УДК 550.83:553.495:553.493.5

<https://doi.org/10.31996/mru.2021.2.15-23>

Г. А. КАЛАШНИК, д-р геол. наук, професор
(Льотна академія Національного авіаційного університету (ЛА НАУ)),
kalashnik_anna1@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9581-9865>

G. KALASHNYK, Doctor of Geological Sciences (Dr. Sci. (Geol.)),
Professor (Flight Academy of National Aviation University),
kalashnik_anna1@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9581-9865>

ОСОБЛИВОСТІ МЕТАЛОГЕНІЇ УРАН-ЗОЛОТО ЮР'ІВСЬКОГО УРАНОВОРУДНОГО ПОЛЯ КІРОВОГРАДСЬКОГО РУДНОГО РАЙОНУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

THE FEATURES OF URANIUM-GOLD METALLOGENY OF THE YURIVSKE URANIUM ORE FIELD OF THE KIROVOHRAD ORE DISTRICT OF THE UKRAINIAN SHIELD

Представлені результати дослідження особливостей металогенії уран-золото Юр'ївського урановорудного поля Кіровоградського рудного району Українського щита (УЩ). Показано, що еволюційні металогенічні тренди регіонального рівня території досліджень були зумовлені глибинними чинниками рудоутворення, які визначали металогенічну спеціалізацію (потужність літосфери, ступінь її зрілості), інтенсивність рудоутворення (первинна масштабна сепарація рудогенних компонентів в астеносфері), напрям і склад потоків мантийного спеціалізованого флюїду у верхні частини земної кори (внаслідок масштабного енергомасоперенесення з астеносфери) по розломах транслітосферного проникнення в періоди епох рудоутворення. Внутрішньокорові процеси визначали особливості локалізації рудоконцентрацій на фінальній стадії рудовідкладання. Обґрунтовано критерії зв'язку уран-золото на Юр'ївському родовищі урану й причини роздільного рудоконцентрування цих елементів у період уранового рудогенезу.

Ключові слова: металогенія уран-золото, монометальне зруденіння, мантийні рудогенні компоненти, геохімічні бар'єри, антагонізм окиснювально-відновних умов, Юр'ївське урановорудне поле, Кіровоградський рудний район.

The results of the study of the peculiarities of uranium-gold metallogeny of the Yurivske uranium ore field of the Kirovohrad ore district of the Ukrainian shield are presented. It is shown that evolutionary metallogenic trends at the regional level territory of the study area were primarily due to deep-seated factors of ore formation, which determined metallogenic specialization (thickness of the lithosphere, degree of its maturity), intensity of ore formation (primary large-scale separation of certain ore-generating components in the asthenosphere), direction and composition of mantle flows of specialized fluid into the upper parts of the earth's crust along faults of translithospheric penetration during periods of activation. The processes inside the crust determined the features of the localization of ore concentrations at the final stage of ore deposition. The features of the uranium-gold metallogeny of the Yurivske uranium ore field are due to: 1) the specifics of the deep structure of the central part of the Ingulsk megablock of the Ukrainian shield; 2) the spatial connection of the uranium and gold mineralization separated in time with the same deep faults; 3) the heterogeneity of the granite-gneiss section as a natural framework, and the multiphase hydrothermal-metasomatic processes superimposed on this framework (mainly near faults), which led to ore deposition at geochemical barriers; 4) antagonism of the oxidation-reduction conditions of mineral formation for uranium and gold, which led to their separation, redistribution of gold, and separate final ore deposition of U and Au.

The metasomatic processes accompanying uranium and gold mineralization at the Yurivske uranium ore field are considered. Criteria for the uranium-gold connection at the Yurivske uranium deposit are presented and the reasons for the separate ore concentration of these elements during the period of uranium ore genesis are substantiated.

Keywords: uranium-gold metallogeny, monometal mineralization, mantle ore-generating components, geochemical barriers, antagonism of the oxidation-reduction conditions, Yurivske uranium ore field, Kirovohrad ore district.

Загальна постава проблеми та зв'язок з практичними завданнями

Проведені в 90-х роках ХХ століття дослідження [1] з вивчення ураноносності альбітитів Кіровоградського рудного району дали змогу виявити зони суміщення гіпогенного й різновікового гіпергенного мінералоутворення, що є характерною особливістю ураноносних лужних метасоматитів докембрію. Водночас виконаний у ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія" великий обсяг аналізів хіміко-спектральним методом на золото щодо уранових руд родовищ у середньотемпературних карбонатно-натрієвих метасоматитах Кіровоградського рудного району дав змогу зробити дуже важливий висновок: уранові руди цих родовищ є монометальними і не містять промислових концентрацій золота.

На Юр'ївському родовищі урану в північній його частині золоте зруденіння розміщується на відстані всього 400–750 м від урановорудної зони в аналогічному за складом вміщувальному середовищі. За вертикальним розмахом і уранове, і золоте зруденіння локалізовані в інтервалах глибин до 1 км.

Водночас спостерігається досить суперечливий взаємозв'язок золотого й уранового зруденіння, що ускладнює розшифрування послідовностей процесів мінералоутворення та причин трансформації речовинного складу зон із золотою мінералізацією. Тому науковий інтерес становить вивчення критеріїв зв'язку золотого й уранового зруденіння на Юр'ївському урановорудному полі, що стало результатом потужно проявленого в Кіровоградській урановорудній металогенічній області процесу середньотемпературного карбонатно-натрієвого метасоматозу. З ним пов'язане промислове уранове зруденіння цілої низки родовищ урану метасоматичного геолого-промислового типу в карбонатно-натрієвих метасоматитах Кіровоградського та Криворізького рудних районів. Виявлення особливостей металогенії уран-золото Юр'ївського урановорудного поля Кіровоградського рудного району УЩ дасть змогу ефективніше виконувати комплексну оцінку потенційної ураноносності й золотоносності прогнозних площ.

Огляд публікацій та невирішені частини загальної проблеми

На сьогодні традиційними є уявлення про провідне значення під час формування докембрійських родовищ золота УЩ первинно збагачених цим металом вміщувальних порід.

Особливо широко ці погляди були розвинені стосовно родовищ золота в зеленокам'яних поясах архею, а також стратиформних родовищ палеопротерозою. У деяких публікаціях [11, 17] відображені уявлення дослідників про можливі механізми золоторудного процесу Кіровоградського ураново-золоторудного району. Для Кіровоградської металогенічної області характерне просторове сполучення протерозойських золоторудних об'єктів у регіональних тектонометасоматичних структурах з промисловими родовищами урану, рідкісних і рідкісноземельних металів, заліза, графіту, проявами кімберлітового магматизму [17].

