

СПЕЦИФІЧНА УРАН-СВИНЦЕВА ІЗОТОПНА СИСТЕМА МОНАЦИТУ ІЗ ЛЕЙКОКРАТОВОГО ГНЕЙСУ ПРИАЗОВ'Я

Л.М. Степанюк

<https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

Т.І. Довбуш

<https://orcid.org/0000-0002-3512-3313>

О.Б. Висоцький

E-mail: alek.vysotsky@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3542-4685>

Н.О. Коваленко

<https://orcid.org/0000-0002-3203-7145>

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

Досліджено уран-свинцеву ізотопну систему монацитів із лейкократового гнейсу (Приазовський мегаблок) і визначено вік їх утворення. Монацити із лейкократового гнейсу характеризуються значною дискордантністю, очевидно зумовленою радіогенною складовою домішкового свинцю. В нашому випадку зворотна дискордантність значною мірою очевидно обумовлена добавкою радіогенного свинцю, захопленого монацитом під час кристалізації і є складовою домішкового (аномального складу) свинцю. Розрахунок віку монациту за допомогою діаграми з конкордією (метод Аренса — Везерілла) дав такі результати: за верхнім перетином лінії регресії отримано вік 2029 ± 145 млн рр., за нижнім — 1106 ± 337 млн рр., СКЗВ = 35. Зважаючи на досить високий вміст звичайного свинцю в досліджених наважках монациту і залежність результатів визначення ізотопного віку від адекватно уведеної поправки на звичайний (домішковий свинець), ізотопний склад якого може і не відповідати ізотопному складу звичайного свинцю (за Стейсі та Крамерсом), ми розрахували залежність між числовими значеннями віку, отриманими за ізотопними відношеннями $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ і $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, що достатньо характеризує вміст звичайного свинцю. Числові значення віку, розраховані з використанням різних моделей за отриманими аналітичними даними істотно різні, млн рр.: 2027; 2037 ± 18 , 2029 ± 145 та 2099. На наш погляд, більшою мірою відповідає часу кристалізації монациту ізотопна дата 2037 ± 18 млн рр., отримана за ізотопним складом свинцю з урахуванням похибок визначення свинець-свинцевих ізотопних відношень. У межах похибки вона збігається з датою 2029 ± 145 млн рр., отриманою за верхнім перетином дискордії з конкордією в координатах метода Аренса — Везерілла.

Ключові слова: Приазовський мегаблок, монацит, лейкократовий гнейс, ізотопний вік, Український щит.

Вступ. Мінерал монацит характеризується відносно високим вмістом урану (звичайно понад 500 ppm) і торію (найчастіше понад 1 %), що, попри певну спорідненість до свинцю, зумовлює значне переважання у ізотопному складі свинцю радіогенних ізотопів. Відношення $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ добре характеризує кількісні співвідношення радіогенного свинцю до звичайного (домішкового) і найчастіше перевищує 1000 [3].

Намагаючись визначити за допомогою уран-свинцевого ізотопного методу за монацитом вік лейкократового гнейсу, розкритого в придорожній промоїні у районі с. Новосолдатського (Приазовський мегаблок Українського щита) ми виявили, що за досить високого вмісту урану в досліджених монацитах (>2400 ppm) ізотопне відношення $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ варіює в межах 58,5—130,4 (вміст домішкового свинцю коливається від

6,6 до 25,3 % у загальній масі свинцю монациту). Це не властиво монацитам із порід Українського щита.

Мета роботи. Дослідити уран-свинцеву ізотопну систему монацитів із лейкократового гнейсу (Приазовський мегаблок) і визначити вік вмісних гнейсів.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктом дослідження є лейкократовий гнейс (проба БС-2), розкритий у придорожній промійні поблизу с. Новосолдатське. Монацит датовано класичним уран-свинцевим ізотопним методом у відділі радіогеохронології Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України.

Для радіогеохронологічних досліджень під бінокелем із різних розмірних фракцій було відібрано мультизернові наважки кристалів монациту із гнейсу (БС-2). Методика хімічної підготовки, за якою зразки монацитів підготовлено до маспектрометричного аналізу, описана [8]. Для визначення вмісту урану і свинцю використали змішаний $^{235}\text{U} + ^{206}\text{Pb}$ трасер.

