

ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 553.042: 553.43

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.97.09>В. Михайлов, д-р геол. наук, проф.,
E-mail: vladvam@gmail.com;М. Курило, канд. геол. наук, доц.,
E-mail: mvirshylo@gmail.com;О. Андрєєва, канд. геол. наук,
E-mail: andreeva_ea@ukr.net;С. Шнюков, д-р геол. наук, доц.,
E-mail: shnyukov54@gmail.com;Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, Київ, 03022, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОЇ РУДОНОСНОСТІ ПРОЯВУ МІДІ ЖИРИЧІ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол.-мін. наук, проф. В. М. Загнітком)

На основі аналізу матеріалів геологорозвідувальних робіт на прояві міді Жиричі Волинського рудного району проведено його геолого-економічне переоцінювання, у тому числі здійснено перерахунок запасів і прогнозних ресурсів прояву. Як з'ясувалося, у процесі ГРП запаси і прогнозні ресурси прояву були штучно суттєво перебільшені, що вводить в оману потенційних інвесторів. Це сталося насамперед завдяки помилковій інтерпретації геологічної будови родовища, форми і розміру рудних тіл. Зокрема, викликає великі сумніви анонсована в матеріалах ГРП значна горизонтальна протяжність рудних тіл, які за товщини 1–3 м простягаються на кілька кілометрів (до 4–5 км). На наш погляд, вони представлені переважно лінзоподібними тілами порівняно невеликої протяжності (від перших десятків до перших сотень метрів). За нашими розрахунками прогнозні ресурси міді категорії P_1 становлять 220,4 тис. т, що в чотири рази менше, ніж наведено у відповідних матеріалах ГРП. Що стосується запасів міді категорії C_2 , а також прогнозних ресурсів благородних металів, то вони мають бути включені з підрахунку як необґрунтовані та недостовірні. Здійснений підрахунок техніко-економічних показників освоєння рудопояву Жиричі свідчить про слабку економічну ефективність його ймовірної експлуатації, що має враховуватися під час розгляду щодо вкладення інвестицій у цей об'єкт.

Ключові слова: мідь, рудопояв Жиричі, запаси, ресурси, геолого-економічне оцінювання.

Вступ. Постановка проблеми. Забезпечення України власною мінерально-сировинною базою (МСБ) мідних руд є актуальним завданням геологічної галузі нашої країни, тим більше що спостерігається постійне зростання ціни на мідь. Наприклад, тільки за 2020 р. вартість тони міді на міжнародних ринках зросла на \$1 560 – із \$6 271 на 01.01.2020 р. до \$7 831 на 18.12.2020 р. (24,9 %). Мідна промисловість України, представлена Артемівським заводом з обробки кольорових металів, Запорізьким заводом кольорових металів, виробничим підприємством "Панком-Юн" (Одеса), забезпечується імпортною сировиною (*Перспективи розвитку...*, 2011). Тим часом в Україні відомо понад 150 проявів міді (*Гурский та ін.*, 2006), найбільший інтерес з яких становлять прояви самородної міді у рифейських трапах Волинського рудного району, зокрема прояв Жиричі. Тому Програмою розвитку МСБ України передбачено проведення геологорозвідувальних робіт (ГРП) на території рудного району і підготовка найперспективнішого об'єкта до промислового освоєння (*Загальнордержавна програма...*, 2011). Проблема полягає у відсутності об'єктивного геолого-економічного оцінювання цього та інших проявів, що стримує залучення інвестицій для їх можливого промислового використання чи призводить до помилок в оцінюванні перспектив промислової рудоносності цих об'єктів, що знецінює результати проведених робіт і аж ніяк не сприяє ентузіазму інвесторів.

Аналіз попередніх досліджень. Тим часом інтерес до цих проявів у потенційних інвесторів існує. Зацікавленість ними у свій час виявляли компанії США, Канади, Франції, Іспанії, Китаю, Кореї, Польщі (*Куваев*, 2009; *Медный голод...*, 2007; *Харченко*, 2011; *Корея будет добывать...*, 2008). У 1997 р. компанія "Polska Miedz" (Польща) купила пакет документації на ділянку Жиричі, а у 2007 р. Волинською обласною радою було погоджено дозвіл спільному українсько-польському підприємству "Укрполмідь" на використання надр на прояві Жиричі (*Укрполмеди*

разрешили..., 2007; *Жижара*, 2007). На жаль, соціально-політичні чинники завадили розвитку цього проекту.

Однак інтерес до проявів самородної міді Волинського рудного району не знизився. З 1991 по 2008 рр. Рівненська геологічна експедиція ПДРГП "Північгеологія" проводить геологорозвідувальні роботи на території Волинського рудного району (*Пошуки родовищ міді...*, 2008), які включали пошукові роботи на ділянках Жиричі, Заліси-Шменьки, Північно-Гірницька, Північно-Ратнівська, Ратнівська, Текля, Тельча, Кухотсько-Вольська, Велико-Мідська; пошуково-оцінювальні – у межах Південно-Рафалівського рудопояву. Велика частина цих робіт була присвячена вивченню рудопояву Жиричі, де було виділено п'ять продуктивних горизонтів (1А, 2А, 2Б, 3А, 3Б). За замовленням ПДРГП "Північгеологія" ТОВ "СЛТ Союз" за матеріалами ГРП виконало техніко-економічне міркування доцільності проведення пошуково-оцінювальних робіт на самородну мідь у межах Жирицького рудопояву. Були розраховані попередні кондиції, підраховані прогнозні ресурси іді у кількості 992,83 тис. т (у т. ч. категорія P_1 – 858,93 тис. т; P_2 – 133,9 тис. т) і прогнозні ресурси благородних елементів (Au – 8,14 т, Ag – 700,58 т, Pt – 7,85 т, Pd – 2,62 т).

У 2016 р. комунальне підприємство "Волиньприродресурс" отримало спецдозвіл на видобуток міді (*Кравчук*, 2017). За його замовленням виробничим кооперативом "Геолог" було проведено попереднє геолого-економічне оцінювання прояву Жиричі (*Попередня геолого-економічна...*, 2016). Були оцінені запаси міді за категорією C_2 – 72,2 тис. т, прогнозні ресурси категорії P_1 – 720,55 тис. т і P_2 – 109,45 тис. т; встановлені запаси благородних металів категорії C_2 (Au – 0,60 т; Ag – 51,33 т; Pt – 0,61 т; Pd – 0,20 т) і ресурси категорії P_{1+2} (Au – 6,81 т; Ag – 585,98 т; Pt – 0,66 т; Pd – 0,22 т), розраховані основні техніко-економічні показники освоєння ділянки Жиричі, які, на думку авторів звіту, підтвердили економічну ефективність імовірної експлуатації. Це стало основою

© Михайлов В., Курило М., Андрєєва О., Шнюков С., 2022

для початку пошуково-оцінювальних робіт КП "Волинь-природресурс" на прояві Жиричі.