Розглядаючи мантию як основне джерело рудогенних компонентів під час формування великих рудних концентрацій різної металогенічної спеціалізації на верхніх структурних поверхнях земної кори, ми виявили низку глибинних чинників формування великих за запасами родовищ урану [8], U-V-TR-Sc руд [4], Li і Ta-Li руд [3] на УЩ, визначили закономірності формування урановорудних метасоматитів у зв'язку з глибинною будовою літосфери УЩ [5]. З'ясовано [14], що джерелом рудогенних компонентів під час формування промислових родовищ урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах Кіровоградського рудного району є мантия. На думку Г. М. Яценко та ін. [17], Клинівське родовище золота, локалізоване в зоні Кіровоградського розлому, пов'язане з мантийними джерелами рудогенних компонентів, розкритими цим розломом. Проникненню рудоносних флюїдів (або флюїдизитів) під час формування Юр'ївського родовища золота, що розміщується в зоні Кіровоградського розлому, також сприяли тектонічні структури, у яких відбувалося метасоматичне й гідротермальне перетворення вміщувальних порід і локалізація руд [17].

Проведене в ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія" опробування й аналіз продуктів натрієвого метасоматозу, проявлених як у гранітоїдах кіровоградського комплексу, так і в гнейсах чечелівської світи, а також потужних зонах серицитизації й окварцювання, що супроводжували ділянки десиліфікованих порід і альбітитів низки родовищ урану Кіровоградського рудного району, дало змогу зафіксувати в низці проб аномальний вміст золота. Зокрема, на Щорсівському та Підгайцівському родовищах урану в кількох свердловинах вміст золота зафіксовано на рівні проявів (0,1–0,4 г/т і вище). У рудних альбітитах приповерхневої зони Новокосятинівського родовища вміст золота сягає 40 мг/т. В ураноносних альбітитах Жовторіченського родовища (Криворізький урановорудний район) виявлено збільшення вмісту золота до 2 г/т. Середній вміст золота в урановорудних карбонатно-натрієвих метасоматитах Кіровоградського рудного району представлений у табл. 1.

Золотоносні концентрації частіше розподілені на периферії родовищ урановорудних альбітитів, зокрема, Центрального, Северинського, Підгайцівського, Новокосятинівського та інших. Родовища Юр'ївське-уранове і Юр'ївське-золоте розміщуються за 6 км одне від одного. Золоторудна мінералізація, так само як і уранова, приурочена до довготривалих тектонометасоматичних прирозломних зон. На Юр'ївському родовищі урану золотоносні зони мають переважно широтне простягання, як і зони уранового зруденіння, золота мінералізація простежена до глибини 1000 м (матеріали КП "Кіровгеологія"). Якщо середній вміст золота в урановорудних апогнейсових альбітитах Юр'ївського родовища урану становить до 45 мг/т, то в зонах збагачення на окремих інтервалах вміст золота підвищується до 10–15 г/т.

Таблиця 1. Середній вміст золота в карбонатно-натрієвих метасоматитах родовищ урану Кіровоградського рудного району (за даними КП "Кіровгеологія")

Родовища урану	Середній вміст золота, (n·10 ⁻⁷) %
Мічуринське	27,1*
Северинське	19,0*
Підгайцівське	18,0*
Центральне	9,4–12,5**
Юр'ївське	6,2–45,0**
Лелеківське	11,0**
Західноконоплянське	9,1*
Південноконоплянське	8,7*
Новокосятинівське (приповерхнева зона)	11,1–40,0**

Примітки. Кларк вмісту золота в кіровоградських гранітах – 4,5·10⁻⁷ %. Вміст золота визначено за допомогою нейтронно-активаційного методу:

* – дані ВІМС,

** – дані ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія"

Проблеми формування золотого зруденіння тісно пов'язані з геохімічними особливостями золота й особливостями його міграції в природних умовах. Базою ефективних прогностно-пошукових моделей промислового зруденіння будь-якої металогенічної спеціалізації є дослідження умов формування родовищ, починаючи від виявлення первинних джерел рудогенних компонентів і умов їхнього концентрування на стадії рудопідготовки [1] до специфіки формування великих рудоконцентрацій на фінальній стадії рудовідкладання.

Золоторудні родовища східного облямування Новоукраїнського масиву (Юр'ївське, Клинівське) монометальні, середні за запасами й роз'єднані в просторі з промисловими родовищами урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах, які також є монометальними, але переважно з великими запасами урану [7]. Це яскраво проявлено для просторово зближених Юр'ївського родовища золота і Юр'ївського родовища урану. Є низка комплексних родовищ з промисловими вмістами урану й золота, найвідоміші з яких – Вітватерсранд, Олімпік-Дам, Джабілука (одне з найбільших у світі). Проте дуже мало досліджень, що дають змогу обґрунтувати, у яких випадках можна очікувати комплексних промислових концентрацій урану й золота, а в яких – відбувається їхній розподіл і формування монометальних рудоконцентрацій.

Мета статті

Виявлення особливостей металогенії уран-золото в Юр'ївському урановорудному полі Кіровоградського рудного району УЩ.

Методика досліджень

Для вирішення поставлених завдань використовувався комплекс геофізичних, петрологічних, геохімічних і структурно-геологічних методів досліджень.

Особливості металогенії уран-золото Юр'ївського урановорудного поля Кіровоградського рудного району

На площі Кіровоградського рудного району Юр'ївське урановорудне поле приурочене до східної частини ендоконтакту Новоукраїнського гранітного масиву й гранітогнейсових складчастих структур, що його облямовують (рис. 1). Воно являє собою замкнений простір затокоподібної форми гранітогнейсового контакту між східним контактом Новоукраїнського масиву, Кіровоградсько-Бобринецьким і Сасівським гранітними масивами та гнейсами Приінгульського блока.

Рис. 1. Геолого-структурна схема розміщення Юр'ївського урановорудного поля Кіровоградського рудного району УЩ (з використанням геолого-формаційної основи Є. М. Лазька та ін., 1991): палеопротерозойські утворення (PR₁): 1 – метаморфізовані осадові й вулканогенно-осадові формації (інгуло-інгулецька серія (PR_{1i})); новоукраїнський комплекс (PR_{1nu}); 2 – формація чарнокітоїдів, трахітоїдних гранітів; кіровоградський комплекс (PR_{1kg}); 3 – формація прогресивних ультраметаморфічних автохтонних і параавтохтонних гранітів; мезопротерозой (PR₂): формація аортозит-рапаківі-гранітна (корсунь-новомиргородський комплекс (PR_{1kn})); 4 – габро-анортозити, 5 – граніти рапаківі та рапаківіподібні; неопротерозойські утворення (PR₃): 6 – дайки діабазу, габро-діабазу та камптоніту; 7 – родовища урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах; 1 – Юр'ївське; 8 – родовища золота: Юр'ївське (1), Клинівське (2); 9 – осові лінії розломів: а – провідних (цифри в кружечках): 1 – Кіровоградський, 2 – Софіївсько-Компаніївський, 3 – Суботсько-Мошоринський, 4 – Інгуло-Кам'янський, 5 – Центральний; 6 – другорядних; 10 – контур Кіровоградського рудного району (фрагмент)

Структурний контроль зумовлений потужним тектонічним вузлом, утвореним меридіональною Кіровоградською, широтною Суботсько-Мошоринською зонами розломів, північно-східним Софіївсько-Компаніївським розломом, північно-західним Сусловським розломом, що входить до складу розломної зони Центрального розлому (рис.1).

