

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РУДОНОСНОСТІ ДІЛЯНОК МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ

О.А. Ганжа ¹, oag2909@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8510-5618>

Є.С. Луньов ², lunev_00@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9999-8565>

К.М. Стародубець ¹, starodubets.kirill@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0887-1543>

І.М. Луньова ², gerasimetsirina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4670-0216>

А.В. Чумак ³, chymak209@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0000-9225-278X>

¹ Інститут геологічних наук НАН України
01054, вул. Олеся Гончара, 55 Б, Київ, Україна

² Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, просп. Акад. Палладіна, 34, Київ, Україна

³ Державний університет «Житомирська політехніка»
10005, вул. Чуднівська, 103, Житомир, Україна

Коротко розглянуто геологічну будову Межирічного родовища ільменіту, розташованого в межах Волинського титанового району. Промисловий вміст ільменіту зосереджений у відкладах мезозой-кайнозойської кори вивітрювання та крейдового періоду (іршанська та мошно-руднянська світи). Найвищий вміст ільменіту характерний для вторинних каолінів, гравійно-галькових відкладів і пісків різнозернистих. Усім ділянкам Межирічного родовища притаманний різкий перепад гіпсометрії покрівлі та підшови рудного покладу. На основі виробничих звітів створено атрибутивну базу даних: координати, опис і результати опробування 3354 свердловин, яка стала основою для картографічних побудов (покрівлі, підшови та товщини продуктивного пласта, латерального розподілу середньої концентрації ільменіту в продуктивному пласті) і математико-статистичної обробки даних. Карти покрівлі та підшови продуктивного пласта корелюють між собою, однак з різкішими перепадами абсолютних відміток підшови продуктивного пласта. Для Букінської (78,7 кг/м³), Ємилівської (78,2 кг/м³) та Юрської (77,2 кг/м³) ділянок характерні вищі значення середнього вмісту ільменіту, ніж у середньому для родовища (74 кг/м³); для Букінської (10,6 м) та Ємилівської (11,4 м) — вищі значення товщини продуктивного пласта, ніж у середньому для родовища (9 м).

Ключові слова: Межирічне родовище, рудоносність, просторовий розподіл, ільменіт, порівняльний аналіз.

Вступ. У сучасних умовах розвитку промисловості та технологій особливо актуальними є питання, пов'язані з ресурсами мінералів титану. Актуальність дослідження рудоносності родовищ ільменіту в Україні є високою, оскільки ільменіт — це головний мінерал — джерело титану, який є критично важливою сировиною для оборонно-промислового комплексу, авіабудування, хімічної промисловості, медицини та інших високотехнологічних галузей. Титан відіграватиме важливу

роль у повоєнному відновленні України. Відомі розсипні родовища як основне джерело видобутку поступово виснажуються. Це створює нагальну потребу в дослідженні нових родовищ або переоцінці вже вивчених за допомогою сучасних методів, щоб забезпечити безперервне нарощування мінерально-сировинної бази титану.

Практична складова дослідження, зумовлена потребою у розвитку сировинної бази титану України та необхідністю викорис-

тання сучасних засобів інформаційного забезпечення для дослідження особливостей залягання і рудоносності родовищ титану, представлена у Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року.

Титанові руди (ільменіт) також офіційно включені до затвердженого Урядом України переліку корисних копалин стратегічного та критичного значення (поряд із літієм, ураном та іншими) [1]. Титан є одним із ключових мінералів в Угоді між Україною та Сполученими Штатами Америки про співробітництво у сфері критичних мінералів [4].

Нині в Україні обліковано 40 родовищ титану, з яких: два унікальних, 12 великих, 10 середніх, 12 детально розвіданих, вісім розробляються, також відомо понад 30 рудопроявів різного ступеня вивченості [10].

Межирічне родовище ільменіту підтвердило свою інвестиційну привабливість, оскільки частина ділянок вже відпрацьована чи розробляється нині. Тому важливо виконати порівняльний аналіз рудоносності всіх ділянок родовища.

Метою роботи є представлення результатів структурно-літологічного моделювання та математико-статистичної обробки даних стосовно рудоносності Межирічного родовища ільменіту.

Методи досліджень. На основі даних повторного геолого-економічного оцінювання запасів Межирічного родовища титанових руд: ділянки Середня, Ємилівська, Юрська, Осінова та Букінська (2018), а також детальної розвідки Ісаківської ділянки Межирічного родовища (1969—1972), із застосуванням сучасних засобів інформаційного забезпечення отримано низку картографічних побудов і діаграм, які відображають рудоносність родовища. Для картографічного моделювання структури (гіпсометрії покривлі та підшви рудоносних відкладів і їхньої товщини) та якісних показників (розподіл вмісту ільменіту за латераллю) рудоносних порід створена база даних, яка містить відомості про координати 3354 свердловин, їх опис, результати опробування. Картографічні побудови здійснено з використанням ГІС-технологій у програмних забезпеченнях

Inkscape, Golden Software Surfer, MapInfo. Під час досліджень середньої концентрації ільменіту продуктивного пласта в межах Межирічного родовища та виділення продуктивного рудного тіла було враховано результати опробування свердловин, концентрації ільменіту в яких перевищували 15 кг/м³, оскільки, відповідно до підрахунку запасів титанових руд у межах ділянок Осінова, Юрська, Середня, Ємилівська і Букінська Межирічного родовища станом на 01.01.2018 р.¹ це значення було встановлене як мінімально-промислове для групи позабалансових запасів. Математико-статистичну обробку даних виконано в *Microsoft Excel*.

Історія вивчення родовища. Житомирська експедиція протягом 1953—1958 рр. у результаті пошуково-розвідувальних робіт відкрила низку розсіпів і родовищ титану у корах вивітрювання (зокрема Межирічного) і здійснила генеральний підрахунок запасів ільменіту та двоокису титану². У 1969—1972 рр. виконано детальну розвідку в південно-західній частині Межирічного родовища (Ісаківська ділянка)³. Під керівництвом Т. Нестеренко організовано повторну геолого-економічну оцінку запасів Межирічного родовища титанових руд (ділянки Середня, Ємилівська, Юрська, Осінова та Букінська) станом на 01.01.2018 р. (Нестеренко Т. Звіт..., 2018).

1967 року опубліковано колективну монографію про титанові та титан-цирконієві розсипи України, де надано детальну геологічну характеристику з виокремленням восьми ділянок (Осінова, Юрська, Середня, Ємилівська, Південна, Ісаківська, Букінська та Рихтинська) Межирічного родовища [3].

¹ Нестеренко Т. Звіт. Повторна геолого-економічна оцінка запасів Межирічного родовища титанових руд (ділянки Середня, Ємилівська, Юрська, Осінова та Букінська). Кривий Ріг, 2018.

² Рубан Н.И. Генеральный подсчет запасов титана по Междуречному и Лемненскому россыпным месторождениям ильменита по состоянию на 01.01.1959 г. Отчет о результатах геолого-поисковых и разведочных работ, выполненных Житомирской экспедицией в бассейнах р. Ирши и верхнего течения р. Уж в Житомирской области. Киев, 1959.

