

В.В., Корякін В.М., Крипак С.М.; заявник та патентовласник Криворізький державний гірничо-металургійний комбінат «Криворіжсталь». – № 200500033; заявл. 04.01.2005; опубл. 15.04.2005, Бюл. № 4.

УДК 553.411

ЛИТВИНЮК С.Ф., к. геол. н., ЛОВИНЮКОВ В.І., Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ)

## **ЗОЛОТЕ ЗРУДЕНІННЯ УКРАЇНИ ЯК ОБ'ЄКТ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ**

*Проведено аналіз золоторудних родовищ (рудопроявів) України різних геолого-промислових типів, як об'єктів геолого-економічної оцінки.*

*Проведен анализ золоторудных месторождений (рудопроявлений) Украина различных геолого-промышленных типов, как объектов геолого-экономической оценки.*

*Ukrainian gold deposits (occurrences) of different geological-industrial types as objects of economic-geological evaluation were analysed.*

**Вступ.** Золото є одним з найцінніших металів, що виконують важливу роль в економіці передових держав. Останній час поряд із традиційним використанням золота (валютні резерви, ювелірні та медичні вироби) зростає його застосування у високих наукоємних технологіях.

Світова гірничо-геологічна галузь стоїть на порозі нового етапу розвитку видобутку, переробки і збагачення руд золота на основі використання високопродуктивної гірничої техніки, інноваційних технологій переробки і збагачення мінеральної сировини, що підвищує економічну ефективність та зменшує тиск на довкілля.

На теперішній час особливо важливо розвивати і освоювати сировинну базу золотих руд в Україні.

В Україні виділяють три золоторудні провінції: Український щит, Донбас та Закарпаття. Їх промислова оцінка, завдяки різним природним особливостям та нерівномірній вивченості – неоднозначна. Але прогнозні ресурси золота кожної із провінцій, безумовно, свідчать про їх перспективність й необхідність проведення пошуково-оцінювальних та геологорозвідувальних робіт із залученням, у першу чергу, приватного капіталу.

Метою роботи є комплексна геологічна характеристика і геолого-промислова типізація золоторудних родовищ (рудопроявів) України для встановлення основних критеріїв (чинників) геолого-економічної оцінки золоторудних родовищ України.

Геолого-промисловий тип золоторудних родовищ (рудопроявів) України, розуміється авторами, як сукупність родовищ, об'єднаних схожістю

речовинного складу корисних копалин і спільністю геологічних умов утворення, що визначились як реальні джерела постачання даного виду сировини на ринок [1].

Родовища одного геолого-промислового типу характеризуються подібністю таких основних складових, що визначає економічну ефективність їх освоєння:

- геологічна (структура родовища, вміщуючи породи, форма і параметри покладів, мінеральний склад корисної копалини і т. д.);
- гірничо-технічна (спосіб і система відпрацювання);
- технологічна (технологія вилучення).

Оскільки геологічні чинники визначаються геологічними умовами утворення родовищ, то в один геолого-промисловий тип зазвичай включають родовища одного генетичного або геолого-формаційного типу.

За умовами утворення родовища золота поділяються на ендегенні, екзогенні, метаморфізовані і техногенні.

Ендегенні родовища широко поширені і є основним джерелом видобутку золота у світі. За мінеральним складом руд ендегенні родовища золота об'єднуються у наступні основні формації:

- *Золото-кварцова і золото-кварц-сульфідна.* Золото в рудах в основному вільне у кварці, частково – в сульфідах і характеризується нерівномірним розподілом. Родовища представлені жилами, жильними зонами і штокверками, що формувалися в умовах середніх глибин в осадових, вулканічних, інтрузивних і рідше метаморфічних породах.

- *Золото-сульфідна формація.* У складі руд головну роль грають пірит, халькопірит, арсенопірит, піротин, сфалерит і галеніт в змінних кількостях. Золото тісно пов'язане з сульфідами. Родовища цієї формації представлені зонами вкраплення золотоносних сульфідів в осадових і еффузивно-осадових товщах. Нерідко вони тяжіють до вуглистих сланців.

