

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.3.204487>  
УДК 550.4(477)

Г.В. АРТЕМЕНКО<sup>1</sup>, А.Ю. БЕККЕР<sup>2</sup>, А. ХОФФМАНН<sup>2</sup>, Л.В. ШУМЛЯНСЬКИЙ<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна,  
E-mail: regulgeo@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Earth and Planetary Sciences, University of California, Riverside, CA 92521 USA,  
E-mail: andreyb@ucr.edu, hoffman@ucr.edu

<sup>3</sup> Curtin University, School of Earth and Planetary Sciences, Perth, Australia,  
E-mail: leonid.shumlyansky@curtin.edu.au

## LA-ICP-MS U-Pb ВІК КЛАСТОГЕННОГО ЦИРКОНУ З КВАРЦИТІВ ТЕМРЮЦЬКОЇ СВІТИ (НОВОУКРАЇНСЬКЕ ЗАЛІЗОРУДНЕ РОДОВИЩЕ КОРСАЦЬКОГО БЛОКУ, ЗАХІДНЕ ПРИАЗОВ'Я)

Західноприазовський залізорудний район ототожнюють з Корсацьким синклінорієм або блоком, в якому знаходяться залізорудні родовища Кам'яномогильської смуги (Павлівська, Новоукраїнська та Сергіївська ділянки), Куксунгур і Корсак-Могिला. Залізорудні товщі приурочені до метаморфізованих вулканогенно-осадових порід сачкінської світи центральноприазовської серії, а в основі її розрізу знаходяться породи темрюцької світи. Вони прориваються численними тілами рожевих мікроклінових гранітів і пегматитів потужністю до 15–20 м. Фундаментом для цих метаморфічних порід є архейські плагіогранітоїди з ксенолітами гнейсів, кристалічних сланців і амфіболітів. Залізорудна формація Корсацького блоку має такі ж породні асоціації і мінеральні парагенезиси, що і в Мангуській та Оріхово-Павлоградській структурах. Були виконані геохронологічні дослідження метатеригенних порід темрюцької світи Новоукраїнського (Кам'яномогильського) залізорудного родовища. Ця структура простежується на західному крилі Корсацького синклінорія на відстань близько 20 км. Переважаючий азимут простягання порід цієї структури ПнЗ 350°. Метаморфічні породи залягають у вигляді окремих тіл (лінз) довжиною 1200–1500 м при максимальній потужності 120–140 м. Залізисті кварцити представлені ітабіритами з пачками біотитових і біотит-амфіболових гнейсів (сачкінська світа). Нижче за стратиграфічним розрізом розвинені слюдисті (біотитові, гранат-біотитові) кварцити, що перешиаровуються з гнейсами і сланцями біотитовими, мусковіт-біотит-силіманітовими, біотит-амфіболовими, рідше піроксен-гранат-біотитовими (темрюцька світа). Серед кластогенного циркону з слюдистих кварцитів темрюцької світи (58 зерен) чотири зерна мають вік 3,2–3,23 млрд років; три зерна — 3,08–3,11 млрд років; 32 кристали — 2,9–2,97 млрд років; 15 кристалів — 2,82–2,87 млрд років; чотири зерна — 2,76–2,78 млрд років. Згідно з отриманими даними, метаосадові породи залізорудних товщ Корсацького синклінорія Західного Приазов'я формувалися на породах мезоархейських ТТГ (2,9–3,1 млрд років). У невеликій кількості в області зносу були, ймовірно, архейські граніти з віком 2,85–2,87 і 2,76–2,78 млрд років, а також останиці більш древніх ТТГ. Породи центральноприазовської серії прориваються калієво-натрієвими гранітами з віком 2,2 млрд років. На Приазовському мезоархейському кратоні у близькому геохронологічному інтервалі формувалися вулканогенно-осадові породи гуляйпільської світи (Гуляйпільська брахісинкліналь) та вовчанська товща Оріхово-Павлоградської структури. З породами центральноприазовської серії близькі за складом і часом утворення вулканогенно-осадові породи із

Цитування: Артеменко Г.В., Беккер А.Ю., Хоффманн А., Шумлянський Л.В. LA-ICP-MS U-Pb вік кластогенного циркону з кварцитів темрюцької світи (Новоукраїнське залізорудне родовище Корсацького блоку, Західне Приазов'я). *Геологічний журнал*. 2020. № 3 (372) С. 36–46. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.3.204487>

Citation: Artemenko G.V., Bekker A.Yu., Hoffmann A., Shumlyansky L.V., 2020. U-Pb LA-ICP-MS dates for detrital zircon from quartzites of the Temryuk formation (Novoukrainka iron deposit of the Korsak block, West Azov area). *Geological journal* (Ukraine), No 3. (372), p. 36–46. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.3.204487>

залізисто-кременистою формацією криворізької серії Середньопридніпровського блоку (2,8—2,0 млрд років) і курської серії Воронежського кристалічного масиву (2,62—2,1 млрд років). Утворення цих вулканогенно-осадових серій з потужною залізисто-кременистою формацією, вірогідно, пов'язано з підводним вулканізмом та трансгресією океану.

**Ключові слова:** Новоукраїнське (Кам'яногогильське) залізорудне родовище; Корсацький блок; Західноприазовський залізорудний район; кластогенний циркон; U-Pb вік; Сарматія.