³ Проскурин Г.П., Фещенко Л.П., Вознюк А.И. Отчет о детальной разведке Исаковского участка Междуречного россыпного месторождения титана, проведенной Житомирской экспедицией в Житомирской области, УССР в 1969—1972 гг. Киев, 1972.

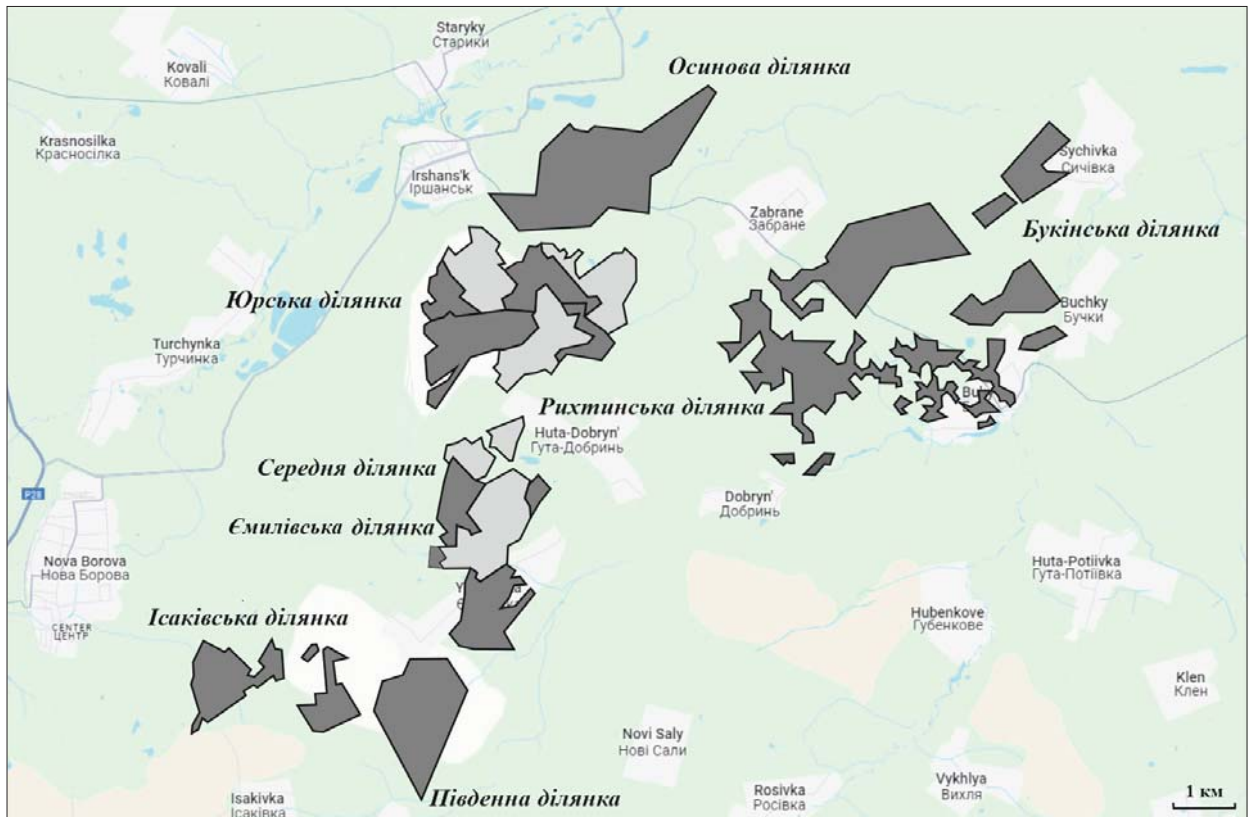


Рис. 1. Оглядова карта Межирічного родовища ільменіту

Характеристику ільменітових та цирконій-титанових родовищ Української розсипної провінції представили О.А. Ганжа, М.С. Ковальчук та Г.О. Кузьманенко [10], які описали загальні закономірності формування Межирічного родовища. О. Ганжа і М. Дрьолнер дослідили особливості мінерального складу рудної товщі в межах п'яти ділянок (Осинова, Ємилівська, Букінська, Середня та Юрська) Межирічного родовища ільменіту [9].

Досліджували особливості латерального розподілу ільменіту деяких ділянок Межирічного родовища Л.А. Фігура та М.С. Ковальчук і побудували структурно-літологічні моделі для Осинової [8], Букінської [5, 7], та Юрської [6], Ємилівської ділянок. Порівняльний аналіз Межирічного і Тростяницького родовищ ільменітових руд виконали М. Мережко, А. Чумак, Г. Кузьманенко [2].

Зважаючи на значний інтерес, перспективність і інвестиційну привабливість Межирічного родовища ільменіту, доцільно узагальнити матеріал щодо його рудоносності та дослідити просторовий розподіл

ільменіту, а також виконати порівняльний аналіз його ділянок.

Геологічна будова Межирічного родовища. Межирічне розсипне родовище титанових руд розташоване в Житомирському та Коростенському районах Житомирської області. Досліджуваний район — рівнинна ділянка між річками Ірша та Тростяниця з незначним ухилом на північний схід. До складу родовища входять вісім ділянок (рис. 1): Осинова, Юрська, Середня, Ємилівська, Ісаківська, Південна, Рихтинська та Букінська [3].

Межирічне родовище розробляє Об'єднана гірничо-хімічна компанія (ОГХК) Іршанського гірничозбагачувального комбінату (Ємилівська, Середня, Юрська ділянки) та Диверсифікована міжнародна група компаній ТОВ «Межиріченський гірничозбагачувальний комбінат» (Ісаківська та Південна ділянки).

Відпрацьовував родовище ОГХК у межах Ємилівської ділянки протягом 2001—2003 рр. З 2003 р. кар'єром № 7 почали розробку Середньої та Ємилівської ділянок, кар'єром № 8 — Юрської, північну частину якої з