Виділення нерозв'язаних частин загальної проблеми. Проблема полягає у тому, що дві свердловини, пробурені КП "Волинь-природресурс", за результатами геолого-економічного оцінювання прояву Жиричі не підтвердили наявності рудних тіл у підрахункових блоках, що ставить під сумнів результати геолого-економічного оцінювання рудопояву загалом, включно із підрахунком запасів і ресурсів міді.

Формулювання цілей статті. Основною ціллю статті є об'єктивне геолого-економічне оцінювання прояву Жиричі. Для цього нами проведено детальний аналіз фактичного матеріалу геологорозвідувальних робіт на ділянці Жиричі, викладеного у вищепоіменованих звітах (*Пошуки родовищ міді...*, 2008; *Попередня геолого-економічна...*, 2016), здійснено перерахунок запасів і прогнозних ресурсів прояву і розраховані основні техніко-економічні показники його освоєння.

Виклад основного матеріалу. Під час проведення ГРП на рудопояві Жиричі на площі 36,4 км² пробурено 53 свердловини (23850 пог. м), що дозволило досягнути щільності бурової мережі 1600 × 600–800 м із згущенням на окремих профілях до 800 × 800 м. Було виділено 5 продуктивних горизонтів (знизу): 1А, 2А, 2Б, 3А, 3Б, представлених переважно базальтами, рідше – туфами (2А) з мідною мінералізацією, протяжність яких, на думку авторів звіту (*Пошуки родовищ міді...*, 2008), сягає 4–5 км, а площа – перших десятків квадратних кілометрів, у межах яких виділяються окремі рудні тіла зі вмістом міді ≥ 0,2 % на товщину ≥ 1 м. Глибина залягання рудних горизонтів становить 164–530 м. Середні потужності та середній вміст самородної міді по рудних тілах горизонтів становлять: 1А – 5,7 м і 0,27 %, 2А – 2,23 м і 0,42 %, 2Б – 1,73 м і 0,45 %, 3А – 1,26 м і 0,3 %, 3Б – 1,78 м і 0,32 %. Зазначається, що горизонти 2А і 2Б за товщиною рудних тіл і вмістом міді в них є найбільш стабільними.

Установлено, що руди добре збагачуються за гравітаційно-флотаційною схемою збагачення, мідь є виключно чистою, вміщує до 99,9 % металу. Крім того, в міді присутні: Au – до 8,2 г/т; Ag – до 706,0 г/т, а в руді – платина – до 0,027 г/т та паладій – до 0,009 г/т. Рудні тіла оконтурені за бортовим вмістом 0,2, 0,3 і 0,4 % міді. Були розраховані попередні кондиції для найсприятливішого з економічної погляду варіанту: бортовий вміст міді – 0,2 %, мінімальна потужність рудного тіла – 1,0 м, максимальна потужність прошарків пустих порід і некондиційних руд – 1,0 м; підраховані прогнозні ресурси міді у кількості 992,83 тис. т (у т. ч. категорія Р₁ – 858,93 тис. т; Р₂ – 133,9 тис. т) із середнім вмістом міді 0,379 % потужністю рудних тіл 1,26–5,7 м. Крім того, були підраховані прогнозні ресурси благородних елементів, які за варіантом бортового вмісту міді 0,2 % склали: Au – 8,14 т, Ag – 700,58 т, Pt – 7,85 т, Pd – 2,62 т.

У звіті (*Попередня геолого-економічна...*, 2016), підготовленому за матеріалами ГРП, встановлені такі кондиції: бортовий вміст міді – 0,2 %; мінімальний промисловий вміст міді в підрахунковому блоці – 0,313 %; мінімальна потужність рудного тіла – 1,0 м; максимальна потужність прошарків порожніх порід і некондиційних руд, яка включається в підрахунок запасів – 2,0 м. На основі цих кондицій були оцінені запаси за категорією С₂ (окремі блоки горизонтів 2А і 2Б) у кількості 72,2 тис. т міді, а також прогнозні ресурси категорії Р₁ (горизонти 3Б, 3А, 2Б, 2А) у кількості 720,55 тис. т міді і Р₂ (горизонт 1А) у кількості 109,45 тис. т міді. Крім того, для благородно-металічного зруденіння були встановлені запаси категорії С₂ (Au – 0,60 т;

Ag – 51,33 т; Pt – 0,61 т; Pd – 0,20 т) і ресурси категорії Р₁₊₂ (Au – 6,81 т; Ag – 585,98 т; Pt – 0,66 т; Pd – 0,22 т).

Родовище віднесено до третьої групи складності геологічної будови, до якої належать родовища або ділянки дуже складної геологічної будови з рудними тілами, які представлені середніми і невеликими за розміром ліноподібними, пластовидними і жиліподібними покладами із змінною потужністю і невтриманим вмістом міді, а також невеликими стовпоподібними і штокоподібними тілами дуже складної будови, сильно розгалуженими, ліноподібними метасоматичними покладами і жилами із вельми нерівномірним розподілом міді.

Переважно висновки авторів цього звіту, їхня оцінка запасів і ресурсів мідних руд ділянки Жиричі, заключення про економічну ефективність імовірної експлуатації були підтримані на засіданні колегії Державної комісії України по запасах корисних копалин при Державній службі геології та надр України (*протокол № 3769, 2016*).

Розглянемо, наскільки висновки цих звітів відповідають наявному фактичному матеріалу.

Одним із головних оціночних критеріїв ступеня вивчення рудних об'єктів є щільність мережі гірничих виробок, у цьому випадку – свердловин. Як уже зазначалося, щільність бурової мережі на площі прояву Жиричі становила 1600 × 600–800 м із згущенням на окремих профілях до 800 × 800 м (рис. 1). Реальна відстань між свердловинами на ділянці підрахунків запасів категорії С₂ становить від 400 до 1400 м. Чи достатня така щільність для підрахунку запасів категорії С₂?