Ізотопні дослідження свинцю та урану виконано на восьмиколекторному маспектрометрі MI-1201 AT в мультиколекторному статичному режимі; математичну обробку експериментальних даних здійснено за програмою Pb Dat [9]. Для розрахунків ізотопного віку використано метод Аренса — Везерілла [7, 13] і моделі, для розрахунку віку за якими не вводиться поправка на звичайний свинець — графік у координатах $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} — ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$

і $\Delta(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/\Delta(^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}) — \Delta(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/\Delta(^{235}\text{U}/^{204}\text{Pb})$. Параметри лінії регресії розраховано в програмах *Microsoft Excel* та *ISOPLOT* [10, 11]. Похибки визначення віку наведені за 2σ . Для перевірки метрологічних характеристик методу використано стандарт циркону ІГМР-1 [1] і одну мультизернову наважку монациту із граніту (пр. СП-2-15) Чаусівського кар'єру [2].

Результати дослідження та їх обговорення. Досліджено гнейс лейкократовий, пр. БС-2, придорожня промія в районі с. Новосолдатське, відбір 2004 року. Це дрібно- та середньозерниста, сірувато-рожева порода, складена калішпатом (мікрокліном), плагіоклазом, кварцом і біотитом. З акцесорних мінералів у ній наявні апатит, циркон і монацит. За складом і зовнішнім виглядом дуже подібна до лейкократових біотитових гнейсів зеленолевадівської товщі, поширених південніше Кошаро-Олександрівського кар'єру.

Монацит представлений світло-жовтими прозорими, бурувато-жовтими (озалізненими) напівпрозорими пампушко- та дископодібними кристалами з заокругленими контурами і шагреневою поверхнею. У незначній кількості (менше 5 %) наявні бурі (сильно обохрені) непрозорі кристали.

Уран-свинцеву ізотопну систему вивчено в трьох мультизернових наважках розмірних фракцій світло-жовтих і слабо озалізнених бурувато-жовтих кристалах, а також трьох розмірних фракціях різною мірою озалізнених бурувато-жовтих, до бурих кристалів. Аналітичні результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах із лейкократового гнейсу, пр. БС-2

Фракція мінералу	Вміст, ppm		Ізотопні відношення					Вік, млн рр.			D, %	Pb _{дом} %
	U	Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{208}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$		
1a	2872	10225	91,22	3,5382	0,20613	0,55779	10,765	2857	2503	2227	–28,3	11,7
1б	2435	8242	121,4	4,1169	0,16457	0,46628	8,6885	2467	2306	2166	–13,9	7,4
1в	2641	8673	130,4	4,2524	0,15771	0,44146	8,2058	2357	2254	2162	–9,0	6,6
2a	2727	10340	58,5	2,7012	0,32817	0,73262	15,190	3543	2827	2350	–50,8	25,3
2б	2564	9369	76,2	3,1906	0,22843	0,59275	11,710	3001	2581	2267	–32,3	15,1
2в	2447	8593	89,9	3,5106	0,19775	0,53062	10,252	2744	2458	2229	–23,1	11,5

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2030 млн рр. Мультизернові наважки розмірних фракцій кристалів: 1a—1в — світло-жовтих і слабо озалізнених бурувато-жовтих; 2a—2в — різною мірою озалізнених бурувато-жовтих, до бурих.

Як видно з табл. 1, розбіжність у значеннях віку за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ складає майже 200 млн рр. (варіює в межах 2162–2350 млн рр.), що істотно перевищує похибку визначення віку за цим відношенням. Зважаючи на досить високий вміст звичайного свинцю в досліджених наважках монациту і залежність результатів визначення ізотопного віку від адекватно уведеної поправки на звичайний свинець (домішковий, ізотопний склад якого може і не відповідати ізотопному складу звичайного, за Стейсі та Крамерсом) [12], ми розрахували залежність між значеннями віку, отриманими за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ та відношенням $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, яке достатньо характеризує вміст звичайного свинцю (див. рис. 1).