- *Золото-карбонат-сульфідна формація* об'єднує родовища типу покладів, жил, гніздового або вкрапленого зруденіння в карбонатних товщах та метасоматитах, що утворюються по них.

- *Золото-силікатна (скарнова) формація.* Родовища представлені скарновими покладами з накладеною сульфідною і золоторудною мінералізацією і пов'язані з контактними ореолами палеозойських, рідше мезозойських гранітоїдних масивів.

- *Золото-срібна (золото-адуляр-кварцова) формація* характеризується високими вмістами срібла в золоті і великою кількістю власне срібних мінералів (сульфідів, сульфосолей); для деяких з них характерні теллуриди. Золото-срібні родовища – жили, мінералізовані та жильні зони, штокверки – формуються, як правило, в приповерхневих умовах у зв'язку з наземним вулканізмом.

Крім перерахованих вище рудних формацій, що представляють власне золоторудні родовища, золото є важливим корисним компонентом багатьох

ендогенних комплексних родовищ – головним чином міднопорфірових, мідноколчеданих, колчеданно-поліметалічних, мідно-нікелевих і ін.

За морфологічними особливостями, умовами залягання і внутрішньою будовою рудних тіл, а також характером розподілу золота ендегенні золоторудні родовища поділяються на такі основні типи: шток-верки, мінералізовані і жильні зони, жили, поклади суцільних і вкраплених руд, трубоподібні і неправильної форми поклади і гнізда.

До екзогенних родовищ відносяться збагачені золотом "залізні шляпи" сульфідних родовищ і кори вивітрювання мінералізованих зон, а також золотоносні розсипи.

До метаморфізованих родовищ в даний час відносять золотоносні конгломерати і пісковики Вітватерсранда в ПАР, що є найбільшим родовищем золота у світі.

До техногенних родовищ відносяться відвали позабалансових руд, заскладованих у результаті розробки золоторудних родовищ, золотовмісні відходи (хвости, шлами), що утворилися в процесі збагачення руд або переробки золотовмісних концентратів родовищ чорних, кольорових, благородних та інших металів.

Мінливі геологічні та фізико-хімічні умови утворення руд знаходять своє відображення в різноманітних генетичних і рудноформаційних класифікаціях родовищ, у закономірному поєднанні яких наявна достатньо визначена просторово-часова позиція в загальному геологічному розвитку земної кори і окремих її фрагментів [2].

Територія України характеризується складною, гетерогенною геотектонічною будовою, різноманітними структурно-формаційними комплексами та мінеральними комплексами. У відношенні золотоносності в Україні виділені три металогенічні провінції [3, 4]: Карпатсько-Добруджинсько-Кримська, Дніпровсько-Донецька, Українського щита.

**Карпатсько-Добруджинсько-Кримська** провінція є частиною Середземноморського альпійського мегапоясу, який в цілому характеризується золото-срібною спеціалізацією.

Найбільш золотоносний сегмент провінції охоплює Західні і Східні Карпати. У його межах на території України розташовані Закарпатська, Карпатська, Мармароська, Передкарпатська, Добруджинська і Гірсько-Кримська структурно-металогенічні зони (СМЗ).

**Дніпровсько-Донецький металогенічний пояс (провінція)** охоплює Українську частину Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького авлакогену.

Авлокоген поділяється на Дніпровську (платформну) СМЗ і Донецьку (субгеосинклінально-складчасту) металогенічну область. Два невеликі родовища і перспективні золотопрояви виявлені в Донецькій металогенічній області, де виділяється ряд металогенічних зон: Північна (Колпаківсько-Замчалівська), Центрально-Донбаська, Зуєвсько-Єрмаківська, Мушкетівсько-Персианівська, Південно-Донбаська.