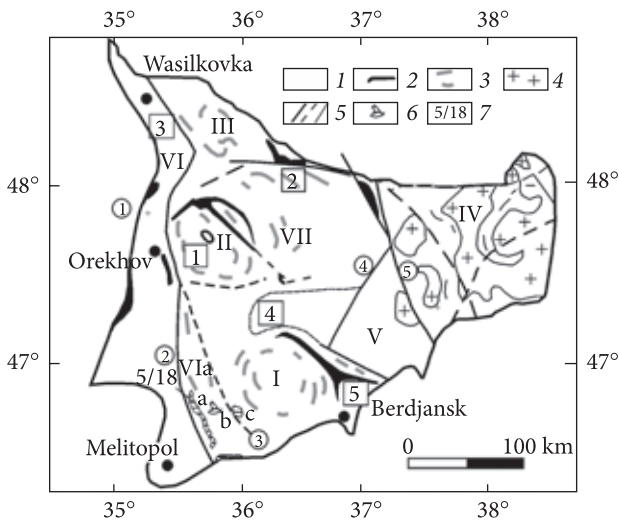
## Вступ

Західноприазовський залізорудний район оточують з Корсацьким синклінорієм або блоком, в якому знаходяться залізорудні родовища Кам'яногогильської смуги (Павлівська, Новоукраїнська та Сергіївська ділянки), Куксунгур і Корсак-Могила (Каталенец, 2015; Жуков и др., 1988) (рис. 1, 2). Від Оріхово-Павлоградської смуги на заході ця структура відокремлена Західноприазовським розломом. Зі сходу вона обмежена Корсак-Чернігівською зоною розломів. Вісь Корсацького синклінорія витягнута у субмеридіональному напрямку (350°). Падіння крил складки круте (70—75°), в замку пологіше (40—45°). Східне крило складки ускладнене антиклінальним перегином. Головними типами рудоконтролюючих структур в Корсацькій структурно-фаціальній зоні є моноклінально-складчасті (Інзовське та Орловське рудопроявлення), лінійні (Новоукраїнське та ін.), брахіформні (Куксунгурська і Корсацька) синкліналі. Залізорудна товща приурочена до метаморфізованих вулканогенно-осадових порід сачкінської світи центрально-приазовської серії, які підстеляються породами темрюцької світи. Породи залізорудної формації розсічені численними тілами рожевих мікроклінових гранітів і пегматитів потужністю до 15—20 м. Фундаментом для цих метаморфічних порід є архейські біотитові, біотит-амфіболові, рідше з піроксеном, плагіогранітоїди з ксенолітами гнейсів, кристалічних сланців і амфіболітів. Залізорудна формація Корсацької структурно-фаціальної зони має такий же породний комплекс і ті ж мінеральні парагенезиси, що і залізорудні формації в Мангуській та Оріхово-Павлоградській структурах (рис. 1). Новоукраїнська структура простежується на західному крилі Корсацького синклінорія у вигляді двох субпаралельних ланцюжків лінз з пластами залізистих кварцитів, витягнутих в субмеридіональному напрямку на

протязі близько 20 км (Жуков, 1959; Жуков и др., 1978; Щербак и др., 1985; Каталенец, 2015). Кристалічні породи тут неглибоко поховані під четвертинними суглинками, потужність яких коливається від 1,5—3,0 м на півночі і до 15—20 м на півдні. Розміщення пластів залізистих кварцитів визначається лінійною синклінальною складкою, шарнір якої занурюється на північ. Азимут простягання структури на всьому протязі не витриманий і змінюється в межах 315°—5° (переважає 350°). Метаморфічні породи простежуються у вигляді окремих тіл (лінз) довжиною 1200—1500 м при максимальній потужності 120—140 м. Залізисті кварцити чергуються в розрізі з пачками біотитових і біотит-амфіболових гнейсів (сачкінська світа). Нижче за стратиграфічним розрізом розвинені слюдисті (біотитові і гранат-біотитові) кварцити, що перешаровуються з гнейсами і сланцями біотитовими, мусковіт-біотит-силіманітовими, біотит-амфіболовими, рідше піроксен-гранат-біотитовими (темрюцька світа).

## Постановка проблеми

Залізисто-кремениста формація Корсацького синклінорія у складі сачкінської світи центрально-приазовської серії відноситься до групи залізисто-кременистих формацій, що утворилися на континентальній корі (Белевцев и др., 1992). У той же час вік центрально-приазовської серії оцінюється різними дослідниками по-різному, так як надійні геохронологічні дані були відсутні: одні відносять її до неоархею (Єсипчук та ін., 2004), інші — до палеопротерою (Полуновский, 1969; Щербак и др., 1985; Загнитко, Луговая, 1985, 1989; Bekker et al., 2003; Kuznetsov et al., 2019). Потрібне більш надійне обґрунтування кореляційних схем для високометаморфізованих осадово-вулканогенних порід Центрального і Західного Приазов'я (Мангуського синклінорія, Вовчанського блоку, Білоцерківської структури та Оріхово-Пав-



**Рис. 1.** Геолого-структурна схема Приазовського блоку (Каляев и др., 1984) із змінами: 1 — плагіогранітоїди (ТТГ) з ксенолітами гнейсів і амфіболітів; 2 — зеленокам'яні структури; 3 — елементи структури ТТГ та зеленокам'яних поясів; 4 — палеопротерозойські гранітоїди та лужні породи; 5 — розломи; 6 — залізрудні родовища Корсацького блоку: а — Новоукраїнське, b — Куксунгурське, с — Корсак-Могила; 7 — точка відбору проби. Гранітоїдні купола: I — Салтичанський, II — Гайчурський, III — Вовчанський, IV — Кальміуський, V — Мангуський синкліній, VI — Оріхово-Павлоградська шовна зона, VIa — Корсацький блок, VII — Ремівський блок. Головні розломи (цифри у колах): 1 — Оріхово-Павлоградський, 2 — Західноприазовський, 3 — Корсацький, 4 — Центральноприазовський, 5 — Малаюнісольський. Геологічні структури, в яких визначені нижні і верхні межі формування палеопротерозойських метасадючих

порід (цифри в квадратах): 1 — Гуляйпільська брахісинкліналь, 2 — Федорівська структура, 3 — Васильківська синкліналь, 4 — Білоцерківська структура, 5 — Сорокинська зеленокам'яна структура

