly UShch (na terytorii diialnosti PDRHP «Pivnichheolohiia»). *Zvit heolohorozvidualnoi partii Pravoberezhnoi HE za 2005–2007 r.r.* [Assessment of the prospects of titanium-zirconium placers on the north-eastern slope of the Ukrainian Shield (within the activity area of PDRGP «Pivnichgeologiya»): Geological exploration party report of the Right–Bank GE for 2005–2007.] Kyiv. 2007. [in Ukrainian].

4. Kroshko, Yu.V., Kovalchuk, M.S. (2022). Rudonosnist vidkladiv novopetritivskoi svity v mezhakh Medvynskoi i Strokivskoi dilianok. [Ore-bearing of sediments of the novopetritivska suite within the boundaries of the Medvynska and Strokivska areas]. *Heokhimiia tekhnogenezu – Geochemistry of Technogenesis*. № 8 (36). P. 33–42. DOI: <https://doi.org/10.32782/geotech2022.36.05>. [in Ukrainian].

5. Kroshko, Yu.V., Kovalchuk, M.S. (2025). Rudonosnist Avramivskoho i Zakhidnoho rodovyshch (Novomyrhorodskiy habro–anortozytovy masyv) [Ore content of Avramivske and Zakhidne deposits (Novomyrhorod gabbro–anorthosite massif)]. *Mineralni resursy Ukrainy – Mineral Resources of Ukraine*, (1), 41–49. DOI: <https://doi.org/10.31996/mru.2025.1.41-49> [in Ukrainian].

6. Mazurenko, M.Yu. (2009). Heolohichniy zvit z pidrakhunku zapasiv Tarasivskoho rodovyshcha rozsyvnykh ilmenit–tsyronovykh rud (stanom na 01.01.2009 r.). [*Geological report on reserves calculation of the Tarasivske deposit of ilmenite-zircon placer ores (as of 01.01.2009)*]. Kyiv [in Ukrainian].

7. Mazurenko, M.Yu., Nikulin, D.O., Vykhotdsev, M.K. ta in. (2009). Rozvidka Tarasivskoho rodovyshcha rozsyvnykh ilmenit–tsyronovykh rud (zvit pro rezultaty heolohorozvidualnykh robit za 2004–2009 rr.) [*Exploration of the Tarasivske deposit of ilmenite–zircon placer ores (report on geological exploration results for 2004–2009)*]. Kyiv [in Ukrainian].

8. Na rodovyshche tytanovykh rud u Kyivskii oblasti chekaie auktsion (2022). [A deposit of titanium ores in the Kyiv region may be put up for auction]. URL: <https://nadra.info/2024/08/a-deposit-of-titanium-ores-in-the-kyiv-region-may-be-put-up-for-auction/> [in Ukrainian].

9. Rodovyshche Tarasivske (2021). [Tarasivske deposit]. URL: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/tarasivske-rodovyshche.pdf> [in Ukrainian].

10. Tarasivske rodovyshche tytanu – de znakhodytsia i chym vono unikalne (2022). [Tarasivske titanium deposit – location and uniqueness]. URL: <https://novyny.live/industriyi/tarasivske-rodovishche-titanu-de-znakhoditsia-i-chim-vono-unikalne-270675.html> [in Ukrainian].

11. Figura, L.A., Kovalchuk, M.S. (2023). Heolohichna budova ta rudonosnist Yurskoi dilianky Mezhyrichnoho rodovyshcha tytanovykh rud [Geological structure and ore-bearing of the Yurska area of the Mezhyrichne titanium ore deposit]. *Mineralohichniy zhurnal – Mineral. Journ. (Ukraine)*. 45, №4. pp. 100–117. DOI: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100> [in Ukrainian].

12. Figura, L.A., Kovalchuk, M.S. (2023). Polikhronno–polihenna prostоровo–parahenetychna ilmenitonosnist Bukinskoi dilianky Mezhyrichnoho rodovyshcha tytanovykh rud [Polychronic–polygenic spatial–paragenetic ilmenite bearing of the Bukinska area of the Mezhyrichny deposit of titanium ores]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu im. V.N. Karazina. Serii «Heolohiia, heohrafiia, ekolohiia» – Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series «Geology. Geography. Ecology»*. 59. pp. 55–71. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-05> [in Ukrainian].

13. Figura, L., Kovalchuk, M. (2025). Rudonosnist Yemylivskoi dilianky Mezhyrichnoho rodovyshcha tytanovykh rud [Ore capacity of the Emylivska section of the Mezhyrichny titanium ore deposit]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii heolohichna – Visnyk of Lviv University. Geological Series*. 39. pp. 189–204. DOI: <https://doi.org/10.30970/vgl.39.15> [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 20.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 08.05.2026