Такий високий коефіцієнт кореляції (поліноміальна залежність) — 0,998 може свідчити про аномальний ізотопний склад домішкового свинцю.

Ще більшою є розбіжність значень віку за відношенням $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ — від 2357 до 3543 млн рр., а дискордантність його за різними ізотопними відношеннями в досліджених мультизернових наважках коливається від –9 до –50,8 % (див. табл. 1).

Попри високу і варіативну дискордантність спостерігається досить висока зворотна залежність між розрахованими за ізотопним відношенням $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ значеннями віку і відношенням $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ у свинці з мультизернових наважок дослідженого монациту, коефіцієнт кореляції становить 0,9807 (рис. 2), що також свідчить про аномальний ізотопний склад домішкового свинцю.

Постає логічне питання: чим обумовлена така висока дискордантність? Звичайно дискордантність пов'язана з порушенням замкнутості уран-свинцевої ізотопної системи, коли пряма дискордантність обумовлена втратою свинцю, та/або захопленням урану. Відповідно зворотна дискордантність спричинена захопленням свинцю та/або втратою урану. В нашому випадку зворотна дискордантність значною мірою обумовлена, очевидно, домішкою радіогенного свинцю, що був захоплений монацитом під час кристалізації, що є складовою домішкового (аномального складу) свинцю. Примітно, що коефіцієнт кореля-

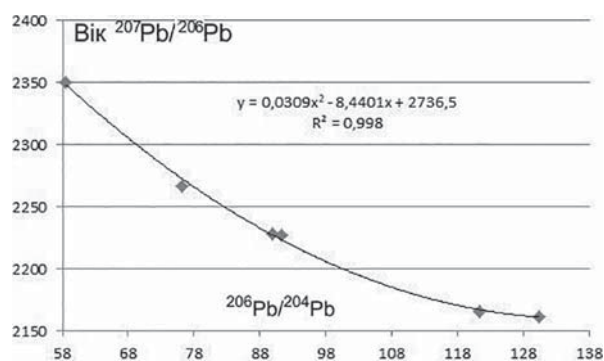


Рис. 1. Залежність віку, розрахованого за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, від ізотопного відношення $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ у свинці з монациту

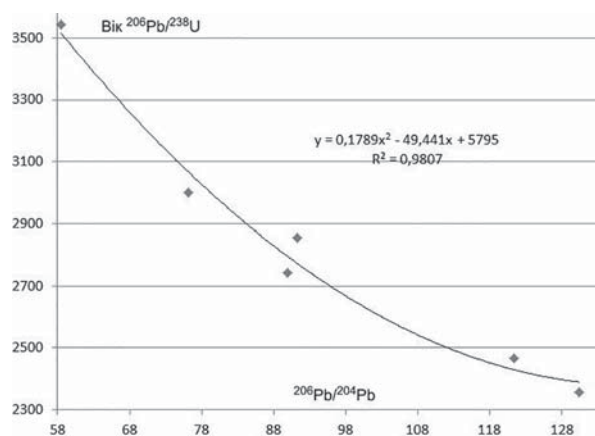


Рис. 2. Залежність віку, розрахованого за ізотопним відношенням $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, від ізотопного відношення $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ у свинці з монациту

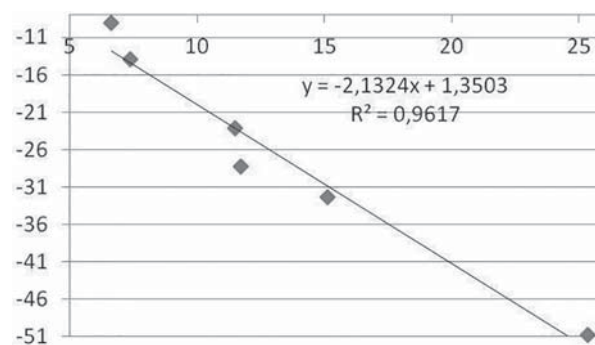


Рис. 3. Залежність між вмістом домішкового свинцю (у відсотках від загальної кількості свинцю в наважках монациту) і дискордантністю віку в наважках монациту

ції між вмістом домішкового свинцю (у відсотках від загальної кількості свинцю в наважках монациту) і дискордантністю віку кожної із наважок R^2 дорівнює 0,9617 (!) (рис. 3).