Для східного облямування Новоукраїнського масиву, як і загалом для Інгульського мегаблока високого ступеня зрілості, характерна максимальна в межах УЩ потужність літосфери, яка в східній частині мегаблока може становити 210–240 км (рис. 2а). Положення Новоукраїнського гранітного масиву на рівні верхньої мантії трасується наявністю неоднорідності з характерним для неї дефіцитом мас, що, вірогідно, зумовило сполучення у фізичних полях Кіровоградського гравітаційного мінімуму, аномалії електропровідності, транскорової акустичної аномалії. Поверхня цієї неоднорідності розміщується на глибині 50–70 км, підоснова – близько 400 км [12].

Контроль Суботсько-Мошоринської і Кіровоградської зон розломів, поряд з іншими розломами, великою мірою визначає характер границі Мохо в Інгульському мегаблоці. Уздовж них відбувається різка зміна потужності земної кори. Металогенія Юр'ївського рудного поля передусім зумовлюється особливостями глибинної будови літосфери центральної частини Інгульського мегаблока УЩ. Смуга східного екзоконтакту масивів новоукраїнських і кіровоградських гранітів, де розміщуються виявлені Лелеківське, Мічуринське і Юр'ївське урановорудні поля, простягається в східній частині зон зміни потужності кори (42–46 км) між Кіровоградським і Центральним розломами з високоамплітудними зсувами границі Мохо вздовж глибинних Суботсько-Мошоринської та Кіровоградської зон розломів (рис. 2б).

Рис. 2. Схема поверхні астеносфери (за даними В. Б. Соллогуба [13]) (а), карта глибини залягання і рельєфу поверхні Мохо [15] (б), карта потужності гранітогнейсового шару [15], (в) з родовищами золота й урану в межах східної частини Інгульського мегаблока УЩ і суміжних територій
До схеми а: 1 – трансрегіональні мантіїні лінеamenti північно-східного простягання, 2 – контури УЩ, 3 – контур Інгульського мегаблока; 4 – родовища урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах: 1 – Юр'ївське (U), 5 – родовища золота: 1 – Юр'ївське (Au); 2 – Клинівське.
До карти б: 1 – ізолінії поверхні Мохо, км; 2 – міжмегаблокові розломи; 3 – шкала глибин, км: а – 33–35; б – 36–40; в – 41–45; г – 46–50; д – 51–55; е – 56–60; є – 61–65; ж – 66–70; 4 – родовища урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах: 1 – Юр'ївське (U), 5 – родовища золота: 1 – Юр'ївське (Au); 2 – Клинівське.
До карти в: 1 – ізолінії потужності гранітогнейсового шару, км; 2 – міжмегаблокові розломи УЩ; 3 – шкала потужності, км: а – 0; б – 0,1–5,0; в – 5,1–10,0; г – 10,1–15,0; д – 15,1–20,0; е – 20,1–25,0; 4 – родовища урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах: 1 – Юр'ївське (U), 5 – родовища золота: 1 – Юр'ївське (Au); 2 – Клинівське

Схема потужності гранітогнейсового шару відбиває латеральну мінливість ступеня зрілості кори. За цим показником рівня мантійного енергомасоперенесення Юр'ївське рудне поле приурочене до зони максимальної й підвищеної потужності гранітогнейсового шару до 10–15 км і вище (рис. 2в).

Юр'ївське урановорудне поле просторово збігається з південним бортом широтного мантійного прогину, контролюваного Суботсько-Мошоринською зоною розломів, у якому зосереджені всі родовища урану Кіровоградського рудного району (рис. 2б). Уздовж Суботсько-Мошоринського широтного розлому відбувається амплітудне (на 4–5 км) зміщення поверхні Мохо, з наявністю різко окреслених градієнтних зон кутів нахилу поверхні Мохо (до 27,8–54,3°) (рис. 3).

Юр'ївське урановорудне поле чітко пов'язане з неоднорідностями субширотного й субмеридіонального простягання, виявленими на поверхні Мохо (рис. 3а), “базальтового” (рис. 3б) і “діоритового” (рис. 3в) шарів. Для тектонічного вузла, до якого приурочене Юр'ївське рудне поле, характерним є істотний зсув транслітосферних проникних зон від границі Мохо до денної поверхні з потужним ускладненням структурних форм на рівнях “базальтового” й “діоритового” шарів (рис. 3). Це об'єктивно діагностується локальними зонами проникнення складної конфігурації з істотним просторовим зсувом окремих фрагментів Кіровоградської зони розломів. Вузли перетину широтних, діагональних і субмеридіональних розломів забезпечували максимальну проникність і були шляхами руху мантійних ураноносних флюїдів, агентами зв'язку верхньої частини земної кори з астеносферними первинними джерелами рудогенних компонентів. Характер анізотропії середовища й неоднорідностей на поверхнях Мохо, базальтового й діоритового шарів

у межах проєкції Юр'ївського рудного поля підсилюється в напрямку до денної поверхні (рис. 3). Зазначені ознаки свідчать про наявність транспортних каналів для підняття ураноносних флюїдів і водночас виконання умови зміни ступеня проникності різноглибинних шарів кори, що полягає у фрагментарній відносній закритості розломних зон на верхніх горизонтах (через зміщення й ускладнення конфігурації зон проникності), потрібній для формування масштабного уранового зруденіння в карбонатно-натрієвих метасоматитах унаслідок процесу експлозивного гідророзриву [9].

Отже, позиція Юр'ївського рудного поля з промисловим урановим зруденінням у карбонатно-натрієвих метасоматитах зумовлена сукупністю низки сприятливих глибинних чинників промислового уранового зруденіння [8].

Юр'ївське урановорудне поле накладається на сформоване раніше єдине Компаніївське золоторудне поле й ділить його на дві частини – західну (із Західноюр'ївським рудопроявом золота) і східну з Юр'ївським (раніше Східним) золоторудним родовищем і Сасівським рудопроявом золото-кварцової малосульфідної формації. На це вказують фрагменти золоторудних процесів у межах Юр'ївського урановорудного поля, у межах Юр'ївського родовища урану з винесенням золоторудних компонентів у східну й західну частини рудного поля (рис. 4). Урановорудний процес у межах єдиного Компаніївського золоторудного поля має підпорядковане значення за масштабністю (менше ніж 30 % площі району) (рис. 4) і за продуктивністю (менше ніж 5 % загальних запасів Кіровоградського урановорудного району).

Під час виокремлення контуру Юр'ївського урановорудного поля виходили такі показники: 1) розподіл урану; 2) $(K_2O + Na_2O)/K_2O \times Na_2O$ – комплексний показник натрієвого метасоматозу для оконтурювання карбонатно-

Рис. 3. Карти градієнтних зон поверхонь Мохо (а), “базальтового” (б), “діоритового” (в) шарів східної частини Інгульського мегаблока УЩ (за Ю. І. Федоришиним [15]) з урановорудними й золоторудними об'єктами: 1 – кути нахилу поверхонь (у градусах); 2 – родовища урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах: 1 – Юр'ївське (U), 2 – Криворізький

3 – родовища золота: 1 – Юр'ївське (Au); 2 – Клинцівське; 4 – урановорудні райони: 1 – Кіровоградський (фрагмент), 2 – Криворізький

натрієвих метасоматитів; 3) Be-Pb-Zr-Na-V – комплексний показник елементів-супутників урану для оконтурювання урановорудних натрієвих метасоматитів.