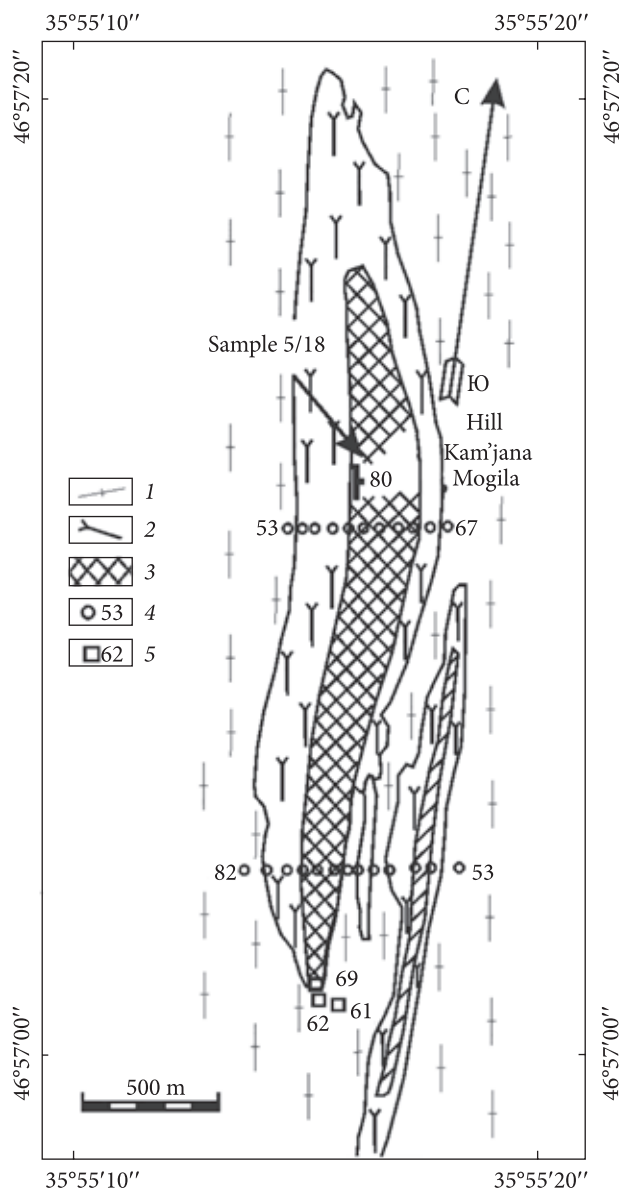
**Fig. 1.** Geological and structural scheme of the Azov craton (Каляев и др., 1984) with modifications: 1 — plagioclase granitoids (TTG) with xenoliths of gneisses and amphibolites; 2 — greenstone structures; 3 — structural elements of TTG and greenstone belts; 4 — Paleoproterozoic granitoids and alkaline rocks; 5 — faults; 6 — iron deposits of the Korsak block: a) — Novoukrainka, b) — Kuksunhur, c) — Korsak-Mohyla; 7 — sampling point. Granitoid domes: I — Salytchan, II — Haychur, III — Volchan, IV — Kal'mius, V — Mangush synclinorium, VI — Orekhiv-Pavlohrad zone, VIa — Korsak block, VII — Remov block. The major faults (numbers in circles): 1 — Orekhiv-Pavlohrad, 2 — West Azov, 3 — Korsak, 4 — Central Azov, 5 — Maly Yanisol. Geological structures in which upper or lower age constraints for Paleoproterozoic metasedimentary units were determined (labeled with numbers in squares): 1 — Hulaiapole brachysyncline, 2 — Fedorov structure, 3 — Vasil'kov syncline, 4 — Belotzerkovka structure, 5 — Soroki greenstone structure

лоградської зони). В даний час однотипні асоціації порід в цих структурах виділяються під різними місцевими назвами: вовчанська товща в Оріхово-Павлоградській структурі і Вовчанському блоці, драгунська товща в Білоцерківській структурі і центральноприазовська серія в Мангуському і Корсацькому синклініях. Вони утворилися, ймовірно, на протязі одного геологічного процесу, на що вказували дослідники, які виділили центральноприазовську серію (Полуновский, 1969). Більш загальними проблемами є зіставлення осадовувулканогенних порід центральноприазовської, криворізької і курської серій, які включають потужні залізо-кременисті формації, а також реконструкція геодинамічного режиму їх утворення.

## Методика досліджень

Циркон був виділений з проби масою 5 кг за стандартною методикою в лабораторії збагачення Інституту геохімії, мінералогії та рудотворення ім. М.П. Семененка НАН України.

Вивчення морфології циркону проводилось в прохідному і відбитому світлі. Внутрішня будова циркону вивчена методом катодолюмінесценції. Циркони помістили в епоксидну шайбу і приполірували до розкриття їх внутрішніх ділянок. Далі їх аналізували на ізотопи U, Th і Pb методом LA-ICP-MS в лабораторії Каліфорнійського університету, Санта Барбара. Вимірювання виконані на приладі Nu Plasma HR MC-ICP-MS з використанням системи лазерної абляції Photon Machines Excite 193 excimer ArF. Абляція тривала протягом 15 с з частотою лазерних імпульсів 4 Гц і енергією імпульсів ~1 Дж/см<sup>2</sup>. Глибина отриманих кратерів становила ~5 μm, а розміри кратера — 15 μm. Вимірювання зразків проведені після холостих фонових вимірювань тривалістю 15 с. Отримані результати коректували за допомогою стандартного циркону 91500 (вік 1062 млн років (Wiedenbeck et al., 1995)), який аналізувався після кожних 10 вимірювань досліджуваних цирконів. Точність вимірювань була краще 2 % для відношення <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U. Всі похибки вимірювань наведені на рівні 2σ.

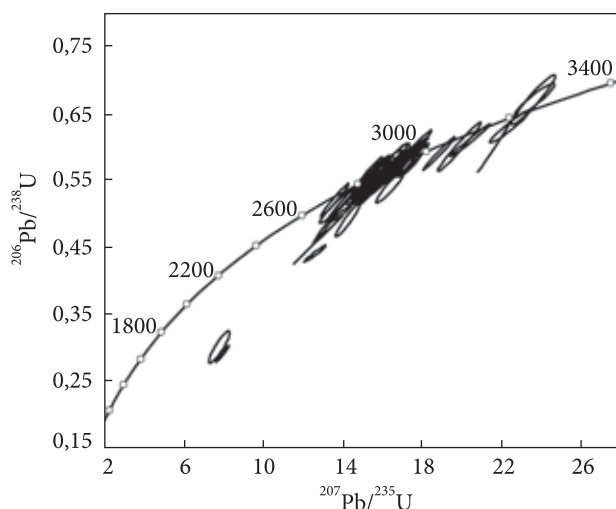


**Рис. 2.** Схематична геологічна карта північної частини родовища Новоукраїнське (Жуков и др., 1978): 1 — мігматити; 2 — гнейси біотитові, гранат-біотитові, амфібол-біотитові, рідше силіманіт-біотитові з прошарками кварцитів слюдяних; 3 — ітабірити; 4 — свердловина та її номер; 5 — шурф та його номер

**Fig. 2.** Schematic geological map of the northern part of the Novoukrainka (Kamyana Mohyla) deposit (Жуков и др., 1978): 1 — migmatites; 2 — biotite gneisses, garnet-biotite gneisses, amphibole-biotite gneisses, less commonly sillimanite-biotite with intercalations of micaceous quartzites; 3 — itabirites; 4 — borehole and its number; 5 — hole and its number