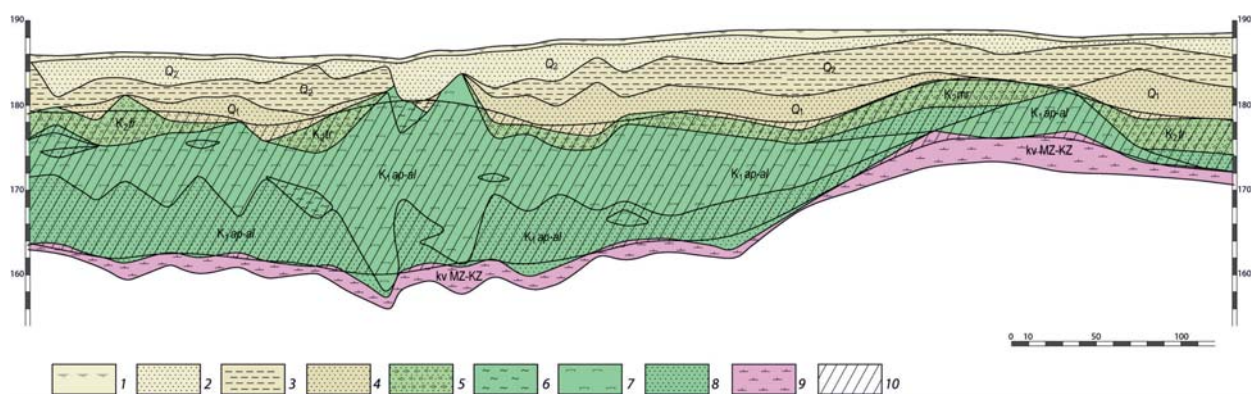


Рис. 2. Зведений геологічний розріз Межирічного родовища. 1 — ґрунтово-рослинний шар (Антропоцен); 2 — сучасні алювіальні піски та супіски (Holocene); 3 — сучасні алювіальні суглинки та глини (Holocene); 4 — підморенні водно-льодовикові піски, суглинки та глини (Pleistocene); 5 — піщано-кременієвий горизонт (Upper Cretaceous, туронський ярус); 6 — глини тонковідмучені та піщанисті, часто з рослинними рештками (алювіальні відклади) (Апт-Альб); 7 — каолін вторинний, часто з гравієм та дрібною галькою кварцу (делювіальні відклади) (Апт-Альб); 8 — піски різнозернисті (крупнозернисті різновиди залягають у базальній частині; дрібно-середньозернисті — у верхній) (алювіальні відклади) (Апт-Альб); 9 — первинні каоліни, кора вивітрювання (Мезо-Кайнозой); 10 — рудна товща [10]

2005 р. продовжили розробляти кар'єром № 9. ТОВ «Межиріченський гірничозбагачувальний комбінат» почав розробляти Ісаківську ділянку з 2010 р., а Південну — з 2016 р.

Межирічне родовище ільменіту складене двома генетичними типами відкладів (рис. 2): елювіальними, приуроченими до кір вивітрювання основних порід, та алювіальними, частково — делювіально-алювіальними, пов'язаними із ерозійно-аккумулятивною діяльністю водних та водно-льодовикових потоків. У геологічному плані родовище розташоване в межах поширення основних порід Володарсько-Волинського масиву коростенського комплексу (центральної частині Коростенського плутону, який займає центральну та східну частину Волинського мегаблоку), представлених породами габро-анортозитової формації.

Межирічне родовище, як і район загалом, має двоповерхову геологічну будову. Кристалічний фундамент нижнього структурного поверху представлений породами коростенського інтрузивного комплексу ранньопротерозойського віку, що перекриті суцільним чохлам осадових порід верхнього структурного поверху мезозой-кайнозойського віку. Оскільки продуктивною товщею є саме останні утворення, характеристику порід інтрузивного комплексу подано у скороченому вигляді.

Серед палеопротерозойських утворень кристалічного фундаменту переважають

породи основного складу: анортозити, габро-анортозити (~80 %), рідше — габро, габро-норити, перидотити, піроксеніти (~15 %); дуже обмежено поширені (~5 %) породи проміжного складу (троктоліти, монзоніти, гранодіорити) та кислого ряду (граніти рапаківоподібні). Вміст рудних мінералів (ільменіт + титаномagnetит) у цих породах такий, %: анортозити (лабрадорити) приблизно 1; габро-анортозити 2—3, лейкоксенізоване габро 5—15, габро мезомеланократове 8—30; габро-перидотити, піроксеніти, перидотити 20—25. Вміст двоокису титану у кристалічних породах основного складу змінюється від 0,1 до 6,8 %, в середньому 2—4 %. Вищий вміст приурочений до габрових різновидів порід.

Кристалічні породи фундаменту в межах родовища перекриті корою вивітрювання, яка має переважно площовий характер. Віковий інтервал розвитку кір вивітрювання кристалічних порід визначено як мезозой-кайнозойський.

Профілю мезозой-кайнозойської кори вивітрювання характерна зональність (знизу вгору): 1 — зона початкових продуктів вивітрювання, переважної гідратації силікатів та початку їх вилугування (дезінтеграції); 2 — зона проміжного розкладу (вилугування) продуктів вивітрювання (гідролітично-каолінітова або гідролітично-монтморилоніт-каолінітова), тобто зона часткової

каолінізації; 3 — зона стійких продуктів вивітрювання (каолінітова), тобто зона повної каолінізації.

У межах родовища не завжди чітко прослідковуються переходи однієї зони кори в іншу, як і не завжди присутні всі три зони. У профілі кори вивітрювання загалом переважає зона дезінтеграції та початкового вивітрювання, місцями спостерігаються зони часткової та повної каолінізації. Перехід однієї зони в іншу поступовий.

Максимальний вміст рудних мінералів (до 15—20 %, зокрема ільменіту до 6 %) приурочений до кори вивітрювання габро-перидотитів і дрібнозернистого габро, у корі вивітрювання габро-анортозитів і анортозитів цей вміст складає до 10 % рудних мінералів (ільменіту до 4 %) і менше 4—5 % апатиту. Максимальний вміст ільменіту в корах вивітрювання складає 721,8 кг/м³. Загальна товщина кори вивітрювання коливається від 0 до 33,6 м і складає в середньому по родовищу 6,7 м (Нестеренко Т. Звіт..., 2018). Практично вся кора вивітрювання ільменітоносна, а на значній частині площі містить промислові концентрації.

Важливу роль у формуванні промислового вмісту ільменіту відіграють утворення крейдової системи. У складі нижньокрейдових відкладів виділяються аптський і альбський яруси нерозчленовані, представлені іршанською світою. Верхньокрейдіві утворення представлені туронським ярусом: відкладами мошно-руднянської світи.

Відклади іршанської світи у межах Межирічного родовища є найдревнішими геологічними утвореннями фанерозою. Крім того, з ними пов'язана переважна більшість промислових покладів ільменіту алювіального та алювіально-делювіального типу. Формування цих утворень відбувалось у континентальних умовах у межах палеодолин.

У складі пісків в середньому міститься, %: грубо-різнозернистого піску (0,1—2 мм) 65—75; каоліну (клас 0,01 мм) 10—18; гравію майже 10; пилюватих часток 3—7. За мінеральним складом піски суттєво кварцові. Піски різнозернисті утворюють промислові розсипи на усіх ділянках Межирічного родовища, де найвищий вміст ільменіту приурочений до нижнього (базального) горизонту і

досягає максимальних концентрацій у гравійно-гальковому горизонті різнозернистих пісків. Винятком є ділянки розсипів, де на «плотику» залягають майже безкаолінові грубозернисті та гравійні піски із незначним вмістом ільменіту (Осинова ділянка).

Гравійно-галькові піщанисті каоліни та каоліністі піски містять промислову концентрацію ільменіту до 685,8 кг/м³. Вміст глинистої фракції (<0,01 мм) становить 40—50, іноді до 60 %. Крім ільменіту в шліхах встановлено кварц, польові шпати, лейкоксен (0,41 кг/м³), апатит (0,42), рутил (0,16), циркон (1,01), монацит (0,6 кг/м³), титаномагнетит, дистен, сидерит, хлорит та ін.

Мошно-руднянська світа туронського ярусу на території Межирічного родовища представлена піщано-кремнієвим горизонтом, який має майже суцільне поширення на Осиновій, Юрській та Середній ділянках; фрагментарне — на Букінській та Ємилівській. За літологічним складом горизонт складений кременями різного розміру (від 1 см до 0,5—1,0 м) і форми, та різнозернистим піском, у нижній частині каоліністим. Товщина піщано-кремнієвого горизонту у місцях його поширення становить 0,5—14,0 м, в середньому 2,6 м.