Під час виокремлення контуру Компаніївського золоторудного поля використано такі геохімічні показники: 1) розподіл золота; 2) комплексний показник Ca-Mg-Fe – для виділення гнейсових пачок, збагачених основним матеріалом, первинно спеціалізованих на золото; 3) комплексний показник As-Ag-Bi-Ni-Cr-Fe-Ca – для оконтурювання золоторудних полів; 4) Fe/(Fe+Mg) – підвищені значення гранітизації в межах контурів золоторудних полів для оконтурювання ділянок, збагачених пегматоїдним і кварц-польовошпатовим матеріалом (потенційні золоторудні родовища).

У віковому сенсі золоте зруденіння Компаніївського рудного поля багатозафазне, передє урановому зруденінню, структурно пов'язане із зонами протоклазу й катаклазу, узгодженими з простяганням гнейсової товщі та пізнішими зонами тріщинуватості всередині зон розломів глибинного закладення.

Для ліпшого розуміння закономірностей металогенії уран-золото Юр'ївського урановорудного поля треба зазначити деякі особливості геологічного розвитку центральної частини УЩ в палеопротерозой. Вік теригенно-осадової товщі становить 2670–2450 млн років [10], а вік метаморфізму – приблизно 2200 млн років [10]. Джерелом золота могли бути вулканічні породи основного складу, представлені нині амфіболумісними ортогнейсами, частота зародження значущих умістів золота в яких за результатами хіміко-спектрального аналізу становить 93 % (дані КП “Кіровогеологія”). Осаджені в процесі осадконакопичення на вуглецевому геохімічному бар'єрі, колоїди золота й заліза на стадії діагенезу й метаморфізму, вірогідно, змінювали стан, формуючи спеціалізовані сульфідно-вуглецеві (згодом, піротин-графітові) золоторудні товщі.

Велика частина виявлених проявів і аномалій золота східного крила Новоукраїнського масиву та Корсунь-Новомиргородського плутону локалізовані в диференційованій гнейсовій товщі чечеліївської світи в різних геолого-структурних ситуаціях, з якими пов'язані аномалії та прояви золота (табл. 2). За даними КП “Кіровогеологія”, геохімічні дослідження монофракцій піриту й графіту з графіт-біотитових гнейсів чечеліївської світи інгуло-інгулецької серії, на яких не позначилася золоторудна мінералізація, засвідчують, що ці мінерали є основними концентраторами золота в породах. У монофракціях графіту вміст золота становить 2,25 г/т, у піриті – 0,63 г/т. Крім того, графіт є головним концентратором мангану, молібдену, олова, титану, ванадію, цинку, а пірит – кобальту, нікелю, свинцю.

У період активізації (2,1–1,97 млрд років) у центральній частині УЩ відбувався потужний висхідний потік високотемпературних флюїдів, що створив в умовах ультраметаморфізму Новоукраїнський гранітний масив, який став чинником різкої анізотропії геологічного середовища. Це добре проявлено в гравітаційному полі, у даних глибинного сейсмічного зондування. Ізотопний вік гранітів кіровоградського комплексу становить 2015–2070 млн років [2]. Формування Кіровоградсько-Бобринецького гранітного пояса, що вміщує Сасівський і Володимирівський гранітоїдні масиви, а також зони підвищеної гранітизації (Грушко-Калинівська зона), супроводжувалося анатектичними виплавками в гнейсовій товщі – золото водночас локалізувалося в зонах підвищеної проникності, де внаслідок циркуляції термальних мінералізованих вод формувалися кварц-польовошпатові прожилки й малопотужні жили дрібно-середньозернистих, зрідка пегматоїдних гранітів. Граніти дрібно-середньозернисті й апліт-пегматоїдні, що приурочені до екзоконтактів Новоукраїнського масиву, характеризуються підвищеною фоновою золотоносністю до 3 мг/т (табл. 2).

Рис. 4. Карта суміщених геолого-геохімічних ознак урановорудних і золоторудних процесів у Юр'ївському урановорудному й Компаніївському золоторудному полях (з використанням матеріалів КП “Кіровогеологія”): палеопротерозойські утворення (PR₁): інгуло-інгулецька серія (PR_{1i}), чечеліївська світа (PR_{1ic}): 1 – метаморфізовані осадові й вулканогенно-осадові формації: гнейси біотитові, гранат-біотитові, кордієрит-біотитові й графітумісні з прошарками біотит-амфіболових і біотит-піроксенових гнейсів; кіровоградський комплекс (PR_{1k}): 2 – граніти порфіробластові, середньо-великозернисті, біотитові; 3 – граніти дрібно-середньозернисті, масивні, біотитові, гранат-біотитові; 4 – пегматити, апліти, апліт-пегматоїдні граніти, гідротермально-метасоматичні утворення (αPR_{1k}); 5 – альбіт-гематит-карбонат-рибекітові, гематит-карбонат-хлоритові, гематит-карбонат-флогопітові, гематит-карбонат-рибекіт-егіринові; 6 – десіліковані альбіт-мікроклінові породи; неопротерозой (PR₂): 7 – порфірити, діабазові порфірити; урановорудні об'єкти в карбонатно-натрієвих метасоматитах: 8 – родовища (Юр'ївське (U)), 9 – рудопрояви; золоторудні об'єкти: 10 – Юр'ївське (Au) родовище, 11 – рудопрояви золота: 1 – Західно-юр'ївське, 2 – Сасівське; 12 – контури суміщених ознак урановорудних процесів, 13 – контури суміщених ознак золоторудних процесів; 14 – осові лінії розломів: 1 – встановлених; 2 – передбачуваних за геолого-геофізичними даними; 15 – контур ділянки Юр'ївського родовища урану; 16 – типи геологічних меж: а – чіткі петроструктурні, б – поступові фаціальні між уміщувальними породами й лужними метасоматитами

Таблиця 2. Фоновий уміст золота в породах фундаменту східно-го екзоконтакту Новоукраїнського масиву (за матеріалами ГРЕ № 37 КП “Кіровгеологія”)

№	Породи	Кількість проб у вибірці	Середній фоновий уміст золота в мг/т
А.	Чечеліївська світа інгуло-інгулецької серії		
1.	Гнейси біотитові	1500	2,6
2.	Гнейси кордієрит-біотитові	219	2,7
3.	Гнейси графіт-біотитові	114	6,2
4.	Гнейси амфібол-біотитові	26	5,1
5.	Гнейси піроксен-біотитові	42	2,2
Б.	Кіровоградський комплекс		
6.	Граніти й мігматити нерозчленовані середньозернисті, біотитові	572	1,6
7.	Граніти дрібно-середньозернисті, біотитові	793	3,0
8.	Пегматити, апліт-пегматоїдні граніти	448	3,0
9.	Кварцові й кварц-польовошпатові жили, тісно пов'язані з пегматитами	23	17

Ще вищий фон виявляється в тісно пов'язаних з пегматоїдами кварцових і кварц-польовошпатових жилах і прожилках, які за простяганням нерідко переходять у пегматити (табл. 2). До того ж вони часто асоціюють із золотоносними мінералізованими зонами в гнейсовому розрізі території досліджень. Початок безпосередньо золоторудного етапу пов'язаний з пегматитовою стадією в гранітоїдних масивах. Пегматитові розплави мали істотно калій-кремнієвий розплав. Спорідненість золота з кремнеземом дає змогу припускати збагачення осередків плавлення золотим компонентом, поряд із цинком, сріблом тощо. Активізація Кіровоградської зони розломів створювала сприятливі умови для впровадження в її межі пегматоїдів.