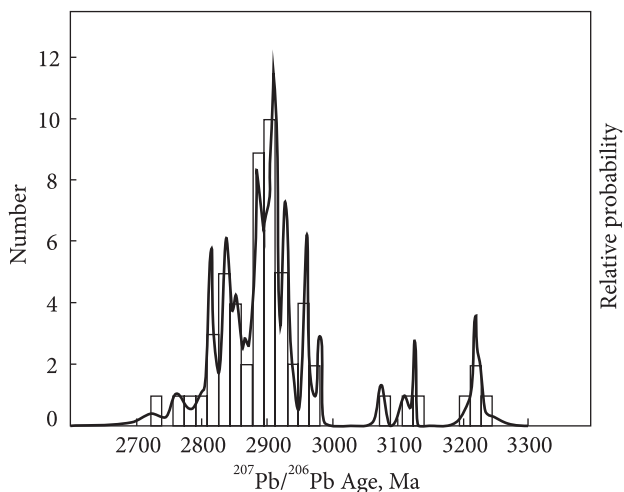
## Результати

Методом La-ICP-MS визначено U-Pb вік популяції кластогенного циркону з слюдяних кварцитів темрюцької світи центральноприазов-



**Рис. 3.** U-Pb діаграма з конкордією для кластогенного циркону з слюдяних кварцитів Новоукраїнського (Кам'яномогильського родовища), проба 5/18

**Fig. 3.** U-Pb diagram with concordia for detrital zircon from mica quartzites of Novoukrainka (Kamyana Mohyla) deposit, sample 5/18



**Рис. 4.** Криві розподілу вікових груп кластогенних цирконів за ізотопним відношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  для слюдяних кварцитів Новоукраїнського (Кам'яномогильського) родовища, проба 5/18

**Fig. 4.**  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  age distribution curves for detrital zircons from mica quartzites of Novoukrainka (Kamyana Mohyla) deposit, sample 5/18

ської серії Кам'яномогильського залізорудного родовища. Було проаналізовано 58 зерен (див. таблицю, рис. 3, 4). Чотири зерна мають вік 3,2—3,23 млрд років. Магматичні породи такого віку поки не виявлені в цьому районі. Три зерна мають вік 3,08—3,11 млрд років. Ця популяція відповідає віку ранньої інтрузивної фази ТТГ (відслонення по р. Кільгичія біля с.

Результати U–Pb ізотопного датування кластогенного циркону з кварцитів Кам'яногильського залізрудного родовища (проба 5/18)  
 Results of U–Pb isotope dating of detrital zircon from quartzites of the Kamyana Mohyla iron ore deposit (sample 5/18)

No. analysis	Concentration, ppm		Isotope ratio										Isotopic age, Ma							
	U	Th	Th/U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	2σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	2σ	Rho	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	2σ	<sup>208</sup> Pb/ <sup>232</sup> Th	2σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	2σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	2σ	<sup>208</sup> Pb/ <sup>232</sup> Th	2σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	2σ
5/18-1	94	71	0,75	13,590	0,578	0,52	0,02	0,98	0,193	0,004	0,139	0,007	2729	32	2693	66	2630	110	2763	16
5/18-2	93	90	0,96	17,290	0,478	0,58	0,02	0,95	0,218	0,005	0,152	0,005	2955	20	2947	44	2862	71	2962	9
5/18-3	78	32	0,41	17,510	0,547	0,58	0,02	0,94	0,219	0,005	0,156	0,012	2968	21	2949	50	2930	210	2971	14
5/18-4	92	57	0,62	17,340	0,472	0,58	0,02	0,96	0,217	0,005	0,156	0,007	2953	18	2950	45	2920	120	2961	9
5/18-5	74	67	0,90	15,800	0,518	0,55	0,02	0,97	0,208	0,004	0,152	0,008	2863	24	2811	50	2850	120	2889	12
5/18-6	227	338	1,49	12,740	1,013	0,46	0,03	1,00	0,201	0,004	0,141	0,007	2647	74	2420	140	2670	110	2834	15
5/18-7	230	207	0,90	16,350	0,465	0,56	0,01	0,98	0,213	0,004	0,147	0,004	2902	18	2863	38	2765	54	2926	7
5/18-8	35	22	0,62	15,920	0,898	0,55	0,03	0,99	0,208	0,005	0,163	0,043	2869	51	2830	130	3030	700	2892	20
5/18-9	202	99	0,49	13,130	0,495	0,48	0,02	0,99	0,199	0,004	0,126	0,005	2687	31	2515	69	2391	80	2819	10
5/18-10	104	87	0,84	15,940	0,445	0,55	0,01	0,97	0,211	0,004	0,153	0,005	2872	19	2817	42	2881	74	2912	11
5/18-11	167	71	0,43	12,620	0,456	0,44	0,01	0,98	0,210	0,004	0,149	0,007	2650	29	2335	56	2800	100	2903	10
5/18-12	156	51	0,33	15,720	0,408	0,55	0,01	0,97	0,207	0,004	0,149	0,007	2859	16	2824	39	2800	100	2880	7
5/18-13	115	119	1,03	15,140	0,502	0,54	0,02	0,99	0,203	0,004	0,142	0,005	2822	26	2780	61	2685	61	2853	8
5/18-14	50	31	0,62	15,250	0,884	0,55	0,03	0,97	0,201	0,005	0,142	0,008	2827	53	2810	120	2670	130	2832	18
5/18-15	97	81	0,83	16,520	0,453	0,57	0,02	0,96	0,211	0,004	0,145	0,006	2906	18	2893	45	2732	99	2911	8
5/18-16	85	36	0,42	18,830	0,642	0,59	0,02	0,99	0,234	0,005	0,163	0,011	3040	23	2989	56	3050	180	3075	10
5/18-17	144	102	0,71	15,680	0,420	0,55	0,01	0,94	0,206	0,004	0,146	0,005	2857	17	2833	39	2748	70	2873	9
5/18-18	245	204	0,83	15,540	0,412	0,54	0,01	0,97	0,208	0,004	0,140	0,004	2848	17	2785	40	2639	54	2889	8
5/18-19	54	34	0,63	19,840	0,893	0,60	0,03	0,98	0,238	0,005	0,161	0,009	3091	34	3031	96	3010	160	3112	13
5/18-20	42	24	0,57	16,760	0,679	0,57	0,02	0,95	0,214	0,005	0,160	0,010	2919	34	2901	68	3000	170	2936	15
5/18-21	62	79	1,27	16,480	0,446	0,57	0,01	0,88	0,211	0,005	0,147	0,005	2905	17	2909	35	2789	74	2908	14
5/18-22	56	48	0,85	16,690	0,506	0,57	0,02	0,89	0,210	0,005	0,139	0,007	2916	22	2919	44	2630	110	2907	16
5/18-23	81	51	0,62	15,800	1,144	0,55	0,03	0,94	0,208	0,007	0,149	0,007	2851	70	2800	120	2800	120	2889	45
5/18-24	141	94	0,67	14,970	0,446	0,54	0,02	0,97	0,203	0,004	0,140	0,005	2812	21	2761	50	2650	83	2848	10
5/18-25	153	44	0,29	23,620	0,828	0,67	0,02	0,93	0,254	0,006	0,177	0,009	3251	28	3308	46	3290	150	3210	20
5/18-26	146	124	0,85	13,660	0,687	0,51	0,02	0,96	0,195	0,005	0,135	0,007	2722	43	2645	89	2550	110	2781	28
5/18-27	50	40	0,80	17,520	0,652	0,58	0,02	0,97	0,217	0,005	0,160	0,010	2962	30	2962	70	3000	160	2957	10
5/18-28	119	60	0,50	16,750	0,545	0,57	0,02	0,99	0,213	0,004	0,153	0,006	2919	25	2902	52	2879	97	2927	9
5/18-29	83	47	0,56	15,420	0,474	0,54	0,02	0,95	0,204	0,004	0,140	0,006	2840	22	2796	49	2643	93	2854	15
5/18-30	113	63	0,56	14,440	0,907	0,53	0,03	0,99	0,197	0,004	0,133	0,009	2784	60	2730	120	2510	160	2802	15
5/18-31	258	137	0,53	13,930	0,432	0,50	0,01	0,98	0,202	0,004	0,137	0,005	2744	22	2625	47	2589	76	2838	7
5/18-32	104	137	1,32	15,930	0,445	0,55	0,01	0,92	0,210	0,005	0,145	0,005	2872	19	2814	34	2727	73	2901	14
5/18-33	178	194	1,091	16,840	0,523	0,57	0,02	0,98	0,213	0,004	0,147	0,005	2924	23	2900	59	2772	63	2927	7
5/18-34	30	12	0,4	21,840	0,885	0,61	0,04	1,00	0,258	0,008	0,154	0,057	3176	34	3070	140	2880	980	3236	35
5/18-35	107	129	1,21	15,040	0,469	0,54	0,02	0,99	0,202	0,004	0,148	0,006	2817	23	2772	49	2790	100	2841	9
5/18-36	40	28	0,70	15,900	0,653	0,55	0,02	0,98	0,209	0,005	0,144	0,013	2868	34	2820	72	2710	230	2897	17
5/18-37	156	163	1,046	7,960	0,264	0,29	0,01	0,98	0,199	0,004	0,051	0,002	2231	25	1639	33	1012	25	2815	11