Підвищений вміст ільменіту в цьому горизонті іноді сягає промислового, але як окремий горизонт промислового значення не має. Частка промислових покладів мошно-руднянської світи у загальному балансі незначна — орієнтовно 2 %.

Палеогенові, неогенові та четвертинні відклади промислової концентрації ільменіту не містять.

Рудна характеристика Межирічного родовища. До складу Межирічного родовища входять вісім ділянок: Осинова, Юрська, Середня, Ємилівська, Ісаківська, Південна, Рихтинська та Букінська. Коротко окреслимо особливості кожної з них.

Осинова ділянка розташована у північній частині Межирічного родовища. За геологічною будовою це майже суцільний піщано-кременистий горизонт (займає близько 75—80 % площі) товщиною 1,0—9,0 м, (в середньому 2,9 м). Ділянці властиві значні перепади товщини розкривних порід (від 1,5 до

23 м) за середньої товщини розкриву 10,8 м, максимальної із всіх ділянок Межирічного родовища. Продуктивний пласт представлений вторинними каолінами (часто запісоченими) та різнозернистими пісками у співвідношенні 1 : 1, із деякою перевагою каолінів у північно-східній частині ділянки та частими фаціальними змінами.

Вміст ільменіту в алювії балансових запасів (49,0 %) дещо знижений як порівняти з іншими ділянками родовища (середнє по Межирічному родовищу 94,6 %), унаслідок чого запаси титанової сировини належать до позабалансових.

Максимальний вміст ільменіту встановлено, кг/м³: у каолінах вторинних — 493,9; пісках різнозернистих — 443,3; делювіальних гравійно-галькових піщанистих каолінах — 214,4. Вміст TiO₂ в ільменіті у межах всієї Осинової ділянки в середньому становить 60,88 %.

Юрська ділянка розташована у західній і центральній частинах Межирічного родовища. Як вказано вище, її розробляють кар'єрами № 8 (на півдні) з 2003 р. та № 9 (на півночі) із 2005 р. Кар'єр № 8 розташовано на відстані 0,35 км від північної околиці с. Гута-Добринь, кар'єр № 9 — на відстані 0,5 км від с-ще Іршанськ (південно-західніше).

У геологічній будові Юрської ділянки відзначено:

- майже суцільний розвиток піщано-кременистого горизонту (90—95 %), доволі витриманої товщини (1,0—3,0 м);

- продуктивний пласт представлений переважно вторинними каолінами (іноді запісоченими) та різнозернистими пісками у співвідношенні 3 : 1;

- вторинні каоліни, як правило, є у верхній частині продуктивного пласта;

- найвищий вміст ільменіту пов'язаний саме із Юрською ділянкою, особливо її південно-західною частиною;

- найвищий ступінь лейкоксенізації ільменіту (вміст TiO₂ у ільменіті) — 61,31 %;

Максимальний вміст ільменіту встановлено, кг/м³: у вторинних каолінах — 1272,5 та пісках різнозернистих — 506,2.

Середня ділянка розташована у південно-західній частині Межирічного родовища.

Особливості геологічної будови Середньої ділянки такі:

- піщано-кремнієвий горизонт не має суцільного поширення, але займає майже 75 % площі ділянки;

- вищий вміст кремневих стяжін (до 50 %) у складі піщано-кремнієвого горизонту із розмірами конкрецій до 0,5 м;

- наявність значної кількості вторинних каолінів у складі продуктивного пласта, із частим їх перешаруванням з пісками.

Продуктивний пласт складений такими літологічними різновидами (за об'ємами їх поширення), %: піски каоліністі дрібно-середньозерністі 36, каоліни вторинні 34, піски каоліністі крупно-різнозерністі 23, піски глиністі 4, піщано-кремненевий горизонт 2,7, супіски 0,5, глини 0,3.

Максимальний вміст ільменіту встановлено, кг/м³: у делювіальних гравійно-галькових піщанистих каолінах у центральній частині ділянки — 461,6; вторинних каолінах 426,9; пісках різнозернистих 356,7. Вміст TiO₂ у ільменіті в межах всієї Середньої ділянки змінюється від 52,0 до 62,4 % за середнього 54,84 %.

Ділянку розробляють кар'єром № 7 із 2003 року. Станом на 01.01.2018 р. балансові запаси ділянки відпрацьовані, а залишок запасів віднесено до таких, промислове значення яких не визначено за гірничо-технічними умовами.

Ємилівська ділянка розташована у південно-західній частині Межирічного родовища. Розробку Ємилівської ділянки здійснювали відкритим способом (кар'єр № 7) у 2000—2003 рр. Натепер балансові запаси ільменіту відпрацьовані (залишки запасів вміщує цілик санітарно-захисної зони с. Ємилівка, а також видобуток їх неможливий за гірничо-технічними умовами). До особливостей геологічної будови належать:

- фрагментарний розвиток піщано-кремнієвого горизонту із максимальною товщиною 8,0 м за середнього 1,8—2,0 м;

- значна перевага пісків над вторинними каолінами із поступовими переходами між ними (піски → каоліністі піски → каоліни піщанисті → каоліни);

- суттєві перепади товщини розкривних порід. Максимальний вміст ільменіту вста-

новлено у пісках різнозернистих (переважно у гравійно-гальковому горизонті) в центральній частині ділянки — 666,6 кг/м³. У вторинних каолінах, розвиток яких дуже обмежений, вміст ільменіту не перевищував 45,1 кг/м³.

Ісаківська ділянка займає південний фланг Межирічного родовища. Серед особливостей геологічної будови Ісаківської ділянки відзначено:

- найвищі абсолютні відмітки підосви та покрівлі рудного покладу (як порівняти з іншими ділянками родовища);
- виокремлення в межах родовища неогенових відкладів (полтавських та сарматських);
- збільшена товщина алювіальних та водно-льодовикових відкладів (як порівняти з іншими ділянками родовища, їхня середня товщина утрічі більша).

Вміст ільменіту в корі вивітрювання поширений нерівномірно як у плані, так і в розрізі, і змінюється від 1,0—2,0 до 153,3 кг/м³.

У породах іршанської світи вміст ільменіту змінюється від 20 до 400 кг/м³, подеколи сягаючи 547,6 кг/м³. Вміст ільменіту в мошно-руднянській світі коливається в межах 5,0—10,0 до 101,0 кг/м³, в середньому 45—60 кг/м³ (в контурі підрахунку запасів). Неогенові відклади мають незначний вміст ільменіту (Проскурин Г.П. и др. Отчет..., 1972).

Букінська ділянка займає східний фланг Межирічного родовища. Серед особливостей геологічної будови Букінської ділянки:

- значні коливання глибини залягання «плотика» (поверхні кристалічних порід): від 2,0 м у південно-східній до 47,5 м у західній частинах ділянки;
- фрагментарний розвиток піщано-кременистого горизонту (майже 28—30 % площі) із максимальною товщиною 14,0 м, в середньому — 3,1 м;
- утворення промислової концентрації ільменіту не лише в алювіальних (делювіальних) відкладах, а й у корі вивітрювання (елювіальний тип), із об'ємною перевагою запасів останніх;
- можливість комплексного відпрацювання двох генетичних типів ільменітових розсипів: алювіальних, частково делювіальних та елювіальних (останні залягають у підосві перших).