**Провінція Українського щита.** У межах найбільш великої і найбільш перспективної щодо золоторудної мінералізації металогенічної провінції Українського щита виділяються наступні СМЗ (з північного заходу на південний схід): Волинська, Подільська, Білоцерківська, Голованівська, Кіровоградська, Західно-Інгулецька, Криворізько-Кременчуцька, Придніпровська, Західно- і Східноприазовська.

У межах чотирьох з них вже виявлені родовища золота, які проходять або вже пройшли стадію попередньої розвідки.

Родовища та рудопрояви золотого зруденіння поширені в різних геоструктурах України, мають певні відмінності у речовинному складі, морфологічній будові рудних тіл, фізико-хімічних умовах утворення, розділяються за типоморфними властивостями рудних і нерудних мінералів, належать до різних генетичних рудноформаційних і геолого-промислових типів.

Всебічний аналіз різних рудноформаційних і геолого-промислових типів золотого зруденіння сприяє виділенню першочергових напрямків із оцінки родовищ та рудопроявів України [2, 3, 4]:

1) гідротермально-метасоматичних руд, що пов'язані з архейськими зеленокам'яними структурами (родовища золота Сергіївське, Балка Золота, Балка Широка, Сурозьке);

2) гідротермально-метасоматичних руд, що пов'язані із протерозойськими граніто-гнейсовими комплексами (родовища золота Клишівське, Юріївське, Майське та ряд рудопроявів – Овражне, Мостове, Північно-Березівське, Новопавлівське, Прудянське та інші);

3) жильних і стратиформних руд протерозой-палеозойських складчастих метатеригенно-вулканогенних товщ (родовище золота Сауляк та ряд рудопроявів);

4) прожилково-вкраплених руд в палеозойських складчастих вуглецевих теригенних товщах (родовище золота Бобриківське та ряд рудопроявів – Михайлівській та інші);

5) стратиформних в палеозойських вуглецевих карбонатних товщах (Докучаївський рудний район);

б) жильних і прожилково-вкраплених руд в кайнозойських ефузивно-осадкових товщах (родовища золота Мужіївське, Березівське);

7) давніх і сучасних золотоносних розсипів (золотоносні прибережно-морські розсипи Чорного і Азовського морів).

**Руди золота в архейських зеленокам'яних структурах.** Відомі золоторудні родовища зеленокам'яних поясів відрізняються різноманітністю природних типів. З геолого-промислового погляду, серед них можна вирізнити дві головні групи [10]: а) жильні; б) стратиформні (Балка Широка), які, у свою чергу, залучають декілька окремих типів родовищ. Найбільше промислове значення мають родовища першої групи, які об'єднуються у два типи: 1) золотоносні кварцові та карбонатно-кварцові жили (Балка Золота); 2) золотоносні мінералізовані зони (Сергіївське).

Найбільш відомі родовища зеленокам'яних поясів знаходяться у докембрійських щитах Канади (рудні поля Поркьюпайн та Валь-д'Ор та ін.), Зімбабве (родовища Кам, Мотор, Джайєнт та ін.), Австралії (родовища Леонора, Дей Даун, Маунт Шарлот, Хілл та ін.) та Індії (родовище Колар).

Максимальні перспективи пов'язані із *Придніпровською СМЗ* - типова граніт-зеленокам'яна область. Всі відомі тут зеленокам'яні структури містять прояви золота різних рангів, які відносяться до наступних геолого-формаційних типів: 1) приурочені до кислих вулканітів і субвулканічних плагіогранітів сурського комплексу; 2) асоціація із осадово-вулканогенною товщею, що вміщує залізисто-кремнисту формацію; 3) пов'язані з контрастною дацит-базальтовою формацією; 4) локалізовані в метасоматично змінених ультрабазитах метакоматіт-толейтової формації.

У Середньопридніпровській граніт-зеленокам'яній області, що займає весь Середньопридніпровський геоблок, найперспективнішими є рудопрояви, які належать до двох геолого-промислових типів: кварцово-жильного та золотоносних мінералізованих зон.