5/18-38	113	67	0,59	17,410	0,538	0,58	0,02	0,98	0,217	0,004	0,156	0,007	2956	22	2944	54	2920	110	2960	6
5/18-39	113	61	0,54	16,450	0,432	0,56	0,01	0,98	0,211	0,004	0,142	0,006	2903	16	2885	35	2682	87	2910	8
5/18-40	102	81	8,10	16,650	0,610	0,57	0,02	0,96	0,211	0,004	0,156	0,004	2914	10	2910	27	2934	40	2910	5
5/18-41	167	210	13,10	15,920	0,583	0,55	0,02	0,98	0,211	0,004	0,157	0,004	2872	4	2812	23	2939	38	2913	4
5/18-42	125	123	10,20	16,530	0,595	0,58	0,02	0,95	0,207	0,004	0,157	0,004	2908	8	2942	19	2943	30	2885	5
5/18-43	92	118	1,30	14,240	0,518	0,49	0,02	0,95	0,209	0,004	0,151	0,003	2766	10	2573	17	2844	26	2900	7
5/18-44	73	76	1,04	20,410	0,814	0,61	0,02	0,99	0,241	0,005	0,162	0,005	3115	17	3081	48	3029	59	3126	5
5/18-45	101	58	5,80	16,120	0,639	0,57	0,02	0,95	0,204	0,004	0,158	0,005	2883	18	2907	34	2963	72	2858	8
5/18-46	173	97	5,7	15,320	0,560	0,56	0,02	0,97	0,199	0,004	0,153	0,004	2835	10	2855	23	2872	38	2815	4
5/18-47	119	57	5,10	7,790	0,436	0,30	0,02	0,89	0,188	0,005	0,093	0,004	2214	41	1696	62	1789	64	2724	34
5/18-48	36	47	1,30	17,440	0,714	0,59	0,02	0,98	0,214	0,004	0,160	0,004	2959	20	2983	43	2996	48	2938	8
5/18-49	69	34	0,49	22,380	0,832	0,63	0,02	0,96	0,255	0,005	0,164	0,004	3200	12	3152	20	3064	48	3218	5
5/18-50	148	76	5,40	15,490	0,571	0,54	0,02	0,94	0,208	0,004	0,130	0,003	2849	12	2785	28	2463	29	2892	7
5/18-51	21	16	0,76	15,830	0,593	0,56	0,02	0,90	0,205	0,004	0,146	0,004	2866	13	2855	27	2759	55	2867	8
5/18-52	322	240	7,50	23,560	0,896	0,67	0,03	0,95	0,257	0,005	0,174	0,005	3250	15	3287	37	3241	56	3225	8
5/18-53	30	40	1,30	16,630	0,612	0,58	0,02	0,90	0,208	0,004	0,155	0,004	2913	11	2951	21	2917	40	2886	8
5/18-54	66	70	1,06	16,720	0,625	0,57	0,02	0,99	0,212	0,004	0,154	0,004	2918	12	2914	30	2890	41	2918	3
5/18-55	97	65	0,67	16,390	0,593	0,54	0,02	0,94	0,220	0,004	0,160	0,004	2900	9	2787	18	2994	35	2981	5
5/18-56	149	105	7,50	15,690	0,588	0,56	0,02	0,93	0,202	0,004	0,153	0,004	2861	14	2875	36	2872	39	2839	9
5/18-57	122	82	6,80	17,670	0,660	0,60	0,02	0,98	0,213	0,004	0,164	0,004	2972	13	3029	29	3069	44	2930	5
5/18-58	69	47	0,68	14,520	0,546	0,54	0,02	0,87	0,196	0,004	0,149	0,004	2789	16	2776	23	2805	41	2791	15

Успенівка). Переважає циркон (32 кристали) з віком 2,9—2,97 млрд років. Він відповідає ТТГ другої інтрузивної фази, яка найбільш поширена на Західноприазовському блоці (відслонення в верхів'ях р. Мокра Конка, в середній і нижній течії р. Кайінкулак). П'ятнадцять кристалів мають вік 2,82—2,87 млрд років. Гранодіорити такого віку складають Осипенківський масив, розташований на південь від Сорокинської зеленокам'яної структури і відносяться, ймовірно, до третьої інтрузивної фази ТТГ. Чотири зерна мають вік 2,76—2,78 млрд років. Невеликі тіла гранітоїдів цього віку відслонюються на правому березі р. Зеленівка біля с. Юр'ївка.