Максимальний вміст ільменіту встановлено, кг/м³: в алювіальних різнозернистих пісках — 1007,7; у вторинних каолінах — 558,2; у делювіальних гравійно-галькових піщаних каолінах — 685,8 і корах вивітрювання — 721,8. Середнє значення вмісту TiO₂ в алювіальних покладах Букінської ділянки — 59,62 %, в елювіальних покладах кори вивітрювання — 52,78 %.

За результатами дослідження побудовано карту покрівлі продуктивного пласта на Межирічному родовищі (рис. 3), в результаті аналізу якої отримано зведені дані (табл. 1).

Максимальні значення товщини покрівлі продуктивного пласта фіксуються в межах ділянки Ісаківська, на південному заході Межирічного родовища. Мінімальні значення висоти покрівлі продуктивного пласта фіксуються в межах Букінської та Осинової ділянок, на північному сході Межирічного родовища. Перевищення абсолютних відміток поверхні продуктивного пласта в межах родовища — 45,3 м, подекуди від 18,5 (Ємилівська ділянка) до 34,5 м (Букінська). Загалом карта покрівлі продуктивного пласта повторює карту поверхні осадового чохла (рельєфу) на Межирічному родовищі, однак з різкішими перепадами абсолютних відміток.

Побудовано карту підосви продуктивного пласта на Межирічному родовищі (рис. 4) і так само отримано зведені дані (табл. 2).

Максимальні значення гіпсометричної висоти розташування підосви продуктивного пласта фіксуються в межах ділянки Ісаківська, на південному заході Межирічного родовища. Мінімальні — у межах Букінської та Осинової ділянок, на північному сході Межирічного родовища. Перевищення абсолютних відміток підосви продуктивного пласта в межах родовища становлять 60,6 м, окремих ділянок — від 24,2 (Осинова ділянка) до 44,5 м (Букінська). Ця карта узгоджується з картою покрівлі продуктивного пласта Межирічного родовища, однак з різкішими перепадами абсолютних відміток.

Аналогічно побудовано карту товщини продуктивного пласта на Межирічному родовищі (рис. 5) та отримано зведені дані (табл. 3).

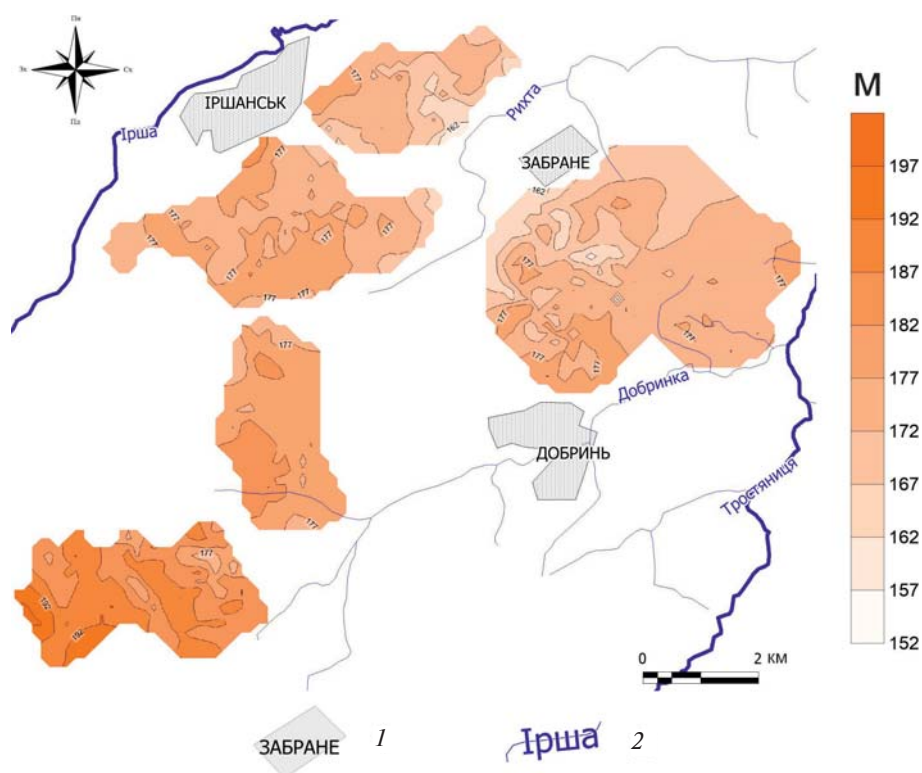


Рис. 3. Карта покрівлі продуктивного пласта на Межирічному родовищі. Тут і на рис. 4—6: 1— населені пункти; 2 — гідромережа

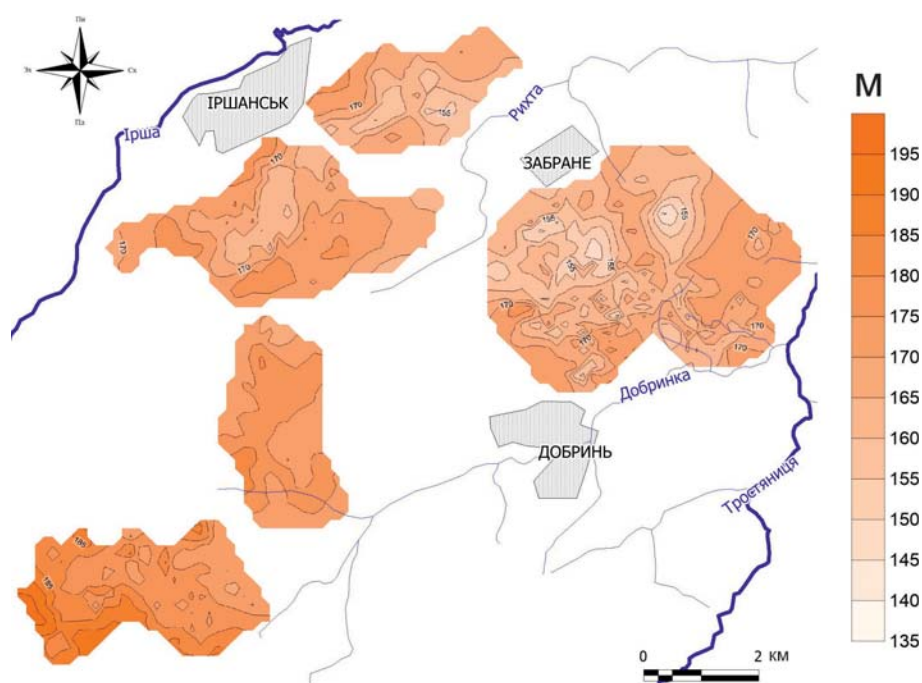


Рис. 4. Карта підшови продуктивного пласта Межирічного родовища

Максимальні значення товщини продуктивного пласта фіксуються в межах Букінської ділянки, на північному сході Межирічного родовища. Мінімальні значення товщини продуктивного пласта фіксуються в межах Середньої та Ємилівської ділянок. Загалом на всіх ділянках витримана середня товщина продуктивного пласта: від 7,3 (Осинова ділянка) до 11,4 м (Ємилівська). Перевищення товщини продуктивного пласта родовища максимальні в межах Букінської ділянки (36,6 м), на інших ділянках — 20—27,4 м. Букінській ділянці характерна максимальна товщина центральної частини, тому її продуктивність можна підвищити за рахунок зменшення контуру крайових частин.