В українських інструктивних матеріалах не існує вимог до щільності розвідувальної мережі свердловин при підрахунку запасів категорії С₂, але ще з радянських часів така мережа встановлена для підрахунку запасів категорії С₁. Вона становить 50–70 м для 3-ї групи (за складністю геологічної будови) родовищ міді, до якої віднесений рудопояв Жиричі. Згідно з (*Методические рекомендации...*, 2007), для підрахунку запасів категорії С₂ 3-ї групи родовищ міді розвідувальна сітка порівняно із сіткою для категорії С₁ розріджується у 2–4 рази залежно від особливостей геологічної будови родовища. Щільність розвідувальних свердловин для підрахунку запасів категорії С₁ передбачена на рівні 50–70 м, тобто для підрахунку запасів категорії С₂ відстань між свердловинами не має перевищувати 100–280 м. Таким чином, якщо дотримуватися цих методичних рекомендацій (які є абсолютно логічними і доцільними), то підрахунок запасів категорії С₂ на ділянці Жиричі є недостовірним.

Не менш важливим для обґрунтування ресурсів рудних об'єктів є визначення особливостей їх геологічної будови, геолого-промислового типу зруденіння, форми і розміру рудних тіл.

Рудопояв Жиричі належить до вкрай рідкісного самородно-мідного геолого-промислового типу мідного зруденіння, представленого у світі родовищами ледь не єдиного міднорудного району озера Верхнього. Там родовища самородної міді (Copper Harbor, Eagle Harbor, Eagle River, Mohawk, Calumet, Hancock, Houghton, Ontonagon) приурочені до північного сектору вузької (10–15 км) трогоподібної структури, складеної базальтами серед осадових порід, витягнутої в північно-східному напрямку на понад 250 км (*Laurel et al.*, 2020). Мінералізація приурочена до верхніх мигдалекам'яних частин базальтових лавових пластів і конгломератів серії Портдж-Лейк пізньодокембріського віку. Рудні зони завтовшки до 3–5 м достатньо витримані та простежуються по простяганню на 1,5–11,0 км, а по падінню – на 1,5–2,6 км (*Borngorst, Barron*, 2011). Самородна мідь

утворює дрібні зерна і самородки в порах у цементі брекчій і конгломератів, середній вміст міді в рудних тілах коливається від 0,8 до 2,8 %, руди мають підвищений вміст срібла. Вага самородків може сягати 19 т

(*Borngorst, Barron, 2017*). Вік мідної мінералізації становить 1060–1047±20 млн р. Загальні запаси міді сягали 6 млн т, за час розробки родовищ із 1844 р. тут видобуто до 5,5 млн т міді.

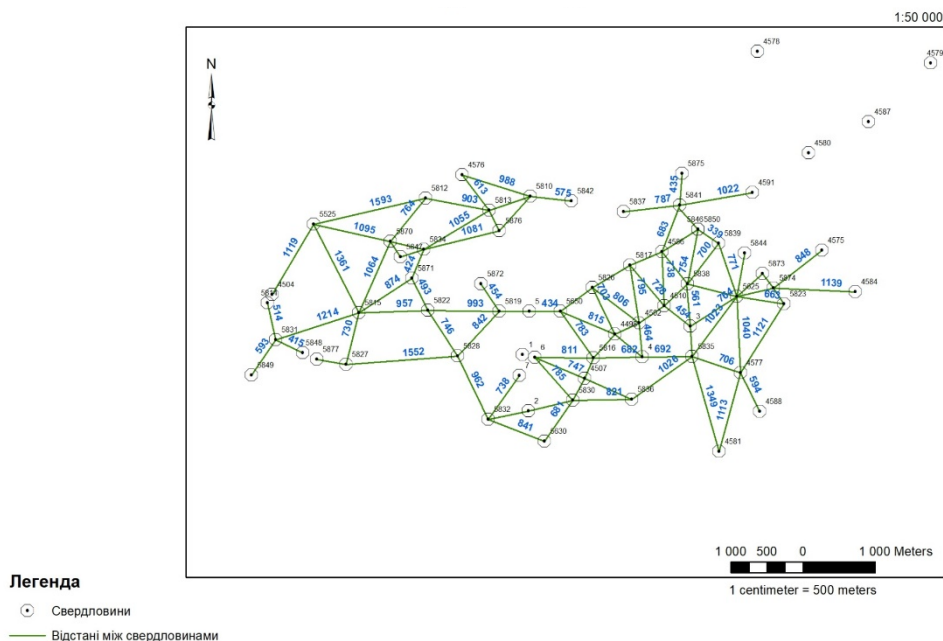


Рис. 1. Схема розміщення свердловин і відстані між ними

Рудопрояв Жиричі суттєво відрізняється від родовищ міднорудного району озера Верхнього за масштабами, вмістом корисних компонентів і будовою рудних тіл. Як впливає з результатів критичного аналізу фактичних матеріалів ГРР (*Пошуки родовищ міді..., 2008; Попередня геолого-економічна..., 2016*), анонсована в них значна горизонтальна протяжність рудних тіл, які за товщини 1–3 метри витягуються на кілька кілометрів (до 4–5 км), викликає значні сумніви. Принаймні можна сказати, що це не обґрунтовано наявним фактичним матеріалом. Скоріш за все рудні тіла представлені лінзами невеликої протяжності (перші десятки, можливо до перших сотень метрів), які зазвичай приурочені до певних стратиграфічних горизонтів, але можуть з'являтися і в будь-якій частині розрізу вулканогенної товщі.

Наведемо кілька прикладів некоректної інтерпретації фактичного матеріалу. Так, на розрізі II–II Додатку 7 до звіту (*Пошуки родовищ міді..., 2008*) і аналогічному розрізі II–II Додатку 10 до звіту (*Попередня геолого-економічна..., 2016*) свердловинами 5650 і 4510 розкриті кондиційні перерізи рудних тіл горизонту 2Б потужністю у першому випадку 1,0 м і вмістом міді 0,41 %, у другому – 1,4 м/0,27 % (рис. 2). Відстань між свердловинами становить 1430 м. І ось тонесенький прошарок завтовшки біля 1 м автори звітів витягують на майже 1,5 км. І це без урахування того, що і в свердловині 4510, і в розміщеній найближче на півдні до цього профілю свердловині 4502 перерізи рудного тіла мають умовно кондиційний характер, тому що в обидвох випадках у підрахунок включалися некондиційні значення вмісту міді. До цього можна додати, що у свердловині 5826, розміщеній найближче до лінії розрізу з північної сторони (300 м), рудні тіла цього горизонту взагалі не виявлені.

Ще цікавіше виглядає ситуація з горизонтом 3Б на тому самому розрізі. Він розкритий в одному перерізі свердловиною 5650 (товщина 1,0 м, вміст міді 0,22 %), в іншому – свердловиною 4510 (1,0 м і 0,27 % міді) і у

трьох перерізах – свердловиною 5625 (1,1 м/0,35 %; 1,2 м/0,26 %; 1,4 м/0,31 %). Але ж між першою і другою свердловинами відстань становить 1430 м, між другою і третьою – 1000 м. Тим не менш автори не тільки протягують цей тонесенький прошарок на відстань понад 2000 м, але й різко збільшують його товщину в проміжку між свердловинами 4510 і 5625. Безумовно, це є штучним збільшенням параметрів рудних тіл.