У Сурській зеленокам'яній структурі (ЗКС), що є складовою Середньопридніпровського блоку, розташовуються такі родовища: Сергіївське, Балка Золота та Південне, що приурочені до єдиного рудного поля в південній частині структури.

Стратифіковані утворення Сурської ЗКС представлені породами аульської і конкської серій, які складені переважно метавулканогенними породами нормального ряду – від ультраосновного до кислого складу, серед яких іноді присутні метаосадно-вулканогенні та метаосадочні утворення.

***Типи золотого зруденіння гідротермально-метасоматичних руд, що пов'язані із протерозойськими граніто-гнейсовими комплексами.*** Загальною ознакою даних родовищ є їх відношення до високометаморфізованих, флішоїдно-грауваковим, пісчано-карбонатно-сланцевим формаціям з проявом накладеного залізо-магнезіально-кальцієвого і натрій-калієвого метасамотоза [8]. Серед відомих у світі родовищ, що пов'язані із протерозойськими граніто-гнейсовими комплексами, слід виділити родовища Дарварського кратону у Індії, частину родовищ блоку Йілгарн в Австралії, Калана в Західній Африці.

*Кіровоградська СМЗ* являє собою область розвитку гнейсових товщ інгуло-інгулецької серії, що зазнали регіональну мігматизацію і гранітизацію (кіровоградський комплекс) і прорваних інтрузіями новоукраїнського і корсунь-новомиргородського комплексів.

Клинцівське і Юр'ївське золоторудні родовища і ряд рудопроявів локалізовані в межах тектоно-метасоматичних зон субмеридіонального простягання, що обрамляють зі сходу Новоукраїнський та Корсунь-Новомиргородський масиви.



У західному обрамленні Корсунь-Новомиргородського плутону відомо кілька рудопроявів золота в межах Ліпняжського і Березовського рудних полів.

**Жильні і стратиформні руди протерозой-палеозойських складчастих метатеригенно-вулканогенних товщ.** У геолого-металогенічному відношенні родовище Сауляк входить до Рахівського рудного району, що приурочений до північно-західної частини Мармарошського кристалічного масиву Східних Карпат [4].

Основною рудною структурою родовища є однойменна Саулякська тектоно-метасоматична (золоторудна) зона, яка приурочена до контакту білопотокської та діловецької світ.

**Прожилково-вкраплені руди золота в палеозойських складчастих вуглецевих теригенних товщах.** Слід зазначити, що великий внесок у формування запасів золота такого типу забезпечують такі родовища, як Мурунтау, Сухого Логу, Бакирчика та ін. При цьому всі відомі великі родовища країн колишнього СРСР належать до золото-вуглецевої формації (золото-сульфідної або золото-кварц-сульфідної), тобто вони локалізовані в теригенних вуглецевмісних комплексах низьких ступенів метаморфізму.

Прояви золота цього типу виявлені у Нагольному кряжі Донбасу, який вважається однією з трьох головних золотоносних провінцій України [5].

Уперше самородне золото в цьому регіоні виявлено у кварцових жилах Гострого Бугра, Бобриківського рудопрояву та інших ділянках Нагольного рудного району (золото-поліметалічні рудопрояви: Гостробугорське Есауловське та ін).

Бобриківське рудне поле в металогенічному відношенні є складовою частиною Нагольчанського рудного району. Останній у тектонічному плані є тією частиною Головної антикліналі Донбасу, що розміщена в області її перетинання субмеридіональним Ровеньківським (або Ровенецьким) підняттям.

Для родовищ і рудопроявів Нагольного кряжа притаманний жильно-прожилковий тип зруденіння. В деяких випадках трапляється вкраплене зруденіння, яке просторово тяжіє до рудних жил.