Побудовано карту латерального розподілу середньої концентрації ільменіту в продуктивному пласті Межирічного родовища (рис. 6) і в результаті її аналізу отримано зведені дані (табл. 4).

Таблиця 1. Зведені дані щодо гіпсометрії покрівлі (м) продуктивного пласта Межирічного родовища

Ділянка	Максимум	Мінімум	Середнє	Кількість вимірів
Букінська	186,5	152,0	175,0	936
Ємилівська	184,3	165,8	175,9	146
Ісаківська	197,3	173,1	186,5	497
Осинова	184,4	157,0	173,8	392
Середня	188,8	157,5	177,9	244
Юрська	186,7	164,4	176,6	1139
РОДОВИЩЕ ЗАГАЛОМ	197,3	152	177,4	3354

Таблиця 3. Зведені дані щодо товщини продуктивного пласта (м) Межирічного родовища

Ділянка	Максимум	Мінімум	Середнє	Кількість вимірів
Букінська	38,0	1,4	10,6	936
Ємилівська	27,0	2,0	11,4	146
Ісаківська	24,5	0,5	8,7	497
Осинова	21,0	1,0	7,3	392
Середня	28,9	1,5	8,5	244
Юрська	23,0	1,0	8,1	1139
РОДОВИЩЕ ЗАГАЛОМ	38	0,5	9	3354

Максимальні значення середньої концентрації ільменіту в продуктивному пласті фіксуються в межах Юрської ділянки, найнижчі — серед максимальних характерні Ємилівській ділянці. Усереднені значення цього показника приблизно однакові на всіх ділянках родовища та коливаються в межах від 62,8 (Ісаківська ділянка) до 78,7 кг/м³ (Букінська). Розподіл середньої концентрації ільменіту нерівномірний (плямистий) по площі досліджень і не корелює (за коефіцієнтом кореляції Пірсона) з товщиною продуктивного пласта чи поверхнею осадового чохла (рельєфом). Варто відмітити, що підвищені концентрації ільменіту не тяжіють до ділянок понижень рельєфу.

На рис. 7 наведено діаграму розсіювання середніх концентрацій ільменіту в продуктивному пласті Межирічного родовища. На діаграмі розсіювання кількість свердловин із середнім вмістом ільменіту, кг/м³: 0—50 —

Таблиця 2. Зведені дані щодо гіпсометрії підшви (м) продуктивного пласта Межирічного родовища

Ділянка	Максимум	Мінімум	Середнє	Кількість вимірів
Букінська	180,1	135,6	164,4	936
Ємилівська	176,9	151,8	164,5	146
Ісаківська	196,2	165,3	177,8	497
Осинова	175,9	151,7	166,5	392
Середня	182,9	145,3	169,4	244
Юрська	182,1	152,2	168,5	1139
РОДОВИЩЕ ЗАГАЛОМ	196,2	135,6	168,4	3354

Таблиця 4. Зведені дані щодо середньої концентрації ільменіту (кг/м³) в продуктивному пласті Межирічного родовища

Ділянка	Максимум	Мінімум	Середнє	Кількість вимірів
Букінська	507,7	17,0	78,7	936
Ємилівська	205,0	23,1	78,2	146
Ісаківська	264,3	15,1	62,8	497
Осинова	286,2	15,0	71,6	392
Середня	249,5	15,2	65,5	244
Юрська	675,5	15,4	77,2	1139
РОДОВИЩЕ ЗАГАЛОМ	675,5	15,0	74	3354