Другою загальною помилкою (якщо це помилка) авторів звітів із ГРР є систематичне порушення ними ж установлених кондицій підрахунку, а саме бортового вмісту міді 0,2 %, мінімальної потужності рудного тіла 1,0 м, максимальної потужності прошарків порожніх порід і некондиційних руд – 1,0 м.

Наведемо типовий приклад. По свердловині 5838 виділений рудний інтервал 343,4–344,7 м, тобто 1,3 м завтовшки із середнім вмістом міді 0,38 %. На перший погляд, це відповідає прийнятим кондиціям. Але з усього цього інтервалу тільки інтервал 343,9–344,2, тобто 0,3 м, є рудним із високою концентрацією міді (1,6 %). Автори штучно доводять товщину рудного тіла до кондиційної, включаючи безрудні інтервали 343,4–343,9 м (0,5 м) і 344,2–344,7 м (0,5 м) із кларковими вмістами міді (0,01 %). Безумовно, цей інтервал треба виключити з підрахунку запасів як такий, що не відповідає кондиціям. На жаль, таких прикладів багато. Таким чином, кількість і товщину рудних інтервалів треба переглянути в бік зменшення.

Інша помилка авторів звітів, що аналізуються, пов'язана із визначенням площі підрахункових блоків. На наш погляд, автори не виправдано збільшили їхню площу за рахунок включення до підрахункового блоку безрудних свердловин чи свердловин з некондиційними параметрами, а також не виправданої інтерполяції площі рудних тіл на території, де відсутні будь-які дані. Отже, і площі підрахунку запасів мають бути переглянуті в бік зменшення.

Таким чином, ресурси в сотні тисяч тон міді та запаси в десятки тисяч тон у звітах про проведення ГРР є

необґрунтованими. Відповідно всі техніко-економічні показники освоєння ділянки Жиричі, розраховані в цих звітах, не мають реального підґрунтя.

Після детального аналізу особливостей геологічної будови рудопрояву, просторового розповсюдження, форми і розмірів рудних тіл, результатів аналізу відібраних проб ми дійшли висновку про некоректність підрахунку запасів категорії С₂ і прогнозних ресурсів категорії Р₁ у межах ділянки Жиричі. Це обумовлено невитриманістю рудних тіл у просторі та в розрізі, недостатньою щільністю гірничих виробок, порушенням установлених кондицій під час підрахунку запасів. На цій стадії ГРП виділення в межах рудопрояву блоку рудних тіл, ступінь геологічного вивчення яких дозволяє класифікувати запаси за категорією С₂, є некоректним.

Ураховуючи вищесказане, нами проведене переоцінювання прогнозних ресурсів категорії Р₁ у межах ділянок, де в результаті проведених робіт виокремилися перспективні площі, підтверджені наявністю продуктивних інтервалів з кондиційними показниками в розрізі певних свердловин. Контури підрахунку прогнозних ресурсів категорії Р₁ наведені на рис. 3. Вони складають невеликі (0,1–1,0 км²) просторово розрізнені площі, які переважно опираються на результати поодиноких свердловин (горизонти 3Б, 3А, 1А, частково – 2Б і 2А), і тільки для горизонтів 2Б і 2А у центральній частині рудопрояву Жиричі виокремлюються більш-менш значні (до 2–3 км²) площі. Параметри цих площ і оцінка прогнозних ресурсів категорії Р₁ наведені в табл. 1.

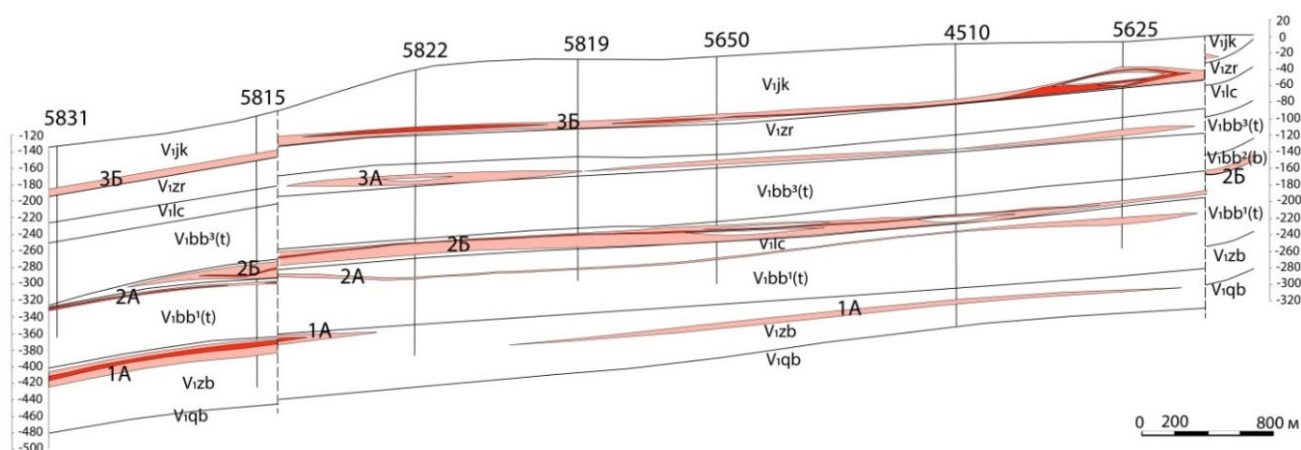


Рис. 2. Фрагмент розрізу II-II по лінії свердловин рудопрояву Жиричі (Пошуки родовищ міді..., 2008; Попередня геолого-економічна ..., 2016)