Ураховуючи, що домішковий свинець у монацитах має аномальний ізотопний склад і досить високий його вміст, вік розрахували

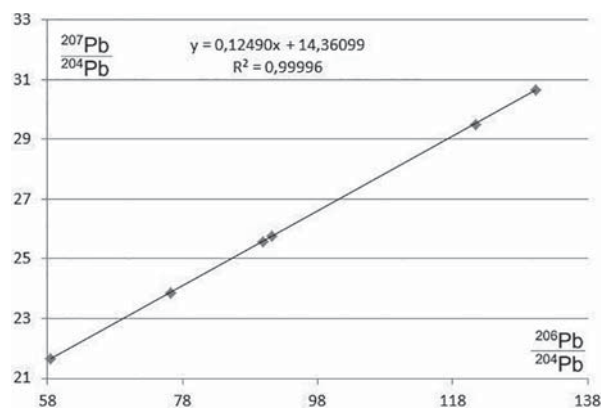


Рис. 4. Діаграма ізотопних співвідношень свинцю з мультизернових наважок монациту

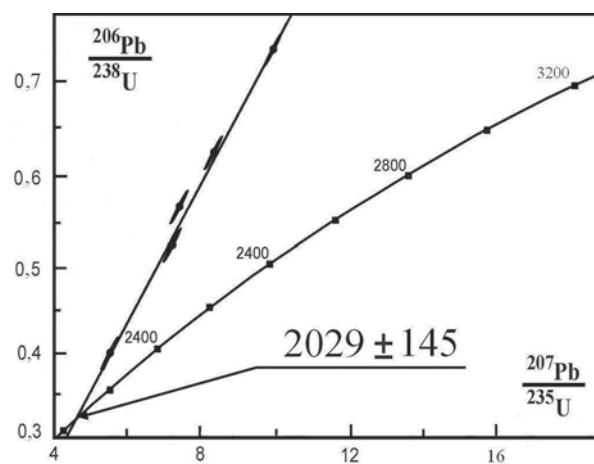


Рис. 5. Уран-свинцева діаграма з конкордією для монациту із лейкократового гнейсу, пр. БС-2

Таблиця 2. Вміст урану, свинцю та ізотопний склад свинцю в монацитах із лейкократового гнейсу, пр. БС-2

Фракція мінералу	Вміст, ppm		Ізотопні відношення					Вік, млн pp.			D, %
	U	Pb	$\frac{206\text{Pb}}{204\text{Pb}}$	$\frac{206\text{Pb}}{207\text{Pb}}$	$\frac{206\text{Pb}}{208\text{Pb}}$	$\frac{206\text{Pb}}{238\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}}{235\text{U}}$	$\frac{206\text{Pb}}{238\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}}{235\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}_t}{206\text{Pb}_t}$	
1a	2872	10225	91,22	3,5382	0,20613	0,55885	10,803	2862	2506	2230	-28,4
1б	2435	8242	121,4	4,1169	0,16457	0,46692	8,7108	2470	2308	2168	-13,9
1в	2641	8673	130,4	4,2524	0,15771	0,44202	8,2253	2360	2256	2164	-9,1
2a	2727	10340	58,5	2,7012	0,32817	0,73506	15,276	3552	2833	2354	-50,9
2б	2564	9369	76,2	3,1906	0,22843	0,59415	11,759	3006	2585	2270	-32,4
2в	2447	8593	89,9	3,5106	0,19775	0,53165	10,288	2748	2461	2232	-23,2

Примітка. Поправка на звичайний свинець уведена за Стейсі та Крамерсом на вік 2100 млн pp. Умовні позначення відповідають табл. 1.