Наступна стадія мобілізації золота була пов'язана з пропілітизацією гранітів і гнейсів у зонах протоклазу й катаклазу, найяскравіше представлених у зоні впливу Кіровоградської зони розломів. Процес пропілітизації в найпроникніших ділянках – зонах об'ємного катаклазу на сполученні глибинних розломів і в найглибинніших розломах передували натрієвому метасоматозу. Зони зминання, об'ємного катаклазу й системи відкритих тріщин, що супроводжували тектонічні шви зон розломів, були каналами для циркуляції гідротермальних розчинів постмагматичного етапу пегматитового процесу.

Накладення гідротермально-метасоматичного процесу на сформовані в попередній стадії золотоносні товщі визначило структурну позицію Юр'ївського родовища золота й низки рудопроїв золота території досліджень (рис. 4). Все це вказує на те, що на етапі рудоутворення в процесі локалізації золота визначальну роль відігравала тектоніка – наявність проникних глибинних розломів, що стали транспортними каналами флюїдної фази з високою концентрацією золота й дальшим формуванням рудоконцентрацій золота на фінальній стадії рудовідкладання. Вік золотого зруденіння Юр'ївського та Клинцівського золоторудних полів можна визначити за віком головної рудної асоціації через ізотопно-свинцевий метод по галенітах, який для Юр'ївського родовища золота становить 2000 ± 20 млн років [10], а для золото-кварцових родовищ Кіровоградського рудного району – 1,975–1,97 млрд років [16].

В епоху 1800–1750 млн років відбулося масштабне формування урановорудних концентрацій унаслідок розвитку середньотемпературного натрієвого метасоматозу [14] (Кіровоградський і Криворізький урановорудні райони). У цей період сформувалося Юр'ївське урановорудне поле з Юр'ївським родовищем урану й двома рудопроявами в карбонатно-натрієвих метасоматитах, яке було накладене на раніше сформоване єдине Компаніївське золоторудне поле. У генетичному плані уранове рудоутворення стало логічним продовженням метасоматичних процесів, пов'язаних з особливостями глибинної будови літосфери центральної частини Інгульського мегаблока УЩ та наявністю розломів транслітосферного проникнення, які стали транспортними каналами для мантийних флюїдів різної металогенічної спеціалізації.

Метасоматити Юр'ївського родовища урану представлені хлорит-калішпатовими й карбонатно-натрієвими різновидами. Найвивченіші останні (альбітити), що утворюються внаслідок перетворення вихідних порід через майже повне винесення SiO_2 і K_2O та привнесення Na_2O і CO_2 з підвищенням залізистості. Урановорудні метасоматити Юр'ївського родовища урану контролюються зонами об'ємного катаклазу й системою широтних тріщин, які так само контролюються Суботсько-Мошоринською зоною розломів (рис. 5). Вони створили передрудний каркас родовища урану й контролюють положення урановорудних зон у просторі.

Концентрації золота, простежені на Юр'ївському родовищі урану в гнейсах на великих глибинах (до 1000 м), пов'язані з відновлювальним епігенезом, паралельно проявленим з урановим рудогенезом. На окремих ділянках серед флогопіт-хлорит-гематит-карбонатних альбітитів, які січуться сульфідними прожилками й мають багато домішок арсенопіриту, спостерігаються прошарки графітізованих гнейсів, істотно сульфідизованих, у яких уміст золота сягає 76 г/т (сверд. 2420, гл. 790 м).

Лужні карбонатно-натрієві метасоматити, що вміщують уранові руди Юр'ївського родовища, представлені альбітитами егіриніт-рибекітового складу, альбіт-мікрокліновими породами й діафоритами. Наявність окремих аномалій золота в межах альбітитів Юр'ївського родовища урану пояснюється накладанням пізніших хлорит-калішпатових метасоматитів (гумбеїтів). Хлорит-калішпатові метасоматити (адюляр-хлоритові за К. В. Прохоровим, ІГЕМ) або гумбеїти (за В. А. Крупенніковим, ІГЕМ [9]) принципово зараховані до формації низькотемпературних калієвих метасоматитів зон регіональних розломів, де вони розміщуються як усередині альбітитів (прожилки потужністю кілька сантиметрів), так і змінюють останні за підняттям-падінням (потужність становить кілька десятків метрів).

Зіставлення спрямованості розвитку метасоматичної зональності ураноносних і золотоносних рудних утворень Юр'ївського родовища урану дали змогу виявити такі особливості (за матеріалами КП “Кіровгеологія”) (рис. 5):

1. Зони розвитку епідот-хлоритових і хлоритових пропілітів простягаються вздовж основних довговічних розломів завширшки до 1 км й більше (рис. 5).

2. Усередині ділянок пропілітизації, у межах перетину з поперечними тектонічними зонами, виокремлюються ділянки серицитизації, окварцювання й сульфідизації, які можуть бути паралельні з процесом березитизації. Характерною особливістю зон березитизації є постійна домішка піриту, арсенід-сульфідів, що зображують відновні умови мінералоутворення.

3. Металогенічна спеціалізація прирозломних пропілітів визначається геохімічними особливостями гнейсів, які зазнали метасоматичних перетворень. У хімічному складі таких

Рис. 5. Схематична карта розвитку метасоматитів на Юр'ївському родовищі урану: палеопротерозойські утворення (PR₁): інгуло-інгулецька серія (PR_{1ii}), чечелівська світа (PR_{1ice}): 1 – метаморфізовані осадові й вулканогенно-осадові формації: гнейси біотитові, гранат-біотитові, кордієрит-біотитові й графітумісні з прошарками біотит-амфіболових і біотит-піроксенових гнейсів; кировоградський комплекс (PR_{1kg}); 2 – граніти порфіробластові, середньо-великозернисті, біотитові; 3 – пегматити, апліти, апліт-пегматоїдні граніти, гідротермально-метасоматичні утворення (адPR_{1kg}); 4 – альбітити гематит-карбонат-рибекітові, гематит-карбонат-хлоритові, гематит-карбонат-флогопітові, гематит-карбонат-рибекіт-егіринові; 5 – десиліковані альбіт-мікроклінові породи; 6 – пропілітизація; 7 – зони скупчення золота в приповерхневій частині кристалічного фундаменту та в корі вивітрювання; 8 – вкраплення сульфідів; 9 – зони об'ємного катаклазу, дроблення та мілонізації; 10 – розломи: а – передбачувані за геолого-геофізичними даними, б – встановлені; 11 – типи геологічних меж: а – чіткі петроструктурні, б – поступові фаціальні між уміщувальними породами й лужними метасоматитами

порід у разі переважної ролі калію максимальної активності в реакціях заміщення досягають кальцій, магній, зрідка залізо. В аніонному складі розчинів характерні HCO_3^- , CO_3^{2-} , меншою мірою – аніони сірководневої кислоти, хлор-іон.