## Обговорення результатів і висновки

На підставі даних датування кластогенного циркону з кварцитів темрюцької світи Новоукраїнського залізорудного родовища (проба 5/18) встановлено, що джерелом знесення для цих метаосадових порід був фундамент з мезоархейськими (2,9—3,1 млрд років) породами ТТГ (Бибикова и др., 2008). У невеликій кількості в області знесення були, ймовірно, також архейські граніти з віком 2,85—2,87 і 2,76—2,78 млрд років і останці більш древніх ТТГ. Верхня вікова межа накопичення осадово-вулканогенних порід центральноприазовської серії визначається інтрузивним контактом з ними мікроклін-плагіоклазових гранітів з віком 2,2 млрд років (Артеменко и др., 2018) і тронд'емітів з віком  $(2052 \pm 5)$  млн років (Kuznetsov et al., 2019). Таким чином, породи центральноприазовської серії утворилися в інтервалі 2,76—2,2 млрд років. Ізотопи стронцію і вуглецю карбонатів центральноприазовської серії, відсутність льодовикових відкладів віком 2,43—2,32 млрд років і присутність високоглиноземистих порід у темрюцькій світі дозволяють більш точно визначити їх вік між 2,32 і 2,22 млрд років (Загнитко, Луговая, 1985, 1989; Kuznetsov et al., 2019; Gumsley et al., 2017; Bekker, 2014), в той час коли після палеопротерозойських зледенінь встановився теплий і вологий клімат з підвищеною інтенсивністю хімічного вивітрювання. Осадконакопичення залізо-кременистої формації не характерно для вікового інтервалу між 2,32 і 2,22 млрд років (Bekker et al., 2013). У відкладах цього віку

також не відомі рудопрояви фосфоритів і марганцю (Каньгін і др., 1969; Кравченко, 1993).

На Приазовському мезоархейському кратоні в близькому геохронологічному інтервалі часу формувалися вулканогенно-осадові породи гуляйпільської світи (Гуляйпільська брахісинкліналь) та вовчанської товщі у Оріхово-Павлоградській структурі. Кластогенний циркон з кварцитів гуляйпільської світи має вік 2,92 млрд років, а метаморфогенний — 2,2 млрд років (Татарінова і др., 2001). Нижня і верхня вікові межі утворення метапісковиків вовчанської товщі — 2,91 і 2,02 млрд років, відповідно (Демедюк і др., 2002). Високий ступінь метаморфізму порід центральноприазовської серії в Корсацькому і Мангуському синкліноріях пояснюється залученням Приазовського кратону до гранулітового метаморфізму (Божко, 2013), викликаного колізією з кратоном (можливо, Західно-Африканським), який, ймовірно, перебував на південь в сучасних координатах від Приазовського кратону. Слабометаморфізовані породи гуляйпільської світи, розташовані на Гуляйпільському блоці з найдавнішим фундаментом (4,0—3,0 млрд років), які не піддалися гранулітовому метаморфізму (Артеменко і др., 2020; Shumlyansky et al., 2020). Пізніше, близько 2,1—2,0 млрд років тому, колізійні та метаморфічні події були пов'язані з приєднанням західної частини Українського щита та Волго-Сарматії до Приазовському кратону і Західної Африки, які сформували центр майбутнього суперконтиненту Нуна.

До мезоархейської кратонізації у фундаменті Приазовського кратону домінували палео-

та еоархейські породи з віком 3,3—3,8 млрд років (Бибикова і др., 2010). Слід зазначити, що в метаосадах палеопротерозойської Федорівської структури, на відміну від Корсацького блоку, домінує (36 зерен з 90) ео- і палеоархейський циркон (3,3—3,6 млрд років) (Bibikova, 2012). Областю знесення для цих осадів, ймовірно, були архейські породи Ремівського і Вовчанського блоків північної частини Приазовського кратону, в яких збереглися останці найдавніших порід цього віку.

З центральноприазовською серією корелювали вулканогенно-осадові відклади, що містять залізисто-кременисту формацію криво-різької серії Середньопридніпровського кратону — 2,8—2,0 млрд років (Щербак і др., 1969; Степанюк та ін., 2011, 2020; Артеменко і др., 2018) і курської серії Воронезького кристалічного масиву — 2,62—2,1 млрд років (Артеменко, 1995; Савко і др., 2017). З одного боку, присутність відносно мілководних, високоглиноземистих, багатих марганцем, фосфором і органічною речовиною метаосадів і карбонатів з високими  $\delta^{13}\text{C}$  значеннями в центральноприазовській серії, в стратиграфічній близькості до залізисто-кременистої формації, не узгоджується з цією кореляцією. З іншого — ця літологічна і геохімічна асоціація характерна для зон апвелінга на континентальних окраїнах. Таким чином, відкладення центральноприазовської вулканогенно-осадової серії з потужною залізисто-кременистою формацією, можливо, пов'язано з підводним вулканізмом, апвелінгом і трансгресією океану на Приазовський кратон між 2,32 і 2,22 млрд років.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Артеменко Г.В. Геохронологическая корреляция вулканизма и гранитоидного магматизма юго-восточной части Украинского щита и Курской магнитной аномалии. *Геохимия и рудообразование*. 1995. № 21. С. 129—154.
- Артеменко Г.В., Самборская И.А., Швайка И.А., Гоголев К.И., Довбуш Т.И. Этапы раннепалеопротерозойского коллизионного гранитоидного магматизма и метаморфизма на Приазовском и Среднеприднепровском мегаблоках Украинского щита. *Мінерал. журн.* 2018. Т. 40, № 2. С. 45—62.
- Артеменко Г.В., Шумлянський Л.В., Беккер А.Ю. U–Pb возраст (LA–ICP–MS) кластогенного циркона глееватской свиты Кривбасса (Украинский щит). *Геол. журн.* 2018. № 2 (363). С. 42—57.
- Артеменко Г.В., Шумлянський Л.В., Беккер А.Ю. Первые данные об эоархейских (3,95 млрд лет) породах в фундаменте Приазовского блока Украинского щита. *Фундаментальные вопросы тектоники и геодинамики: Материалы III Тектонического совещания*. Москва: ГЕОС, 2020. Т. 1. С. 20—26.
- Белевцев Я.Н., Кулик Д.И., Коржнев М.Н., Каляев Г.И., Белевцев Р.Я., Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Лазько Е.М., Сиворонов А.А., Ярошук М.А., Дроздовская А.А., Савченко Л.Т., Щербак Н.П., Коваль В.Б., Науменко В.М., Ивантишина О.М., Плаксенко Н.А., Щеголев И.Н., Крятов Б.М., Гречишников Н.П., Занкевич Б.А., Черновский М.И., Кушеев В.В. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Железонакопление в докембрии. Киев: Наук. думка, 1992. 219 с.