**Стратиформні типи зруденіння золота в палеозойських вуглецевих карбонатних товщах.** Прояви золота цього типу виявлені в Докучаєвському рудному районі, в межах Південно-Донбаської зони глибинного розлому, що відокремлює Донецьку складчасту область від Приазовського блоку УЩ. Останній складний докембрійськими метаморфічними породами - гнейсами і сланцями, мармурами, кварцитами, гранітами, плагіограніти і мігматитами.

У межах рудного району поширені штокоподібні і дайкові тіла трахіандезитів (західний фланг рудного району) та андезитів (центральна і східна частини району), які відносяться до андезит-трахіандезитового комплексу.

Головні рудоконтролюючі структури виражені тектонічними порушеннями високих порядків-фронтальними зонами насувів, скидами, а також перетертими зонами дріблення і міжпластовими зривами.

Самородне золото встановлено в турнейських доломітах, в плямисто-доломітізованій вапняк з прошарками аргілітів, в сірих крупно-средньокристалічних вапняках (кар'єр доломітний). Вміст золота становить від 0,01 до 2,9 г/т.

**Жильні і прожилково-вкраплені руди в кайнозойських еффузивно-осадових товщах.** Золоторудні неогенові об'єкти Закарпаття поширені у внутрішній частині Внутрішнього вулканічного поясу Карпат і пов'язані з проявами міоценового андезит-ріолітового вулканізму. Золото-металеве зруденіння поширене в межах вулканічного поясу на території Словаччини (Банська Штявниці, Злата Баня, Кремніца), Угорщини (Телькібаня, Дьодьошорс, Надбйоржонь), Українського Закарпаття (Берегівське рудне поле, прояви золотого зруденіння в районі с.Квасове, в межах поліметалевих і ртутно-поліметалевих родовищ: Біганського та Вишківського), Румунії (Бая-Марський і Апусенський рудні райони) [7].

Берегівське рудне поле, у межах якого розташовані Мужієвське та Берегівське золото-поліметалеві родовища, розміщене в Закарпатській області України на декілька кілометрів на захід від м. Берегового.

Берегівське рудне поле розміщене в межах підняття донеогенового фундаменту, в зоні зчленування Закарпатського внутрішнього прогину з Панонським серединним масивом. Будову Берегівського рудного поля визначає Берегівська вулканічна депресія, яка на сході межує з Куклянським горстом (Шклянка, Удуд, Пеньковська, 1984).

**Висновок.** Подальший розвиток робіт із геологічного вивчення золоторудних родовищ України, підрахунку запасів і оцінки їх ресурсів, потребує довивчення попередньо виділених геолого-промислових типів та опрацювання методичних основ геолого-економічної оцінки цих родовищ та встановлення єдиних вимог щодо групування золоторудних родовищ за геолого-промисловими типами, складністю геологічної будови, промисловим значенням, техніко-економічним і геологічним вивченням, а також до вивченості родовищ золота та супутніх корисних копалин, підрахунку запасів і їх підготовленості до промислового освоєння, оцінки ресурсів золота в межах перспективних ділянок відповідно до Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.97 № 432.

Для забезпечення створюваної золотовидобувної галузі України перспективними ресурсами і промисловими запасами розглянутих геолого-промислових типів слід передбачити:

– активізацію геологорозвідувальних робіт у *Закарпатській та Мармароській СМЗ* (пошукові та пошуково-оціночні роботи на ділянках Берегівського і Вишківського рудних полів, а також на площах і ділянках

Рахівського рудного району, розвідку Берегівського родовища, а також південно-східних і північно-східного флангів Мужіївського родовища);

- продовження пошукових і пошуково-оціночних робіт на Українському щиті в перспективних структурах як відомих рудних полів і зон (Верхівцівська, Сурська і Чортотлицька зеленокам'яні структури Середнього Придніпров'я, Саврансько-Капустинське, Клишівсько-Юріївське рудні полі в гнейсових товщах), так і потенційних рудних полів в перспективних структурах північно-західній частині Українського щита;