4. Пропіліти займають периферійні зони метасоматитів, центральні зони яких представлені або альбітитами, або адуляровими метасоматитами з накладеною сульфідною мінералізацією (рис. 5). Поеднання периферійних і центральних зон зумовлює метасоматичну зональність, в окремих випадках – лінійно-витягнутого типу. Межа розділу зовнішніх і центральних зон метасоматитів являє собою контрастний лужно-кислотний геохімічний бар'єр.

Золота мінералізація на Юр'ївському родовищі урану розміщується на його флангах (рис. 5). До порід, що вміщують золоту мінералізацію, належить товща графітумісних гнейсів. У північній частині Юр'ївського родовища урану золота мінералізація виходить на поверхню фундаменту на загальній площі $800 \times 200 \text{ м}^2$. Високі концентрації золота виявлені й у корі вивітрювання. У південній частині Юр'ївського уранового родовища золота мінералізація поширена на площі близько 1 км^2 й простежена до глибини приблизно 1000 м .

Типоморфними мінералами, що супроводжують золоту мінералізацію на Юр'ївському родовищі урану, є різноманітні арсенід-сульфіди. Зазвичай продуктивна золотоносна асоціація проявлена поблизу контакту метаморфічних порід більш основного складу, насичених графітом зі згідно залеглими тілами гранітоїдів. У таких ділянках розвиваються зони збагачення золотом. Золоторудна мінералізація є внутрішньою зоною калієвих метасоматитів, де виявлені максимальні сульфідизація й окварцювання.

Уранові рудні поклади Юр'ївського родовища супроводжуються ореолами високого вмісту вуглекислоти. На від-

міну від них, золоторудні тіла супроводжуються ореолами невисокого вмісту вуглекислоти (до $1,0 \text{ \% CO}_2$) й підвищеним вмістом сірки до $1 \text{ \%}$, не характерними для лужного натрієвого метасоматозу.

На Юр'ївському урановому родовищі чітко окреслена молода сульфідно-прожилкова мінералізація, що нетипова для родовищ урану в карбонатно-натрієвих метасоматитах, розміщених у межах гранітного субстрату, і майже не розвинена. Для золотоносних пропілітів характерний високий вміст арсену, однак його аномальні ореоли обмежують контури золотоносних пропілітів і в разі низького вмісту в них золота, що не перевищує $1 \cdot 10^{-6} \text{ \%}$ (матеріали КП "Кіровогеологія"). Якщо зони калієвого й натрієвого метасоматозу визначаються лужно-кислотними умовами метасоматизувальних розчинів, то формування арсенід-сульфідних зон пов'язане винятково зі зміною окиснювально-відновних умов мінералоутворення. Такі

зони, сприятливі для утворення відновних умов, приурочені до порід у розрізі гнейсової пачки, складеної роговообманково-піроксен-біотитовими гнейсами з великою домішкою графітового матеріалу, що сприяє формуванню окиснювально-відновного бар'єра, на якому й формується золоте зруденіння. Графіт є одним з типоморфних мінералів у золотоносних метасоматитах Юр'ївського рудного поля (8–10 % від суми рудних мінералів). Разом з піритом і кальцитом утворює прожилки, з арсенопіритом і піротином – зростки.

Основним рудним мінералом зональних альбітитів Юр'ївського родовища урану є бранерит. У разі окиснювальної спрямованості епігенезу в контурі бранеритових руд з'являється окиснений бранерит і продукти його руйнування – оксиди й гідроксиди свинцю та шестивалентного урану, оксиди титану. За відновної спрямованості процесів у парагенезі знову наявні новостворені оксиди й силікати чотиривалентного урану – настуран і кофінит, водночас зберігаються продукти окиснення й бранериту. Унаслідок специфічних хімічних властивостей урану відкладення уранової мінералізації на Юр'ївському родовищі урану відбувається як в окиснювальних, так і у відновних умовах.

На відміну від урану, для золота сприятливі тільки відновні умови, створювані сірководнем за наявності вуглецевих речовин (графіту). Епохи відновного епігенезу могли сприяти формуванню зон як уранового, так і золотого збагачення. Однак відновні умови для урану й золота здебільшого різні. Для урану окиснювально-відновний бар'єр забезпечувався зонами інтенсивної карбонатизації, а для золота – в умовах сірководневого відновного середовища на контакті зон карбонатизації й сульфідизації або зон окварцювання. Тому зони золотого збагачення розміщуються на флангах Юр'ївського родовища в субширотних кварц-сульфідних мінералізованих зонах на північ від основного уранового покладу родовища,

а також із зонами золото-арсенової мінералізації, пов'язаними з пропілітами. Крім того, з огляду на брак золота в десиліфікованих породах та альбітитах, а також виявлену спорідненість золота з кварцом, саме з етапом формування карбонатно-натрієвих метасоматитів пов'язана стадія мобілізації золота та утворення ділянок золотого збагачення в зонах окварцювання в межах впливу розривних структур на флангах Юр'ївського родовища урану. Однак масштаби винесення золота і його осадження під час процесу лужного натрієвого метасоматозу на Юр'ївському родовищі урану не вплинули на формування промислових рудоконцентрацій золота.

Специфічні хімічні властивості урану на фінальній стадії рудовідкладання сприяли концентруванню уранової мінералізації як в окиснювальних, так і у відновних умовах, тоді як для формування золотого зруденіння були потрібні відновні умови, представлені сірководнем за наявності вуглецевих речовин (графіт). Формування збагачених золотом зон приурочено до флангів Юр'ївського родовища урану, де локалізація золота зумовлена відновними геохімічними бар'єрами, представленими як вузькі локальні зони кварц-пірит-арсенопіритових порід поблизу ділянок гнейсів, насичених природними відновниками золота (з наявністю графіту підвищеної основності). Отже, поділ концентрацій урану й золота на Юр'ївському родовищі урану відбувався через перерозподіл золота під впливом метасоматичних розчинів внаслідок антагонізму окиснювально-відновних умов мінералоутворення для цих елементів.

Регіональна металогенічна зональність U-Au Юр'ївського урановорудного поля являє собою проєкцію на земну поверхню геохімічно зональної астеносфери літосферного сегмента центральної частини УЩ, металогенічна спеціалізація якої змінювалася й заново формувалася в процесі еволюції: спочатку Au, потім U. Саме процеси в мантиї контролювали просторово-часовий розподіл рудних районів у центральній частині Інгульського мегаблока УЩ: Кіровоградського золото-урановорудного [7], Шполянсько-Ташлицького рідкіснометалевого [3]. Рудоконцентрувальна роль кори визначалася наявністю структурно-літологічних пасток і геохімічних бар'єрів, які визначали локалізацію родовищ.