Таблиця 3. Порівняння цифрових значень віку, розрахованих за різними ізотопними відношеннями, за різних поправок на звичайний свинець

$\frac{206\text{Pb}}{204\text{Pb}}$	Вік 1, млн pp.			Вік 2, млн pp.			Різниця віку (млн pp.) за		
	$\frac{206\text{Pb}_t}{238\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}_t}{235\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}_t}{206\text{Pb}_t}$	$\frac{206\text{Pb}_t}{238\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}_t}{235\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}_t}{206\text{Pb}_t}$	$\frac{206\text{Pb}_t}{238\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}_t}{235\text{U}}$	$\frac{207\text{Pb}_t}{206\text{Pb}_t}$
91,22	2857	2503	2227	2862	2506	2230	4,4	3,2	2,7
121,4	2467	2306	2166	2470	2308	2168	2,8	2,3	2,1
130,4	2357	2254	2162	2360	2256	2164	2,5	2,2	1,9
58,5	3543	2827	2350	3552	2833	2354	9,1	5,4	3,9
76,2	3001	2581	2267	3006	2585	2270	5,7	3,9	3,2
89,9	2744	2458	2229	2748	2461	2232	4,3	3,3	2,7

Примітка. Вік 1 — значення віку, розраховані за поправки на звичайний свинець за Стейсі та Крамерсом на вік 2030 млн pp., Вік 2 — за поправки на вік 2100 млн pp.

в координатах $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Лінія регресії, розрахована в програмі *Microsoft Excel*, має вигляд $y = 0,12490x + 14,361$, за коефіцієнта кореляції 0,99996 (рис. 4), тангенс кута нахилу якої відповідає віку 2027 млн рр.

У цих самих координатах розраховано вік у програмі *ISOPLOT* [11] з урахуванням похибок визначення ізотопних відношень: вік становить 2037 ± 18 млн рр., за СКЗВ = 0,15. Розрахунок віку монациту за допомогою діаграми з конкордією (метод Аренса — Везерілла) дав такі результати: за верхнім перетином лінії регресії, розрахованої за наведеними в табл. 1 даними, отримано вік 2029 ± 145 млн рр. (рис. 5) та 1106 ± 337 млн рр., за нижнім, СКЗВ = 35.

Зважаючи на досить високий вміст звичайного свинцю, ми виконали в програмі *Microsoft Excel* розрахунок віку за допомогою графіка в координатах $\Delta(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/\Delta(^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb})$ — $\Delta(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/\Delta(^{235}\text{U}/^{204}\text{Pb})$, із рівнянням лінії регресії $y = 0,055769x - 0,000010$, $R^2 = 0,999679$, верхній перетин якої з конкордією відповідає віку 2099 млн рр.

Ураховуючи, що за допомогою графіка, наведеного на рис. 5, отримано істотно давніший вік, радіогенні ізотопні відношення та числові значення віку розраховали, увівши поправки на звичайний свинець за Стейсі та Крамерсом на вік 2100 млн рр., результати наведені в табл. 2.

Отже, числові значення віку, розраховані з використанням різних моделей за отриманими аналітичними даними, досить сильно розрізняються, млн рр.: 2027, 2037 ± 18 , 2029 ± 145 та 2099. На наш погляд, найліпше відповідає часу кристалізації монациту ізотопна дата 2037 ± 18 млн рр., розрахована за ізотопним

складом свинцю з урахуванням похибок визначення свинець-свинцевих ізотопних відношень. У межах похибки вона збігається з датою 2029 ± 145 млн рр., отриманою за верхнім перетином дискордії з конкордією в координатах методу Аренса — Везерілла. Найдавніший вік (2099 млн рр.) ми отримали, використавши графік у координатах $\Delta(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/\Delta(^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb})$ — $\Delta(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/\Delta(^{235}\text{U}/^{204}\text{Pb})$. Таке удревлення, порівняно з числовими значеннями віку, розрахованими з використанням інших методів графічної обробки, можна пояснити досить високою дискордантністю. У будь-якому випадку для зразків титанітів, дискордантність яких не перевищувала декілька відсотків, такої великої розбіжності не визначено [4].

Лінія регресії, розрахована за даними, наведеними в табл. 2, перетинає конкордію в двох точках: верхня відповідає віку 2029 ± 152 млн рр., нижня — 1116 ± 344 за СКЗВ = 36. Отримані цифри практично ідентичні розрахованим за даними, наведеними в табл. 1. Водночас розраховані за різними ізотопними відношеннями числові значення віку, як і слід було очікувати [5], дещо різні (табл. 3).