Схема свердловин та перспективних ділянок за горизонтами

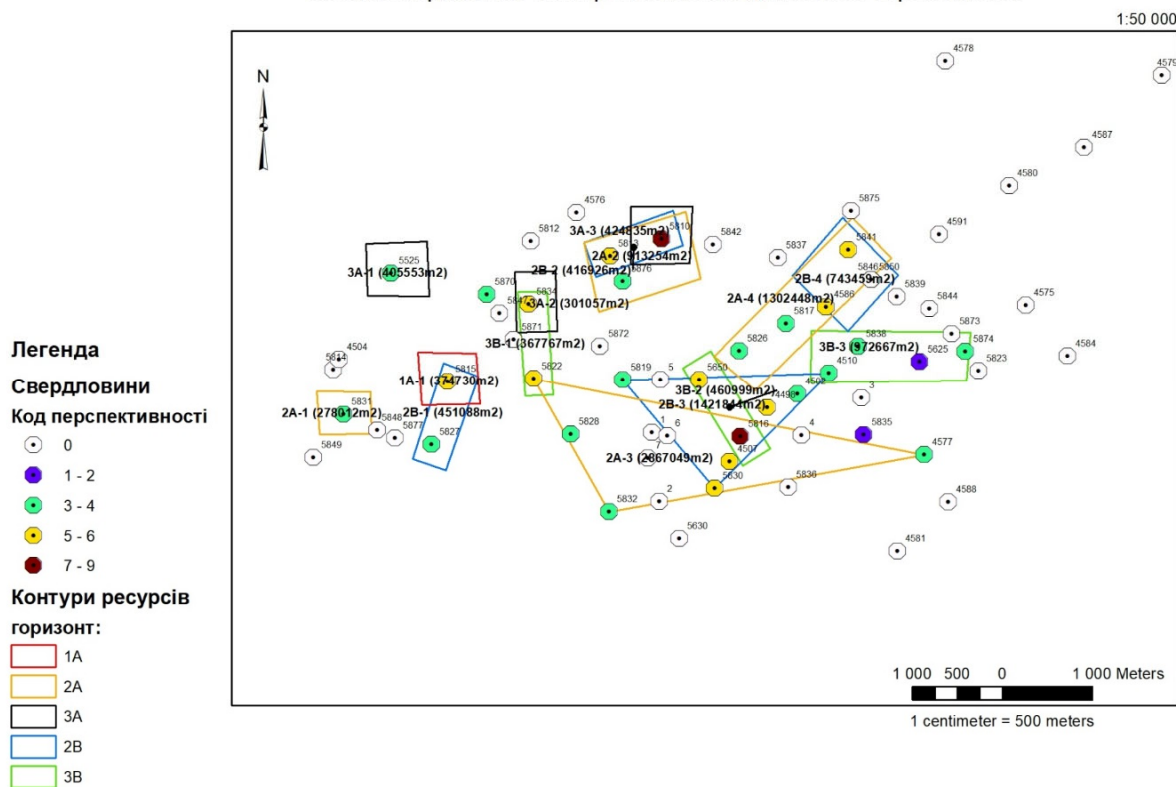


Рис. 3. Контури оцінювання перспективних ресурсів категорії Р₁

Таблиця 1

Розрахунок перспективних ресурсів категорії Р₁ рудопрояву Жиричі

№ св.	Інтервал	Товщина, м	Вміст міді, %	Прогнозні ресурси, тис. т	
				Руди	Міді
Горизонт 3Б-1 (площа 0,38 км²)					
5834	295,3–297,0	1,7	0,19		
5822	274,7–278,2	3,5	0,50		
	Усього/Середнє	2,6	0,40	2470	9,9
Горизонт 3Б-2 (площа 0,46 км²)					
5650	258,0–259,0	1,0	0,22		
5816	258,0–259,0	1,0	0,21		
	Усього/Середнє	1,0	0,22	1150	2,5
Горизонт 3Б-3 (площа 0,97 км²)					
4510	238,2–239,2	1,0	0,27		
5838	211,2–212,2	1,0	0,22		
5625	217,1–218,5	1,4	0,31		
5874	164,0–168,0	4,0	0,40		
	Усього/Середнє	1,85	0,36	4486	16,1
Горизонт 3А-1 (площа 0,40 км²)					
5525	372,3–374,5	2,2	0,32	2200	7,0
Горизонт 3А-2 (площа 0,30 км²)					
5834	359,0–360,0	1,0	0,44	750	3,3
Горизонт 3А-3 (площа 0,42 км²)					
5810	266,0–267,0	1,0	0,28	1050	2,9
Горизонт 2Б-1 (площа 0,45 км²)					
5827	424,1–425,2	1,1	2,01		
	437,5–439,5	2,0	0,34		
5815	447,6–449,0	1,4	1,00		
	Усього/Середнє	1,5	0,95	1687	16,0
Горизонт 2Б-2 (площа 0,42 км²)					
5813	449,5–450,5	1,0	0,63		
5810	353,3–355,2	1,9	0,46		
	Усього/Середнє	1,45	0,52	1522	7,9
Горизонт 2Б-3 (площа 1,42 км²)					
5819	397,6–398,6	1,0	0,21		
5830	389,7–390,7	1,0	0,88		
4507	388,7–389,7	1,0	0,22		
5816	384,5–390,0	5,5	0,44		
4498	390,3–391,8	1,5	0,31		
5650	393,7–394,7	1,0	0,28		
4502	364,8–366,2	1,4	0,19		
4510	372,3–373,7	1,4	0,27		
	Усього/Середнє	1,7	0,37	6035	22,3
Горизонт 2Б-4 (площа 0,79 км²)					
4586	344,7–345,6	1,7	0,22		
5846	249,2–250,5	1,3	0,38		
5841	221,3–222,6	1,3	0,36		
	Усього/Середнє	1,4	0,31	2765	8,6
Горизонт 2А-1 (площа 0,28 км²)					
5831	488,6–490,3	1,7	1,04	1190	12,4
Горизонт 2А-2 (площа 0,91 км²)					
5810	379,0–380,0	1,0	0,75		
5813	481,9–483,0	1,1	0,88		
5876	460,8–461,8	1,0	0,21		
	Усього/Середнє	1,0	0,62	2275	14,1
Горизонт 2А-3 (площа 2,86 км²)					
5830	434,8–436,8	2,0	0,72		
4507	425,1–429,9	5,0	0,21		
5816	413,3–416,1	2,8	0,40		
4577	366,0–367,7	1,7	0,27		
5832	408,5–409,5	1,0	0,29		
5828	431,7–432,7	1,0	0,48		
5822	456,2–458,0	1,8	0,75		
	Усього/Середнє	2,2	0,40	15730	62,9
Горизонт 2А-4 (площа 1,30 км²)					
5826	409,9–413,2	3,3	0,31		
5817	410,0–411,0	1,0	0,21		
	414,5–415,5	1,5	0,50		
4586	372,5–375,5	3,0	0,28		
5841	275,1–276,1	1,0	0,29		
	Усього/Середнє	2,0	0,32	6500	20,8
Горизонт 1А (площа 0,37 км²)					
5815	531,5–537,2	5,7	0,26	5272	13,7
	ЗАГАЛОМ			55082	220,4

Таким чином, за нашими розрахунками прогнозні ресурси міді категорії P_1 ділянки Жиричі становлять 220,4 тис. т міді, що в чотири рази менше, ніж наведено у відповідних матеріалах ГРР (*Пошуки родовищ...*, 2008: 858,93 тис. т; *Попередня геолого-економічна...*, 2016: C_2 – 72,2 тис. т, P_1 – 720,55 тис. т, разом 792,75 тис. т).