Середні за запасами родовища золота (Юр'ївське, Клиніцьке) формувалися внаслідок дрібного відокремлення золотоносного флюїду в період 2000 ± 20 млн років [10]. Велике за запасами Юр'ївське родовище урану сформувалося в епоху 1800–1750 млн років [14] завдяки надходженню спеціалізованого на уран мантийного флюїду з астеносферної пастки, яка сформувала загалом Кіровоградський урановорудний район. Концентрування золоторудного компоненту на етапі, синхронному урановому рудогенезу, відбувалося лише внаслідок мобілізації та перевідкладання Au з умісних і підстильних порід без участі мантийного джерела первинного золотоносного флюїду. Внутрішньокорові процеси відігравали другорядну роль у рудогенезі й не могли впливати на формування промислових скупчень золота. Рудні парагенези U-Au в процесі уранового рудогенезу на Юр'ївському родовищі урану також не могли сформуватися внаслідок антагонізму окиснювально-відновних умов мінералоутворення для цих елементів у цей період.

Критерії зв'язку уран-золото на Юр'ївському родовищі урану такі (рис. 5):

1. Просторово зближені зони рудоконцентрації урану Юр'ївського родовища в карбонатно-натрієвих метасоматитах і золота на його флангах формувалися внаслідок єдності генерувального лужного метасоматического процесу,

супроводжуваного ранньою калішпатовою пропілітизацією та пізньою березитизацією.

2. Просторовий зв'язок і контроль уранового й золотого зруденіння здійснювався на родовищі одними й тими ж розломами.

3. Формування пізнішого золотого зруденіння зумовлено розвитком урановорудних карбонатно-натрієвих метасоматитів по гнейсах, що містять природні відновники золота – вуглецеві речовини (графіт). Золото продукувалося й сульфідним процесом, що не характерний для уранового рудогенезу в карбонатно-натрієвих метасоматитах. Горизонти графітизації й сульфідизації в гнейсах уміщувальних порід фундаменту забезпечували концентрацію золота до великих глибин (простежена до 1000 м).

4. Кремній-калієві метасоматити були найважливішим чинником золотоносності й супроводжуються ореолами аномальних концентрацій золота, а нерідко й рудними концентраціями низьких класів, що розвинені в зонах протоклазу й катаклазу, переважно по гранітизованих гнейсах.

5. Формування збагачених золотом зон приурочено до флангів Юр'ївського родовища урану, де локалізація золота зумовлена відновними геохімічними бар'єрами, представленими як вузькі локальні зони кварц-пірит-арсенопіритових порід поблизу ділянок гнейсів, насичених природними відновниками золота (наявністю графіту підвищеної основності).

6. Розділення урану й золота відбувалося через багаторазовий перерозподіл під впливом метасоматичних розчинів, а також унаслідок антагонізму окиснювально-відновних умов мінералоутворення для цих елементів.

Отже, еволюційні металогенічні тренди регіонального рівня території досліджень були зумовлені передусім глибинними чинниками рудоутворення, які визначали металогенічну спеціалізацію (потужність літосфери, ступінь її зрілості), інтенсивність рудоутворення (первинна масштабна сепарація рудогенних компонентів в астеносфері), напрямок і склад потоків мантийного спеціалізованого флюїду у верхній частині земної кори по розломах транслітосферного проникнення. Внутрішньокорові процеси визначали особливості фінальної стадії рудовідкладання.

Висновки й перспективи дальшого розвитку в цьому напрямі

Результати проведених досліджень дали змогу визначити особливості металогенії уран-золото Юр'ївського урановорудного поля й виявити критерії зв'язку уран-золото на Юр'ївському родовищі урану.

Особливості металогенії уран-золото Юр'ївського урановорудного поля зумовлені: 1) специфікою глибинної будови центральної частини Інгульського мегаблока УЩ; 2) просторовим зв'язком уранового й золотого зруденіння з одними й тими ж глибинними розломами; 3) неоднорідністю гранітогнейсового розрізу як природного каркаса, накладеними на цей каркас багатофазними гідротермально-метасоматичними процесами (переважно поблизу розломів) і як наслідок – рудовідкладанням на геохімічних бар'єрах; 4) антагонізмом окиснювально-відновних умов мінералоутворення для урану й золота, що спричинили їхнє розділення, перерозподіл золота й роздільне фінальне рудовідкладання U і Au.

Отже, концентрування золоторудного компонента на етапі, синхронному урановому рудогенезу в карбонатно-натрієвих метасоматитах, не сприяло формуванню промислових скупчень золота на території досліджень. Підвищені концентрації золота на контактному ореолі промислового уранового зруденіння родовищ урану Кіровоградського руд-

ного району можна очікувати тільки в разі, якщо ураноносні карбонатно-натрієві метасоматити розвинені по вміщувальних породах з природними відновниками золота.

Цей комплекс критеріїв зв'язку уранового й золотого рудоутворення на Юр'ївському родовищі урану дасть змогу надалі здійснювати ефективніше комплексне оцінювання потенційної ураноносності й золотоносності прогнозних площ у Кіровоградській урановорудній металогенічній області УЩ (Кіровоградський і Криворізький урановорудні райони).

ЛІТЕРАТУРА

1. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины/ [Я. Н. Белевцев, В. Б. Коваль, А. Х. Бакаржиев и др.]/Под ред. Я. Н. Белевцева, В. Б. Ковалья. – К.: Наукова думка, 1995. – 376 с.
2. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой/[Н. П. Щербак, Г. В. Артеменко, И. М. Лесная и др.]. – К.: Наук. думка, 2008. – 240 с.
3. Калашник А. А. Глубинные факторы формирования крупных промышленных месторождений лития в редкометалльных пегматитах Шполянско-Ташлыкского рудного района УЩ/Статья 1. Основные физико-химические свойства элементов парагенезиса руд в редкометалльных пегматитах Шполянско-Ташлыкского рудного района и геохимическая характеристика метасоматитов/А. А. Калашник//Мінеральні ресурси України. – 2015. – № 2. – С. 12–21.
4. Калашник А. А. Глубинные факторы формирования крупных U-V-TR-Sc месторождений в метасоматитах на Украинском щите/А. А. Калашник//Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия. Геология. – 2015. – № 2. – С. 68–72.
5. Калашник А. А. Закономерности формирования урановорудных метасоматитов в связи с особенностями глубинного строения литосферы Украинского щита/А. А. Калашник//Вісник Київського нац. університету. Сер. Геологія. – 2016. – № 3. – Т. 74. – С. 51–57. (Web of Science).
6. Калашник Г. А. Перспективи виявлення промислових концентрацій рідкісних і рідкісноземельних елементів в Олексіївсько-Лисогірському урановорудному районі Інгільського мегаблока Українського щита/Г. А. Калашник//Мінеральні ресурси України. – 2019. – № 3. – С. 3–10.
7. Калашник А. А. Причины пространственной связи и монометалличности формирования промышленного золотого и уранового оруденений в Кировоградском рудном районе УЩ/36. научных прац УкрДГРІ. – 2015. – № 3. – С. 88–103.
8. Калашник А. А. Прогнозирование крупных эндогенных месторождений урана с учетом особенностей строения литосферы Украинского щита/А. А. Калашник//Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия Геология. – 2014. – № 2. – С. 5–12.
9. Крупенников В. А. Мантийный щелочной флюидно-магматический петрогенезис как основной рудообразующий процесс/В. А. Крупенников//Матер. II Межд. симпозиума “Уран-ресурсы, производство” (Москва 26–28 ноября 2008 г.). – М.: Из-во ФГУП ВИМС, 2008. – С. 28–31.
10. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Том 1. Металлические полезные ископаемые/[Д. С. Гурский, К. Е. Есипчук, В. И. Калинин и др.]. – Киев-Львов: Изд-во “Центр Европы”, 2005. – 785 с.
11. Металогения золота протоплатформных структур Украинского щита (Кіровоградський блок): [монографія]/Г. М. Яценко, О. В. Гайовський, Є. М. Сливко та ін. – К.: Логос, 2009. – 243 с.
12. Оровецкий Ю. П. Горячие пояса Земли: Моногр. // Ю. П. Оровецкий, В. П. Кобелев.; НАН Украины. Ин-т геофизики им. С. И. Субботина. – К.: Наук. думка, 2006. – 312 с.
13. Соллогуб В. Б. Литосфера Украины/ В. Б. Соллогуб. – К.: Наук. думка, 1986. – 184 с.
14. Степанюк Л. М. Джерело натрію та урану ураноносних альбітитів на прикладі Докучаєвського родовища Інгільського мегаблока УЩ/Л. М. Степанюк, С. М. Бондаренко, В. О. Сьомка та ін.// Тези доповідей наукової конференції “Теоретичні питання і практика дослідження метасоматитичних порід і руд”, (Київ 14–16 березня 2012 р.). – К.: ІГМР, 2012. – С. 78–80.
15. Федоришин Ю. І. Просторова модель глибинної будови літосфери Українського щита у зв'язку з перспективами промислової алмазонасності/ Ю. І. Федоришин, О. В. Фесенко, О. Б. Денегал//Мін. ресурси України. – 2006. – № 3. – С. 8–12.