- Бибикова Е.В., Клаэссен С., Федотова А.А., Артеменко Г.В., Ильинский Л. Терригенный циркон архейских зеленокаменных поясов — источник информации о ранней коре Земли: Приазовье и Приднепровье, Украинский щит. *Геохимия*. 2010. № 9. С. 899—916.
- Бибикова Е.В., Лобач-Жученко С.Б., Артеменко Г.В., Клаэссон С., Коваленко А.В., Крылов И.Н. Позднеархейские магматические комплексы Приазовского террейна Украинского щита: геологическое положение, изотопный возраст, источники вещества. *Петрология*. 2008. Т. 16, № 3. С. 227—247.
- Божко Н.А. Геотектонические факторы локализации коренных источников алмаза и их роль в оценке перспектив алмазоносности Украинского щита. *Мінерал. журн.* 2013. Т. 35, № 2. С. 24—38.
- Демедюк В.В., Артеменко Г.В., Довбуш Т.И. Возраст и стратиграфическое положение кварцитов груборитмической толщи Орехово-Павлоградской зоны. *Мінерал. журн.* 2002. Т. 24, № 5/6. С. 45—51.
- Есипчук К.Ю., Бобров О.Б., Степанюк Л.М., Щербак М.П., Глеваский Е.Б., Скобелев В.М., Дранник А.С., Гейченко М.В. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (пояснювальна записка). Київ: УкрДГРІ, 2004. 30 с.
- Жуков Г.В. Геология железисто-кремнистых формаций Западноприазовского района. *Геология железисто-кремнистых формаций Украины*. Киев: Изд-во АН УССР, 1959. С. 557—662.
- Жуков Г.В., Андрущенко И.А., Кривonos В.П. Корсак-Стульневская железорудная провинция. *Железисто-кремнистые формации Украинского щита*. Киев: Наук. думка, 1978. Т. 1. С. 272—304.
- Загнитко В.Н., Луговая И.П. Использование изотопов кислорода и углерода для решения некоторых проблем геологии докембрия Украинского щита. *Геохимия и рудообразование*. 1985. Вып. 13. С. 45—52.
- Загнитко В.Н., Луговая И.П. Изотопная геохимия карбонатных и железисто-кремнистых пород Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1989. 316 с.
- Каляев Г.И., Глеваский Е.Б., Димитров Г.Х. Палеотектоника и строение земной коры докембрийской железорудной провинции Украины. Киев: Наук. думка, 1984. 237 с.
- Каныгин Л.И., Кирикилица С.И., Кривonos В.П., Левенштейн М.Л., Полуновский Р.М., Порохненко А.Ф., Харагезов М.К. О перспективах выявления метаморфогенных месторождений марганца и фосфатов в докембрийских карбонатных толщах Приазовья. *Геол. журн.* 1969. Т. 29, № 4 (127). С. 146—147.
- Каталенец А.И. К стратиграфии Приазовского блока Украинского щита. Корсакская зона складчатости. Статья 2. *Геологія та рудоносність України*. 2015. Т. 1, вип. 1. С. 55—70.
- Кравченко Г.Л. Марганцовистый гранат из графитовых гнейсов Западного Приазовья. *Геол. журн.* 1993. № 1 (268). С. 24—30.
- Полуновский Р.М. Характеристика разреза гнейсовой серии Центрального Приазовья и вопросы ее стратиграфии. *Докл. АН СССР*. 1969. Т. 187, № 6. С. 1360—1363.
- Савко К.А., Самсонов А.В., Холин В.М., Базиков Н.С. Мегаблок Сарматия как осколок суперкратона Ваалбара: корреляция геологических событий на границе архея и палеопротерозоя. *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2017. Т. 25, № 2. С. 3—26.
- Степанюк Л.М., Паранько І.С., Пономаренко О.М., Довбуш Т.І., Висоцький О.Б. Уран-свинцевий вік кластогенного монациту із метапівковиків скелюватської світи Криворізької структури. *Мінерал. журн.* 2011. Т. 33, № 4. С. 80—89.
- Степанюк Л.М., Шумлянський Л.В., Хофманн А., Хофманн М., Ковалик А., Беккер А. Уран-свинцевий вік кластогенного циркону із метатерригенних утворень скелюватської та саксаганської світ Криворізької структури. *Мінерал. журн.* 2020. Т. 42, № 2. С. 45—62.
- Татарінова Е.А., Артеменко Г.В., Довбуш Т.И. Возраст кластогенного и метаморфогенного циркона в породах гуляйпольской свиты. *Мінерал. журн.* 2001. Т. 23, № 2/3. С. 61—63.
- Щербак Н.П., Белевцев Я.Н., Фоменко В.Ю., Ганоцкий В.И., Горьковец В.Я., Есипчук К.Е., Коржнев М.Н., Крестин Е.М., Пап А.М., Половко Н.И., Сиворонов А.А., Сироштан Р.И., Скаржинская Т.А., Струева О.М., Щеголев И.Н. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. *Стратиграфия*. Киев: Наук. думка, 1988. 192 с.
- Щербак Н.П., Есипчук К.Е., Берзенин Б.З., Глеваский Е.Б., Дранник А.С., Пийяр Ю.К., Полуновский Р.М., Скаржинская Т.А., Соловицкий В.Н., Этинггоф И.М., Бильнская Я.П., Ганоцкий В.И., Гузенко Г.Ф., Киселев А.С., Ключков В.М., Решетняк В.В., Босая Н.И., Воронова С.Г., Пилипенко В.И. Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1985. 168 с.
- Щербак Н.П., Половко Н.И., Левковская Н.Ю. Изотопный возраст акцессорных минералов нижней свиты криворожской серии. *Геол. журн.* 1969. Т. 29, № 3 (126). С. 21—29.
- Bekker, A. Huronian Glaciation. In: *Encyclopedia of Astrobiology*. Springer-Verlag, 2014. P. 1—8.
- Bekker, A., Karhu, J.A., Eriksson, K.A., and Kaufman, A.J., Chemostratigraphy of Paleoproterozoic carbonate successions of the Wyoming Craton: tectonic forcing of biogeochemical change? *Precambrian Research*. 2003. Vol. 120. P. 279-325.