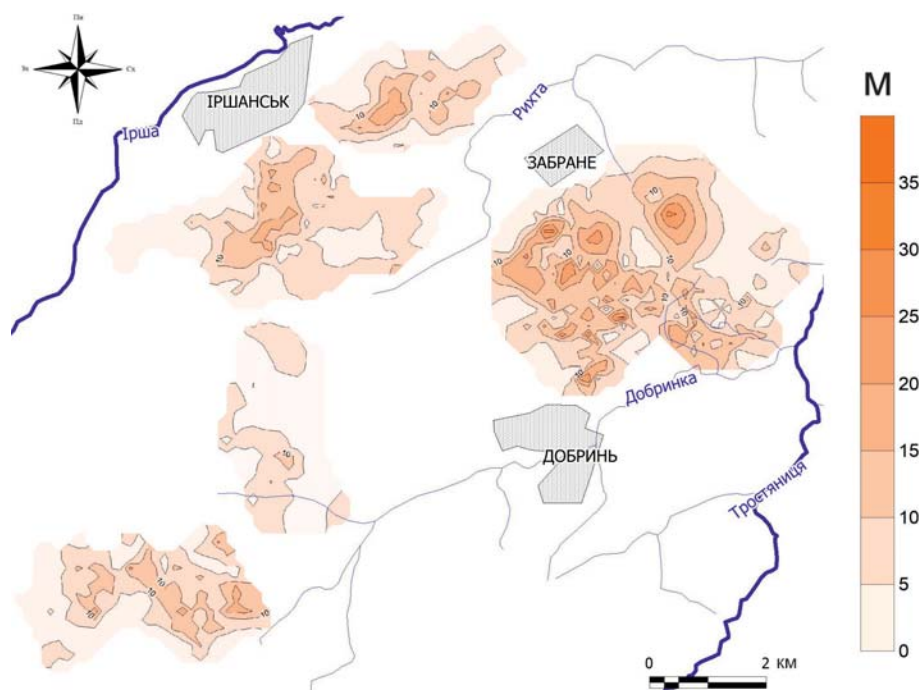


Рис. 5. Карта товщини продуктивного пласта Межирічного родовища

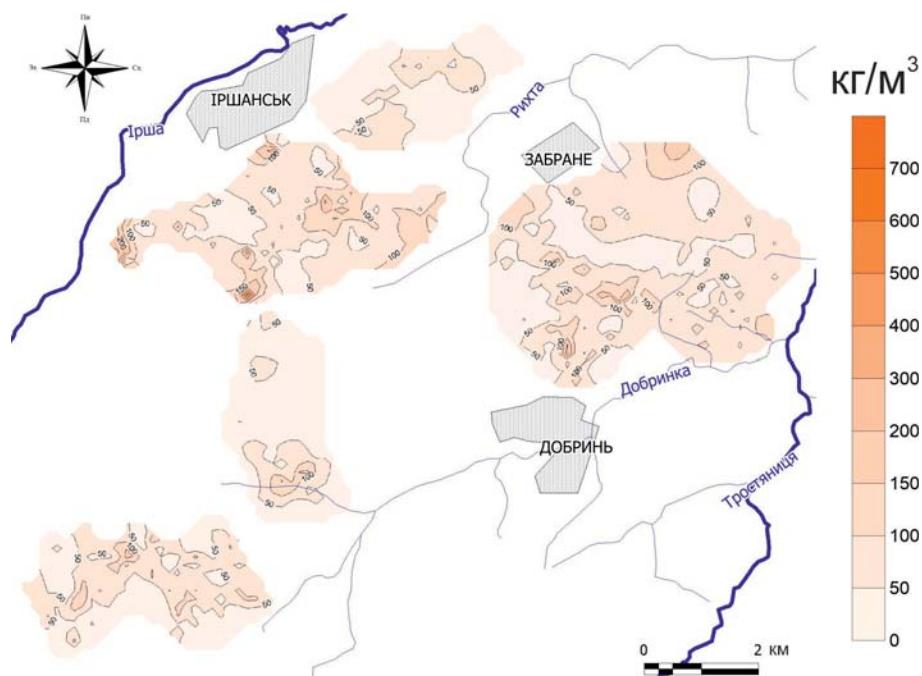


Рис. 6. Карта латерального розподілу середньої концентрації ільменіту в продуктивному пласті Межирічного родовища

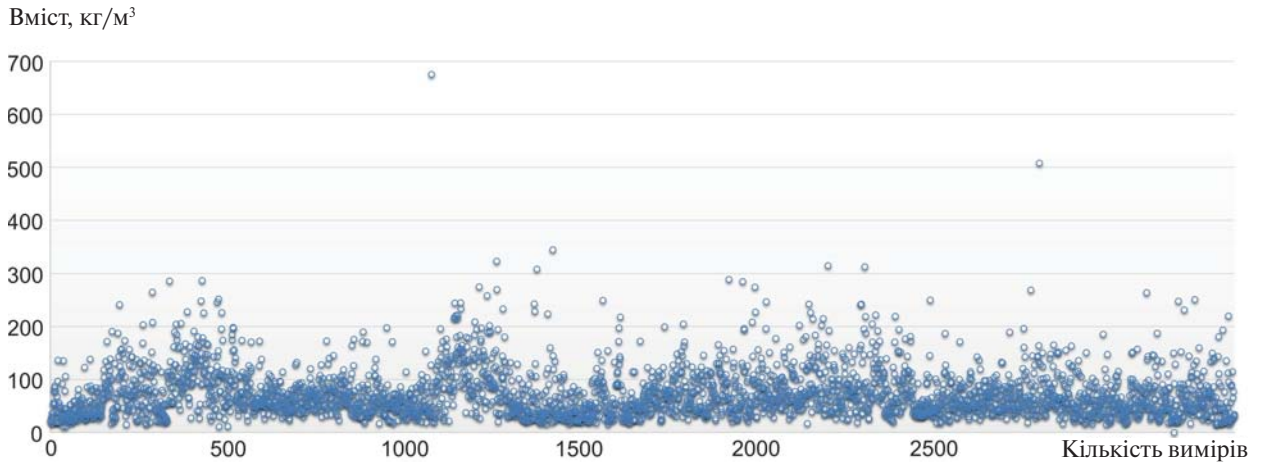


Рис. 7. Діаграма розсіювання середніх концентрацій ільменіту в продуктивному пласті Межирічного родовища

1165 свердловин (34,7 %); 50—100 — 1482 св. (44,2 %); 100—150 — 488 св. (14,6 %); 150—200 — 152 св. (4,5 %); >200 — 67 св. (2 %).

Висновки. Узагальнення фактичного матеріалу геологорозвідувальних робіт щодо рудоносності Межирічного родовища ільменіту, дослідження просторового розподілу його вмісту та результати математико-статистичної обробки інформації дали підстави для таких висновків.

1. Промислові запаси Межирічного родовища зосереджені у мезозой-кайнозойській корі вивітрювання та крейдових відкладах (іршанська та мошно-руднянська світи).

2. Деяким ділянкам Межирічного родовища ільменіту характерні відмінності у стратиграфічному розрізі (зокрема, поява неогенових відкладів на Ісаківській ділянці) та у літологічному складі порід, що вміщують рудоносні товщі. Найвищий вміст ільменіту властивий вторинним каолінам (Осинова, Юрська, Середня, Ісаківська, Букінська ділянки), гравійно-гальковим відкладам (Середня, Ємилівська, Ісаківська, Букінська ділянки), різнозернистим піскам (Осинова, Юрська, Середня, Ємилівська, Букінська ділянки).

3. Усім ділянкам Межирічного родовища притаманний різкий перепад абсолютних відміток покрівлі (від 18,5 на Ємилівській ділянці, до 34,5 м на Букінській) та підшви (від 24,2 на Осиновій до 44,5 м на Букінській ділянці) рудного покладу. Карти покрівлі та підшви продуктивного пласта узгоджуються між собою, однак з різкішими перепадами абсолютних відміток підшви продуктивного пласта.

4. За результатами математико-статистичної обробки даних встановлено, що Букінській, Ємилівській та Юрській ділянкам характерні вищі значення середнього вмісту ільменіту (78,7; 78,2 та 77,2 кг/м³ відповідно) ніж середні по родовищу (74 кг/м³), а Букінській та Ємилівській — ще й більша товщина продуктивного пласта (10,6 та 11,4 м відповідно) за середню по родовищу (9 м). Підвищений вміст ільменіту не тяжіє до ділянок понижень рельєфу.

5. Середня концентрація ільменіту в межах Межирічного родовища розподілена так: 0—50 кг/м³ — 34,7 % свердловин; 50—100 кг/м³ — 44,2 %; 100—150 кг/м³ — 14,6 %; 150—200 кг/м³ — 4,5 %; >200 кг/м³ — 2 %.

6. Отримані результати підтверджують висновки попередніх досліджень і доповнюють їх новими даними щодо рудної характеристики Межирічного родовища, а також порівняльною оцінкою його ділянок.

7. На основі зіставлення показників, що характеризують рудоносність Межирічного родовища ільменіту, та враховуючи те, що, Юрська, Ємилівська, Середня та Ісаківська ділянки були взяті до промислової розробки, до освоєння можуть бути рекомендовані Букінська та Осинова ділянки.

Дослідження виконано в рамках гранту НАН України «Умови утворення екзогенних ільменітових родовищ Волинського розсипного району» дослідницьким лабораторіям / групами молодих вчених НАН України для проведення досліджень за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки на 2024—2025 роки.