Кореляція між ізотопним відношенням $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (вмістом домішкового свинцю) і розбіжностями значень віку за відношенням $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ дорівнює 0,87 (0,97), за $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ — 0,92 (0,98), а за $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ — 0,95 (0,99).

Висновки. Монацити із лейкократового гнейсу характеризуються значною дискордантністю, яка обумовлена, очевидно, радіогенною складовою домішкового свинцю.

Найвірогідніший час кристалізації монациту в гнейсі дорівнює 2037 ± 18 млн рр.

Література

1. Бартницький Е.Н., Бибикова Е.В., Верхогляд В.М., Легкова Г.В., Скобелев В.М., Терещ Г.Я. ИГМР-1 — Международный стандарт циркона для уран-свинцовых изотопных исследований. *Геохимия и рудообразование*. 1995, вып. 21. С. 164—167.
2. Степанюк Л.М., Довбуш Т.І., Курило С.І., Лісна І.М. Фінальний етап гранітоїдного магматизму в Дністровсько-Бузькому мегаблоці Українського щита. *Геохімія та рудоутворення*. 2016. Вип. 36. С. 72—81.
3. Степанюк Л.М., Коновал Н.М., Довбуш Т.І., Ковтун О.В., Висоцький О.Б. Уран-свинцевий вік гранітів Кіровоградського масиву (Інгульський мегаблок Українського щита). *Мінерал. журн.* 2021. **43**, № 4. С. 56—62. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.04.056>
4. Степанюк Л.М., Довбуш Т.І., Висоцький О.Б., Бельський В.М., Зюльцле О.В., Яськевич Т.Б., Котвіцька І.М. Уран-свинцева геохронологія за титанітом, переваги та обмеження. *Мінерал. журн.* 2022. **44**, № 3. С. 83—98. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.03.083>
5. Степанюк Л.М., Довбуш Т.І. Основні причини спотворення віку в уран-свинцевій ізотопній радіогеохронології. *Мінерал. журн.* 2023. **45**, № 2. С. 84—99. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.02.084>
6. Шуколюков Ю.А., Горохов І.М., Левченко О.А. Графические методы изотопной геологии. Москва: Недра, 1974. 208 с.
7. Ahrens I.R. Implication of the Rhodesia age pattern. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1955. **8**, № 1—2. Р. 1—15.

8. Krough T.E. A law contamination method for hedrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1973. **37**, № 3. P. 485–494.
9. Ludwig K.R. Pb Dating for MS-DOS, version 1.06. U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.* 1989. № 88-542. P. 40.
10. Ludwig K.R. ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.* 1990. № 88-557. P. 38.
11. Ludwig K.R. ISOPLOT for Windows, version 3.00. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center Special Publication*. 2003. № 4. P. 70.
12. Stasey J.S., Kramers I.D. Approximation of ter-restrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1975. **26**. P. 207–211.
13. Wetherill G.R. Discordant uranium-lead age. *Trans. Amer. Geophys. Union*. 1956. **37**, № 3. P. 320–326.