16. Щербак Д. Н. Металлогенические эпохи докембрия Украинского щита/Д. Н. Щербак, А. В. Гринченко//Мін. журн. – 1999. – № 2. – С. 22–38.
17. Яценко Г. М. Тектонометасоматические зоны – ведущая структурно-металлогеническая позиция золоторудных месторождений нижнего докембрия/Г. М. Яценко, А. К. Бабынин, Д. С. Гурский и др.// Мін. ресурси України. – 2000. – № 1. – С. 13–18.

REFERENCES

1. Genetic types and regularities of location Uranium of deposits in Ukraine/[Ja. N. Belevcev, V. B. Koval, A. H. Bakarzhev i dr.]/Ed. Ja. N. Belevceva, V. B. Kovalya. – Kiev: Naukova dumka, 1995. – 376 p. (In Russian).
2. Geochronology of Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic/[N. P. Shherbak, G. V. Artyomenko, I. M. Lesnaya and others]. – Kiev: Naukova dumka, 2008. – 240 p. (In Russian).
3. Kalashnik A. A. Deep factors of formation of lithium major industrial deposits in rare-metal pegmatites of Shpolyano-Tashlyksky ore region of UkrSh/Article 1. The basic physical and chemical properties of elements of ore paragenesis in rare-metal pegmatites of Shpoliano-Tashlyksky ore region and geochemical characteristics of metasomatites// Mineralni resursy Ukrainy. – 2015. – № 2. – P. 12–21. (In Russian).
4. Kalashnik A. A. Deep factors of forming of major U-V-TR-Sc deposits in metasomatites within the Ukrainian Shield//Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya. Geologiya. – 2015. – № 2. – P. 68–72. (In Russian).
5. Kalashnik A. A. Patterns of uranium ore metasomatites localization in association with features of the Ukrainian Shield lithosphere's deep structure//Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu. Seriya Heolohiia. – 2016. – № 3. – Vol. 74. – P. 51–57. (In Russian).
6. Kalashnyk G. A. Prospects for discovery of industrial concentrations of rare and rare-earth elements in the Oleksiivsko-Lysohirskiy uranium-ore area of Inhul'skyi megablock of the Ukrainian Shield//Mineralni resursy Ukrainy. – 2019. – № 3. – P. 3–10. (In Ukrainian).
7. Kalashnik A. A. Causes of spatial relationships and monometal of industrial gold and uranium ore formation in Kirovograd ore region of the UShh//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2015. – № 3. – P. 88–103. (In Russian).
8. Kalashnik A. A. Prognostication of major endogenous uranium deposits with take into account to features of the Ukrainian Shield lithosphere structure//Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geologiya. – 2014. – № 2. – P. 5–12. (In Russian).
9. Krupennikov V. A. Mantle alkaline fluid-magmatic petrogenesis as the main ore-forming process//Mater. II Mezhd. simpoziuma “Uran-resursy, proizvodstvo” (Moskva, 26–28 noyabrya 2008). – Moskva: Izd-vo FGUP VIMS, 2008. – P. 28–31. (In Russian).
10. Metallic and nonmetallic minerals of the Ukraine. Volume 1. Metallic minerals/[D. S. Gurskyj, K. E. Esipchuk, V. I. Kalinin et al.]. – Kiev-Lvov: Izd-vo “Tsentr Evropy”; 2005. – 785 p. (In Russian).
11. Metallogeny of aurum of protoplatformes structures of the Ukrainian Shield (Kirovohrad block)/H. M. Yatsenko, O. V. Haiovskyi, Ye. M. Slivko et al. – Kyiv: Lohos, 2009. – 243 p. (In Ukrainian).
12. Oroveckij Ju. P., Kobleov V. P. Hot belts of the Earth: Monograph. NAS of Ukraine. Institute of Geophysics by S. I. Subbotin name. – Kyiv: Naukova dumka, 2006. – 312 p. (In Russian).
13. Sollogub V. B. Lithosphere of the Ukraine. – Kiev: Nauk. dumka, 1986. – 184 p. (In Russian).
14. Stepanjuk L. M., Bondarenko S. M., Somka V. O. et al. Source of sodium and uranium of uraniferous albitites on the example of Dokuchaievsk field of the Inpuls'kyi megablock of the UShh/Tezy dopovidei naukovoї konferentsii “Teoretychni pytannia i praktyka doslidzhennia metasomatichnyh porid i rud”, (Kyiv 14–16 bereznia 2012). – Kyiv: IHMR, 2012. – P. 78–80. (In Ukrainian).
15. Fedoryshyn Yu. I., Fesenko O. V., Denega O. B. The spatial model of the deep structure of the lithosphere of the Ukrainian shield at the prospect of industrial diamond//Mineralni resursy Ukrainy. – 2006. – № 3. – P. 8–12. (In Ukrainian).
16. Shherbak D. N., Grinchenko A. V. Metallogenic epochs of the Ukrainian Precambrian Shield//Mineralogicheskij zhurnal. – 1999. – № 2. – P. 22–38. (In Russian).
17. Jacenko G. M. Tectonic-metasomatic zones are leading structural-metallogenical position of gold-ore deposits in the Precambrian/G. M. Jacenko, A. K. Babyinin, D. S. Gurskij et al.//Mineralni resursy Ukrainy. – 2000. – № 1. – P. 13–18. (In Russian).

Рукопис отримано 5.04.2021.