Що стосується ресурсів благородних елементів (срібла, золота, платини і паладію), як у межах запасів категорії C_2 , так і в межах ресурсів категорії P_{1+2} , їх треба виключити з підрахунку ресурсів як недостовірні. Справа в тому, що вміст срібла в межах рудних тіл за результатами аналізу кернових проб у звіті (*Пошуки родовищ...*, 2008, *Додаток Ю*) ніде не перевищує кларкові значення, а часто і не досягає них. Щодо золота, то у звіті (*Пошуки родовищ...*, 2008, *Додаток ЗД, 7Д*) по ділянці Жиричі наводяться дані спектроскопометричних аналізів 13 кернових проб, з яких ні в одній пробі не встановлено підвищеного вмісту золота. Вміст золота зазвичай становить менше 0,005 г/т, інколи – до 0,05 г/т. В деяких пробах були зафіксовані підвищені вмісти золота (до 0,1–1,0 г/т), але повторний аналіз цих проб не підтвердив його підвищеного вмісту. Що стосується платиноїдів, у представлених матеріалах взагалі відсутні будь-які дані, які б підтверджували їх наявність.

Для визначення доцільності проведення наступних ГРР та можливого промислового значення для встановлених перспективних ресурсів були проведені укрупнені техніко-економічні розрахунки, які базувались на основних положеннях освоєння ділянки Жиричі відповідно до опублікованих матеріалів (*Повідомлення про планову діяльність...*, н.д.). Родовище рекомендовано розробляти підземним способом із максимальною продуктивністю по видобутку руди 400 тис. т. Планується будівництво гірничо-збагачувального комбінату, який матиме єдиний комплекс підсобно-допоміжних цехів і виробництв. Товарною продукцією ГЗК приймається мідний концентрат із вмістом міді 81,2 %, який далі піддається

металургійному переробленню на одному з металургійних заводів України.

До початку промислового освоєння родовища передбачено проведення розвідки із затвердженням промислових категорій запасів із обґрунтуванням технологічної схеми перероблення руд, на підставі чого буде виконане детальне геолого-економічне оцінювання родовища, опрацьовані параметри кондицій, кількісні та якісні показники концентратів. Згідно із попередніми оцінками рекомендовано гравітаційну схему збагачення, яка включає електричну та магнітну сепарації.

Треба зазначити, що в попередньому оцінюванні запасів і ресурсів прийнято надзвичайно оптимістичні технологічні параметри, зокрема мідний концентрат із вмістом міді 81,2 % із вилученням 80,4 %. Більшість мідних концентратів, які потрапляють зараз на ринок, містять 20–40 % міді, тому тут техніко-економічні розрахунки базуються не на обсягах і якості концентрату, а на кількості металу, який вилучається при видобутку і переробленні. Такий підхід дає більш об'єктивну оцінку можливого прибутку.

Дані продуктивності по видобутку і виробництву продукції наведено в табл. 2.

Узагальнена структура капіталовкладень для майбутнього освоєння ресурсів наведена на рис. 4. Їх обсяги за аналогією з іншими об'єктами на стадії розроблення становитимуть 100–120 млн \$. Собівартість виробництва мідного концентрату за укрупненими розрахунками може бути у межах 22–25 млн \$/рік, при цьому в її структурі більше 50 % буде припадати на підземний видобуток із закладкою виробленого простору.

Головним показником, який буде визначати доцільність проведення ГРР та промислового освоєння ділянки, є ціна на метал і відповідні концентрати. У 2021 р. ціна на мідь сягала 10500 \$/т, але зазнавала значних коливань, не опускаючись нижче 8000 \$/т (рис. 5).

Таблиця 2

Дані продуктивності по видобутку і виробництву продукції		
№	Найменування показників	Значення
1	Перспективні ресурси, тис. т	55082
2	Вміст Cu, %	0,40
3	Втрати, %	7,0
4	Ресурси з урахуванням втрат і засмічення 10 %, тис. т	56918,1
5	Видобувні обсяги ресурсів, тис. т	56918,1
6	Продуктивність видобування руди, тис. т	400–1000
7	Термін забезпеченості запасами, роки	60,00
8	Максимальна продуктивність, тис. т	1000
9	Вилучення металу при збагаченні, %	80,4
10	Кількість Cu, яка вилучається (за максимальної продуктивності), тис. т/рік	3,22



Рис. 4. Узагальнена структура капіталовкладень для майбутнього освоєння ресурсів (частка %)



Рис. 5. Динаміка цін на мідь у 2021 р. за даними Лондонської біржі металів

Для визначення рентабельності промислового освоєння ресурсів міді ділянки Жиричі використані можливі варіанти цін: базова ціна 8000 \$/т, можливе зростання до 10000 і 12000 \$/т (табл. 3).

Треба зазначити, що мінімальний промисловий вміст для всієї ділянки має граничні значення щодо фактичного зафіксованого, що потребує детального обґрунтування

для кожного підрахункового блоку. У табл. 4 наведені значення мінімального промислового вмісту міді для окремих горизонтів із визначенням можливого промислового значення. На цьому етапі вивчення встановити промислове значення об'єкта неможливо, оскільки багато параметрів оцінювання потребують уточнення та/або приймалися за аналогією.

Таблиця 3

Рентабельність освоєння ресурсів міді ділянки Жиричі

Показник ефективності	ціна на Cu, \$/т			
	7000	8000	10000	12000
Рентабельність по валовому прибутку	≈1 %	13 %	38 %	63 %
Рентабельність по чистому прибутку	≈1 %	10 %	31 %	51 %

Таблиця 4

Мінімальний промисловий вміст по окремих горизонтах

Горизонт	Площа, км ²	Вміст Cu, %	Мінімальний промисловий вміст Cu, %	Можливе промислове значення
ЗБ-1	0.38	0.4	0.40	+
ЗБ-2	0.46	0.22	0.72	-
ЗБ-3	0.97	0.36	0.44	+/-
ЗА-1	0.40	0.32	0.50	-
ЗА-2	0.30	0.44	0.36	+
ЗА-3	0.42	0.28	0.57	-
ЗБ-1	0.45	0.95	0.17	+
ЗБ-2	0.42	0.52	0.31	+
ЗБ-3	1.42	0.37	0.43	+/-
ЗБ-4	0.79	0.31	0.51	-
ЗА-1	0.28	1.04	0.15	-
ЗА-2	0.91	0.62	0.26	+
ЗА-3	2.86	0.4	0.40	+
ЗА-4	1.30	0.32	0.50	-
1А	0.37	0.26	0.61	-

Важливим доповненням до промислового значення зазначеного об'єкта може бути його комплексність. Наведені розрахунки базуються лише на видобутку і виробництві мідних концентратів. Врахування можливого вилучення благородних металів може поліпшити ефективність відпрацювання родовища на 5–15 %, але потребує додаткових технологічних досліджень.