Надійшла 18.09.2023

References

1. Bartnytskyi, E.N., Bybykova, E.V., Verkhoglyad, V.M., Legkova, G.V., Skobelev, V.M., Terets, G.Ya. (1995). ИГМР-1 — International zircon standard for uranium-lead isotope studies, *Geochemistry and Ore Formation*, **21**, pp.164-167 [in Russian].
2. Stepaniuk, L.M., Dovbush, T.I., Kurylo, S.I., Lisna I.M. (2016). The final stage of granitoid magmatism in the Dniester-Buz megablock of the Ukrainian shield, *Geochemistry and Ore Formation*, **36**, pp. 72-81 [in Ukrainian].
3. Stepanyuk, L.M., Konoval, N.M., Dovbush, T.I., Kovtun, O.V., Vysotsky, O.B. (2021). Uranium-lead age of granites of the Kirovohrad Massif (Ingul Megablock of the Ukrainian Shield), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **43**, No. 4, pp. 56-62. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.04.056> [in Ukrainian].
4. Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I., Vysotsky, O.B., Belskyi, V.M., Zyulzle, O.V., Yaskovich, T.B., Kotvitska, I.M. (2022). Uranium-lead geochronology by titanite, advantages and limitations, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **44**, No. 3, pp. 83-98. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.03.083> [in Ukrainian].
5. Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I. (2023). The main causes of age distortion in uranium-lead isotope radiogeochronology, *Mineral. Journ. (Ukraine)*, **45**, No. 2, pp. 84-99. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.02.084> [in Ukrainian].
6. Shukolyukov, Yu.A., Gorokhov, I.M., Levchenkov, O.A. (1974). Graphic methods of isotopic geology. Nedra, Moscow, 208 p. [in Russian].
7. Ahrens, I.R. (1955). Implication of the Rhodesia age pattern, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **8**, No. 1-2, pp. 1-15.
8. Krough, T.E. (1973). A law contamination method for hedrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **37**, No. 3, pp. 485-494.
9. Ludwig, K.R. (1989). Pb Dating for MS-DOS, version 1.06. U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.*, No. 88- 542, p. 40.
10. Ludwig, K.R. (1990). ISOPLOT for MS-DOS, version 2.0. U.S. *Geol. Survey Open-File Rept.*, No. 88-557, p. 38.
11. Ludwig, K.R. (2003). ISOPLOT for Windows, version 3.00. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication, No. 4, pp. 70.
12. Stasey, J.S., Kramers, I.D. (1975). Approximation of ter-restrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **26**, pp. 207-211.
13. Wetherill, G.R. (1956). Discordant uranium-lead age. *Trans. Amer. Geophys. Union.*, **37**. No. 3, pp. 320-326.

Received 18.09.2023

L.M. Stepanyuk, <https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

T.I. Dovbush, <https://orcid.org/0000-0002-3512-3313>

O.B. Vysotsky, E-mail: alek.vysotsky@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3542-4685>

N.O. Kovalenko, <https://orcid.org/0000-0002-3203-7145>

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine
03142, ave Acad. Palladina 34, Kyiv, Ukraine

THE SPECIFIC URANIUM-LEAD ISOTOPIC SYSTEM OF MONAZITE FROM THE LEUCOCRATE GNEISS OF PRIAZOVIA

The uranium-lead isotopic system of monazites from leucocratic gneiss (Pryazovsky megablock) was studied and the age of their formation was determined. Monazites from leucocratic gneiss are characterized by significant discordance, which is obviously due to the radiogenic component of impurity lead. In our case, the reverse discordance is to a large extent obviously due to the addition of radiogenic lead, which was captured by monazite during crystallization and is a component of impurity (abnormal composition) of lead. Calculating the age of monazite using a concordia diagram (Arens-Wetherill method) gave the following results: at the upper intersection of the regression line, the age was 2029 ± 145 and 1106 ± 337 Ma, at the lower one $MSWD = 35$. Taking into account the rather large contents of ordinary lead in the monazite samples studied and the significant dependence of the isotopic age determination results on the adequately introduced correction for ordinary (impurity lead), the isotopic composition of which may not correspond to the isotopic composition of ordinary lead according to Stacey and Kramers, calculated the relationship between numerical age values obtained from the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ isotopic ratio and the $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratio, which sufficiently characterizes the content of ordinary lead. Therefore, the numerical values of the age, calculated using different models, according to the obtained analytical data, are quite different: 2027 Ma , 2037 ± 18 , 2029 ± 145 , and 2099 Ma . In our opinion, the isotopic date, $2037 \pm 18 \text{ Ma}$, calculated by the isotopic composition of lead, taking into account the errors in the determination of lead isotopic ratios, corresponds to the time of monazite crystallization to a greater extent. Within the margin of error, it coincides with the date of $2029 \pm 145 \text{ Ma}$, obtained from the upper intersection of the discordia with the concordia in the coordinates of the Ahrens-Weatherill method.

Keywords: Azov megablock, monocyte, leucocratic gneiss, isotopic age, Ukrainian shield.