Література

1. Державна служба геології та надр України (2025). Кабмін затвердив переліки критичних і стратегічних корисних копалин та ділянок надр (родовищ) для проведення конкурсів УРП і аукціонів. URL: <https://www.geo.gov.ua/kabmin-zatverdvyv-pereliky-krytychnykh-i-stratehichnykh-korysnykh-kopalyn-ta-dilianok-nadr-rodovyschch-dlia-provedennia-konkursiv-urp-i-auksioniv/> (дата звернення: 11.10.2025).
2. Мережко М., Чумак А., Кузьманенко Г. Порівняльна характеристика Межирічного і Тростяницького родовищ ільменітових руд. Стан, проблеми і перспективи розвитку мінералогічної науки та освіти в Україні: Матеріали Тринадцятих наук. читань ім. акад. Є. Лазаренка. Відп. ред. М. Павлунь. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2024. С. 112—117.
3. Титановые и титано-циркониевые россыпи Украинской ССР. Глав. ред. Н.П. Семенов, отв. ред. М.Ф. Веклич. Киев: АН УССР, Ин-т геол. наук, Сектор геогр., Ин-т экономики СОПС, Мин-во геол. УССР, Ин-т минер. рес., 1967. 850 с.
4. Угода між Урядом України та Урядом Сполучених Штатів Америки про створення Американсько-Українського інвестиційного фонду відбудови (2025): Угода Кабінету Міністрів України; США; міжнародний документ від 30.04.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/840_001-25#Text (дата звернення: 11.10.2025).
5. Фігура Л., Ковальчук М. Поліхронно-полігенна просторово-парагенетична ільменітоносність Букінської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2023. Вип. 59, С. 55—71. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-05>
6. Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Геологічна будова і рудоносність Юрської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Мінерал. журн.* 2023. Т. 45, № 4. С. 100—117. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100>
7. Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в продуктивних відкладах Букінської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2023. № 37. С. 72—82. <https://doi.org/10.30970/vgl.37.06>
8. Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Рудоносність Осинової ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Геохімія та рудоутворення*. 2022. Вип. 43. С. 59—73. <https://doi.org/10.15407/gof.2022.43.059>
9. Ganzha O., Dröllner M. The mineral composition of the ore stratum of the Mezhyrichne ilmenite deposit. Стан, проблеми і перспективи розвитку мінералогічної науки та освіти в Україні: Матеріали Тринадцятих наук. читань ім. акад. Є. Лазаренка. Відп. ред. М. Павлунь. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2024. С. 209—213.
10. Ganzha O.A., Kovalchuk M.S., Kuzmanenko H.O. Zirconium-titanium deposits of Ukraine placer province: genesis, geological characteristics and mineralogy. *Journ. Geol. Geograph. Geoecology*. 2025. Vol. 34, No. 2, pp. 275—291. <https://doi.org/10.15421/112524>

Надійшла 12.10.2025

References

1. State Service of Geology and Subsoil of Ukraine (2025) *The Cabinet of Ministers approved the lists of critical and strategic minerals and subsoil plots (fields) for conducting URP contests and auctions*. State Service of Geology and Subsoil of Ukraine. URL: <https://www.geo.gov.ua/kabmin-zatverdvyv-pereliky-krytychnykh-i-stratehichnykh-korysnykh-kopalyn-ta-dilianok-nadr-rodovyschch-dlia-provedennia-konkursiv-urp-i-auksioniv/> [Accessed 11 Oct. 2025].
2. Merezko, M., Chumak, A., Kuzmanenko, H. (2024). Porivnialna kharakterystyka Mezhyrichnoho i Trostianytskoho rodovyschch ilmenitovykh rud. *Stan, problemy i perspektivy rozvytku mineralohichnoi nauky ta osvity v Ukraini: Materialy Trynadsiatykh naukovykh chytan imeni akademika Yevhena Lazarenka*. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, pp. 112–117 [in Ukrainian].
3. Semenenko, N.P., Veklich, M.F. (Eds). (1967). Titanium and titanium-zirconium placers of the Ukrainian SSR. Kyiv [in Russian].
4. Agreement between the Government of Ukraine and the Government of the United States of America on the Establishment of the American-Ukrainian Reconstruction Investment Fund (2025) *Agreement of the Cabinet of Ministers of Ukraine; United States; International document of 30 April 2025*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/840_001-25#Text [Accessed 11 Oct. 2025].
5. Figura, L., Kovalchuk, M. (2023). Polychronic-polygenic spatial-paragenetic ilmenite bearing of the Bukinska area of the Mezhyrichne deposit of titanium ores, *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series Geology. Geography. Ecology*, 59, pp. 55–71 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-05>
6. Figura, L.A., Kovalchuk M.S. (2023). Geological structure and ore-bearing of the Yurska area of the Mezhyrichne titanium ore deposit, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, 45, No. 4, pp. 100–117 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100>
7. Figura, L.A., Kovalchuk M.S. (2023). Lateral distribution of the average content of ilmenite in the productive sediments of the Bukinska area of the Mezhyrichne titanium ore deposit, *Visnyk of the Lviv University. Series Geology*, No. 37, pp. 72–82 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.30970/vgl.37.06>
8. Figura, L., Kovalchuk, M. (2022). Ore-bearing of the Osynova area of the Mezhyrichne deposit of titanium ores, *Geochemistry and ore formation*, Iss. 43, pp. 59–73 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/gof.2022.43.059>
9. Ganzha, O., Dröllner, M. (2024). The mineral composition of the ore stratum of the Mezhyrichne ilmenite deposit. *Stan, problemy i perspektivy rozvytku mineralohichnoi nauky ta osvity v Ukraini: Materialy Trynadsiatykh naukovykh chytan imeni akademika Yevhena Lazarenka*. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, pp. 209–213 [in English].
10. Ganzha, O., Kovalchuk, M., Kuzmanenko, H. (2025). Zirconium-titanium deposits of Ukraine placer province: genesis, geological characteristics and mineralogy, *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 34(2), pp. 275–291. <https://doi.org/10.15421/112524>

Received 12.10.2025

O.A. Ganzha¹, oag2909@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8510-5618>

Ye.S. Lunov², lunev_00@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-0887-1543>

K.M. Starodubets¹, starodubets.kirill@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-0887-1543>

I.M. Lunova², gerasimetsirina@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4670-0216>

A.V. Chymak³, chymak209@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0000-9225-278X>

¹ Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine
55-b, O. Honchar Str., Kyiv, Ukraine, 01601

² M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142

³ Zhytomyr Polytechnic State University
103, Chudnivska Str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

COMPARATIVE ANALYSIS OF ORE CONTENT IN THE MEZHRYCHNE ILMENITE DEPOSIT AREAS

The geological structure of the Mezhyrichne ilmenite deposit, which is located within the Volyn titanium-bearing district, is briefly described. Industrial concentrations of ilmenite are confined to the Mesozoic-Cenozoic weathering crust and the Cretaceous Irshansk and Moshno-Rudnyanska Formations. The highest ilmenite content is found in secondary kaolins, gravel-pebble deposits, and sands of various grain sizes. All areas of the Mezhyrichne deposit exhibit a sharp variation in the hypsometric position of the ore body's roof and base. An attribute database was created based on production reports, including coordinates, descriptions, and sampling results from 3354 boreholes. This database formed the basis for cartographic constructions, such as the roof, base, and thickness of the productive layer, as well as the lateral distribution of the average ilmenite concentration within it, and for mathematical and statistical data processing. Maps of the roof and base of the productive layer correlate with each other, although the base shows more pronounced variations in absolute elevation. The Bukynska (78.7 kg/m³), Yemilivska (78.2 kg/m³) and Yurska (77.2 kg/m³) sites have higher average ilmenite concentrations than the deposit average (74 kg/m³). The Bukynska (10.6 m) and Yemilivska (11.4 m) sites also have greater productive layer thicknesses than the deposit average (9 m).

Keywords: *Mezhyrichne deposit, ore content, spatial distribution, ilmenite, comparative analysis.*