Висновки. Таким чином, на основі аналізу матеріалів геологорозвідувальних робіт на прояві міді Жиричі Волинського рудного району проведено його геолого-економічне переоцінювання, у тому числі здійснено перерахунок запасів і прогнозних ресурсів прояву. Як з'ясувалося, у процесі ГРП запаси і прогнозні ресурси прояву були штучно суттєво завищені, що вводить в оману потенційних інвесторів. Це сталося насамперед завдяки помилковій інтерпретації геологічної будови родовища, форми і розміру рудних тіл. Зокрема, викликає великі

сумніви анонсована в матеріалах ГРП значна горизонтальна протяжність рудних тіл, які за товщини 1–3 м простягаються на кілька кілометрів (до 4–5 км). На наш погляд, вони представлені переважно лінзоподібними тілами порівняно невеликої протяжності (від перших десятків до перших сотень метрів). За нашими розрахунками прогнозні ресурси міді категорії Р₁ становлять 220,4 тис. т, що в чотири рази менше, ніж наведено у відповідних матеріалах ГРП. Що стосується запасів міді категорії С₂, а також прогнозних ресурсів благородних металів, то вони мають бути виключені з підрахунку як необґрунтовані та недостовірні. Здійснений підрахунок техніко-економічних показників освоєння рудопрояву Жиричі свідчить про слабку економічну ефективність його ймовірної експлуатації, що має враховуватися під час розгляду щодо вкладення інвестицій у цей об'єкт.

Список використаних джерел

- Жижара, Р. (2007). На Волині розробляють медне месторождение. *Gazeta.ua*. Отримано з https://gazeta.ua/ru/articles/lviv-newspaper/_na-volyni-razrabatyvayut-mednoe-mestorozhdenie/153796?mobile=true
- Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року. (2011). *Інформаційне агентство "ЛІГА:ЗАКОН"*. Отримано з http://search.ligazakon.ua/_doc2.nsf/link1/JF5OG00V.html
- Корея будет добывать медь и уран в Украине. (2008). *Корейский культурный центр*. Отримано з <http://koreancenter.org.ua/?p=1135>
- Кравчук, Н. (2017). Волинь має мільйони тонн самородної міді! *Високий замок*. Отримано з <https://wz.lviv.ua/article/210005-volyn-maie-miliony-tonn-samorodnoi-midi>
- Куваев, С. (2009). Большая медь. *Укррудпром*. Отримано з http://www.ukrudprom.com/analytics/Bolshaya_med.html?print
- Медный голод. Польские магнаты нашли сырье на Волини. (2007). *Dsnews*. Отримано з <https://www.dsnews.ua/politics/art30337>
- Гурский, Д.С., Есипчук, К.Ю., Калинин, В.І. (Ред.) (2006). Металічні та неметалічні корисні копалини України. Т. 1. Металічні корисні копалини. Київ-Львів: "Центр Європи".
- Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Медные руды. (2007). Москва: ФГУ ГКЗ. Отримано з <http://amurinform.ru/wp-content/uploads/2015/10/met.rek.-mednye-rudy.pdf>
- Мінеральні ресурси України. (2018). К: Геоінформ України. Отримано з http://geoinf.kiev.ua/M_R_2018_1.pdf
- Перспективы развития медной промышленности в Украине (2011). *ЗБС полпред*, № 369017. Отримано з https://polpred.com/?ns=1&ns_id=369017
- Повідомлення про планову діяльність, яка підлягає оцінці впливу на довкілля комунального підприємства "Волинприродресурс" Волинської обласної ради. (н.д.). Отримано з <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/656/reports/a361a74887b9033dc967ed118cd14721.pdf>
- Попередня геолого-економічна оцінка ділянки мідних руд Жиричі у Ратнівському районі Волинської області. Звіт про пошуково-оцінювальні роботи. (2016). *Звіт про НДР*. ВК "Геолог".
- Пошуки родовищ міді в межах рудопроявів Волинського рудного району і пошуково-оцінювальні роботи на Рафалівській площі. (2008). *Звіт про НДР*. ПДРГП "Північгеологія".
- Укрполімеді разрешили разрабатывать месторождение меди в Украине. (2007). *Газета по-українськи*. Отримано з <http://www.infogeo.ru/metals/news/?act=show&news=22595>
- Харченко, А. (2011). Кто заработает на украинской меди? *delo.ua*. Отримано з <https://investgazeta.delo.ua/kompanii-i-rynki/kto-zarabotaet-na-ukrainskoj-273142/> [in Russian]
- Bornhorst, T.J., Barron, R.J. (2011). Copper deposits of the western Upper Peninsula of Michigan. In Miller, J.D., Hudak, G.J., Wittkop, C., and McLaughlin, P.I. (Eds.) *Geological Society of America Field Guide*, 24, 83–99. [https://doi.org/10.1130/2011.0024\(05\)](https://doi.org/10.1130/2011.0024(05)).
- Bornhorst, T.J., Barron, R.J. (2017). Discovery and geology of the Guinness world record Lake Copper, Lake Superior, Michigan. *A.E. Seaman Mineral Museum*, Web Publication 2, 8 p. Retrieved from https://museum.mtu.edu/sites/default/files/2019-11/ASEMM_Web_Pub_2_Lake_Copper_2017.pdf
- Laurel, G., Klaus, J. Suzanne, W., Connie, L. (2020). Mineral deposits of the Mesoproterozoic Midcontinent Rift system in the Lake Superior region – A space and time classification. *Ore Geology Reviews*, V. 126. Отримано з https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169136820301761?dgci=d=rss_sd_all
- Trading summary. (2021). *London Metal Exchange*. Отримано з <https://www.lme.com/en/Metals/Non-ferrous/LME-Copper#Price>
- V. Mykhailov, Dr. Sci. (Geol.), Prof.,
E-mail: vladvam@gmail.com;
M. Kurilo, PhD (Geol.), Assoc. Prof.,
E-mail: kurilo@mail.univ.kiev.ua;
O. Andreeva, PhD (Geol.), Researcher,
E-mail: andreeva_ea@ukr.net;
S. Shnyukov, Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.,
E-mail: shnyukov54@gmail.com;
Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Institute of Geology, 90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