- посилення пошукових, пошуково-оціночних робіт на Донбасі для вивчення теригенно-карбонатних товщ південного Донбасу, перспективних на багаті руди типу Карлін та чорносланцевих товщ Донбасу, перспективних на виявлення родовищ типу Кокпатас, Бакирчик, Мурун Тау;

- проведення прогнозно-пошукових робіт на шельфі Азовського і Чорного морів;

- вдосконалення методичної складової геолого-економічної оцінки золоторудних родовищ у сфері міжнародної системи класифікацій та стандартів;

- розвиток технологій видобутку, переробки і збагачення руд золота на основі використання високопродуктивної гірської техніки, інноваційних технологій збагачення мінеральної сировини і вилучення золота.

Проведення геологорозвідувальних робіт, як першої фази інвестування у розвиток підприємства з видобування корисних копалин, повинно відбуватись із залученням інвесторів, що спеціалізуються на проведенні таких робіт та мають приклади реалізованих проектів. Крім того, геологорозвідувальні роботи передінвестиційної фази проекту слід проводити із зростаючою детальністю по стадіях з геолого-економічними оцінками промислового значення корисних копалин і доцільності проведення подальших робіт в кінці кожної стадії.

Відповідно до прийнятої стадійності геологорозвідувальних робіт виділяються початкова (ГЕО-3), попередня (ГЕО-2) і детальна (ГЕО-1) геолого-економічні оцінки об'єктів геолого-розвідувальних робіт з відповідним рівнем техніко-економічної вивченості (ТЕМ, ТЕД, ТЕО), що приблизно відповідає міжнародній стадійності техніко-економічної вивченості об'єктів – Scoping Study, Pre-feasibility Study та Feasibility Study [5].

Залучення інвестицій у проекти, що пов'язані із різними стадіями геологорозвідувальних і експлуатаційних робіт на золоторудних об'єктах потребують, з одного боку, спрощення процедур отримання спеціальних дозволів на видобування початково та попередньо оцінених запасів і ресурсів, на умовах підприємницького ризику, з іншого – вдосконалення методичних підходів і інструментів геолого-економічної оцінки золоторудних родовищ відповідно до міжнародних стандартів звітності.



*Список літератури:*

1. Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 р. № 432).
2. Бобров О.Б., Сіворонов А.О., Гурський Д.С. та ін. Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ України. – УкрДГРІ, 2004. –С. 335–344.
3. Бочай Л.В., Галецкий Л.С., Кулиш Е.А. Металлогеническое районирование территории Украины // Проблемы золотоносности недр Украины. – ГНЦРОС. –1997. –С. 20–48.
4. Гурский А.Д., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Киев – Львов: Изд-во "Центр Европы", 2005. – 785 с.
5. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Павлишин В.И. Минералогия Донецкого бассейна. Киев: Наукова думка, 1975 Ч.П. -502 с.
6. Сіворонов А.О., Малюк Б.І., Бобров О.Б. Промислові типи та пошукові критерії золоторудних родовищ у ранньодокембрійських зеленокам'яних поясах // Вісник Львівського Ун-ту. Сер. Геол.. Вип. 2. -1992. - С. 65-81.
7. Скакун Л.З., Матковський О.І., Гожик М.Ф., Ремешило Б.Г., Шклянка В.М. Золоте зруденіння Берегівського рудного поля (геолого-структурна позиція і мінералогічна типізація) // Вісник Львівського Ун-ту. Сер. Геол.. Вип. 2. -1992. –С. 128-145.
8. Яценко Г.М., Бабинін О.К., Паршина М.О., Росихіна А.І. Золотоносність гранітоїдно-метатеригенного Формаційного комплексу докембрію центральної частини Українського щита // Вісник Львівського Ун-ту. Сер. Геол.. Вип. 2. -1992. –С. 51-64.
9. The Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves / The JORC Code. 2012 Edition.