References

- Bornhorst, T.J., Barron, R.J. (2011). Copper deposits of the western Upper Peninsula of Michigan. In Miller, J.D., Hudak, G.J., Wittkop, C., and McLaughlin, P.I. (Eds.) *Geological Society of America Field Guide*, 24, 83–99. [https://doi.org/10.1130/2011.0024\(05\)](https://doi.org/10.1130/2011.0024(05)).
- Bornhorst, T.J., Barron, R.J. (2017). Discovery and geology of the Guinness world record Lake Copper, Lake Superior, Michigan. *A.E. Seaman Mineral Museum*, Web Publication 2, 8 p. Retrieved from https://museum.mtu.edu/sites/default/files/2019-11/ASEMM_Web_Pub_2_Lake_Copper_2017.pdf
- Harchenko, A. (2011). Kto zarabotaet na ukrainskoj medi? *delo.ua*. Retrieved from <https://investgazeta.delo.ua/kompanii-i-rynki/kto-zarabotaet-na-ukrainskoj-273142/> [in Russian]
- Koreya budet dobyvat' med' i uran v Ukraine. (2008). *Korejskij Kul'turnyj Centr*. Retrieved from <http://koreancenter.org.ua/?p=1135> [in Russian]
- Kravchuk, N. (2017). Volyn maie miliony tonn samorodnoi midi! *Vysoki zamok*. Retrieved from <https://wz.lviv.ua/article/210005-volyn-maie-miliony-tonn-samorodnoi-midi> [in Ukrainian]
- Kuvaev, S. (2009). Bol'shaya med'. *Ukrudprom*. Retrieved from http://www.ukrudprom.com/analytics/Bolshaya_med.html?print [in Russian]
- Laurel, G., Klaus, J. Suzanne, W., Connie, L. (2020). Mineral deposits of the Mesoproterozoic Midcontinent Rift system in the Lake Superior region – A space and time classification. *Ore Geology Reviews*, V. 126. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169136820301761?dgci=d=rss_sd_all
- Mednyj golod. Pol'skie magnaty nashli syr'e na Volyni. (2007). *Dsnews*. Retrieved from <https://www.dsnews.ua/politics/art30337> [in Russian]
- Hurskyi, D.S., Esypchuk, K.Yu., Kalinin, V.I. (Eds.) (2006). Metalichni ta nemetalichni korysni kopalyny Ukrainy. Tom 1. Metalichni korysni kopalyny. Kyiv-Lviv: "Tsentr Evropy". [in Ukrainian]
- Metodicheskie rekomendacii po primeneniyu Klassifikacii zapasov mestorozhdenij i prognoznykh resursov tverdykh poleznykh iskopaemykh. Mednye rudy. (2007). Moskva: FGU GKZ. Retrieved from <http://amurinform.ru/wp-content/uploads/2015/10/met.rek.-mednye-rudy.pdf> [in Russian]
- Mineralni resursy Ukrainy. (2018). K: Heoinform Ukrainy. Retrieved from http://geoinf.kiev.ua/M_R_2018_1.pdf [in Ukrainian]
- Perspektivy razvitiya mednoj promyshlennosti v Ukraine. (2011). *ZBС polpred*, № 369017. Retrieved from https://polpred.com/?ns=1&ns_id=369017 [in Russian]
- Poperednia heoloho-ekonomichna otsinka dilianky midnykh rud Zhyrychi u Ratnivskomu raioni Volynskoi oblasti. Zvit pro poshukovo-otsiniuvalni roboty. (2016). *Zvit pro NDR*. VK "Heoloh". [in Ukrainian]
- Poshuky rodovyskh midi v mezhakh rudoproiaviv Volynskoho rudnogo raionu i poshukovo-otsiniuvalni roboty na Rafalivskii ploshchi. (2008). *Zvit pro NDR*. PDRHP "Pivnichheolohiia". [in Ukrainian]
- Povidomlennia pro planovu dialnist, yaka pidliahaie otsinti vplyvu na dovkillia komunalnogo pidpriemstva "Volynpryrodresurs" Volynskoi oblasnoi rady. (n.d.). Retrieved from <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/656/reports/a361a74887b9033dc967ed118cd14721.pdf> [in Ukrainian]
- Trading summary. (2021). *London Metal Exchange*. Retrieved from <https://www.lme.com/en/Metals/Non-ferrous/LME-Copper#Price>
- Ukrpolmedi razreshili razrabatyvat' mestorozhdenie medi v Ukraine. (2007). *Hazeta po-ukrainsky*. Retrieved from <http://www.infogeo.ru/metals/news/?act=show&news=22595> [in Russian]
- Zhizhara, R. (2007). Na Volyni razrabatyvayut mednoe mestorozhdenie. *Gazeta.ua*. Retrieved from https://gazeta.ua/ru/articles/lviv-newspaper/_na-volyni-razrabatyvayut-mednoe-mestorozhdenie/153796?mobile=true [in Russian]
- Zahalnoderzhavna prohrama rozvytku mineralno-syrovynnoi bazy Ukrainy na period do 2030 roku. (2011). *Informatsiine ahentstvo "LIHA:ZAKON"*. Retrieved from http://search.ligazakon.ua/_doc2.nsf/link1/JF5OG00V.html [in Ukrainian]

Надійшла до редколегії 19.01.22

PROSPECTS OF INDUSTRIAL ORE-BEARING OF ZHYRYCHI ORE OCCURRENCE

Based on the analysis of geological exploration materials, geological and economic reassessment of the copper ore occurrence in Zhyrychi (Volyn ore region) was carried out, including the recalculation of reserves and unproved resources. As it turned out, during the exploration process, the reserves and unproved resources were significantly exaggerated, which misleads potential investors. This was primarily due to the wrong interpretation of the geological structure of the deposit, shape and size of ore bodies. The considerable horizontal length of ore bodies, which at a thickness of 1–3 m extend for several kilometers (up to 4–5 km), raises great doubts. In our view, they are represented mainly by lenticular bodies of relatively short length (the first tens up to the first hundreds of meters). According to our calculations, the unproved resources of copper of category P_1 are 220.4 thousand tons, which is four times smaller than in the relevant exploration materials. Reserves of copper of category C_2 and the unproved resources of precious metals should be excluded from the calculation as unreasonable and unreliable. The calculation of technical and economic indicators of copper-ore occurrence in Zhyrychi indicates the weak economic efficiency of its probable operation, which should be taken into account when considering investing in this object.

Keywords: copper, Zhyrychi ore occurrence, reserves, unproved resources, geological and economic assessment.