- Bekker, A., Planavsky, N., Krapež, B., Rasmussen, B., Hofmann, A., Slack, J.F., Rouxel, O.J., Konhauser, K.O. Iron Formations: Their Origins and Implications for Ancient Seawater Chemistry. In: *Treatise of Geochemistry*. Elsevier, 2013. Vol. 9. P. 561–628.
- Bibikova E.V., Fedotova A.A., Claesson S., Artemenko G.V. and Anosova M.O. The early Crust beneath the Azov Domain of the Ukrainian Shield: Isotopic–Geochronological and Geochemical Investigations of Detrital Zircons from Metasedimentary Rocks of the Fedorivka Structure. *Stratigrafiya. Geologicheskaya correlyatsiya*. 2012. Vol. 20, No. 2. P. 125–138.
- Gumsley A.P., Chamberlain K.R., Bleeker W., Söderlund U., de Kock M.O., Larsson E.R., Bekker A. Timing and tempo of the Great Oxidation Event. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2017. Vol. 114 (8). P. 1811–1816. doi: 10.1073/pnas.1608824114.
- Kuznetsov A.B., Lobach-Zhuchenko S.B., Kaulina T.V., Konstantinova G.V. Paleoproterozoic age of carbonates and trondhjemites of the Central Azov Group: Sr isotope chemostratigraphy and U–Pb geochronology. *Doklady Earth Sciences*. 2019. Vol. 484, pt. 2. P. 142–145.
- Shumlyanskyy L., Wilde S.A., Artemenko G., Bekker A., Whitehouse M.J., Nemchin A.A. First zircon evidence of Hadean material in the Ukrainian Shield. *Abstract volume of the Goldschmidt conference*. 2020.
- Wiedenbeck M., Allé P., Corfu F., Griffin W.L., Meier M., Oberli F., Von Quadt A., Roddick J.C., Spiegel W. Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analysis *Geostand. Newsl.* (1995), pp. 1–23.

Надійшла у редакцію 01.06.2020

Надійшла у ревізований формі 25.06.2020

Прийнята 25.06.2020

## REFERENCES

- Artemenko G.V., 1995. Geochronological correlation of volcanism and granitoid magmatism in the southeastern part of the Ukrainian Shield and the Kursk Magnetic Anomaly. *Geokhimiya i rudoobrazovanie*, No. 21, pp. 129–154 (in Russian).
- Artemenko G.V., Samborskaya I.A., Shvaika I.A., Gogolev K.I., Dovbush T.I., 2018. Stages of the Early Paleoproterozoic collisional granitoid magmatism and metamorphism in the Azov and Middle–Dnieper Domains of the Ukrainian Shield. *Mineralogichnyy Zhurnal*, vol. 40, No. 2, pp. 45–62 (in Russian).
- Artemenko G.V., Shumlyansky L.V., Becker A.Yu., 2018. U–Pb age (LA–ICP–MS) of detrital zircon from the Gleevatka Suite of Krivbas (Ukrainian Shield). *Geologichnyy Zhurnal*, No. 2 (363), pp. 42–57 (in Russian).
- Artemenko G.V., Shumlyansky L.V., Becker A.Yu., 2020. The first data on the Eoarchean (3.95 Ga) rocks in the basement of the Azov block of the Ukrainian Shield. In: *Fundamental issues of tectonics and geodynamic: Materials LII Tectonic meeting*. Moscow: GEOS, pp. 20–26 (in Russian).
- Bekker, A., 2014. Huronian Glaciation. In: *Encyclopedia of Astrobiology*. Springer–Verlag, pp. 1–8.
- Bekker, A., Karhu, J.A., Eriksson, K.A., and Kaufman, A.J., 2003. Chemostratigraphy of Paleoproterozoic carbonate successions of the Wyoming Craton: tectonic forcing of biogeochemical change? *Precambrian Research*, vol. 120, pp. 279–325.
- Bekker, A., Planavsky, N., Krapež, B., Rasmussen, B., Hofmann, A., Slack, J.F., Rouxel, O.J., Konhauser, K.O., 2013. Iron Formations: Their Origins and Implications for Ancient Seawater Chemistry. In: *Treatise of Geochemistry*. Elsevier, vol. 9, pp. 561–628.
- Belevtsev Ya.N., Kulik D.I., Korzhnev M.N. Kalyaev G.I., Belevtsev R.Ya., Pirogov B.I., Stebnovskaya Yu.M., Lazko E.M., Sivoronov A.A., Yaroshchuk M.A., Drozdovskaya A.A., Savchenko L.T., Shcherbak N.P., Koval V.B., Naumenko V.M., Ivantishina O.M., Plaksenko N.A., Shchegolev I.N., Kryatov B.M., Grechishnikov N.P., Zankevich B.A., Chernovsky M.I., Kusheev V.V., 1992. Ferruginous–siliceous Precambrian formations of the European part of the USSR. Iron accumulation in Precambrian. Kiev: Naukova Dumka, 219 p. (in Russian).
- Bibikova E.V., Claesson S., Fedotova A.A., Artemenko G.V., Il'inskii L., 2010. Terrigenous zircon of the Archean greenstone belts as a source of information on the early earth's crust: Azov and Dnieper domains, Ukrainian shield. *Geokhimiya*, No. 9, pp. 899–916 (in Russian).
- Bibikova E.V., Fedotova A.A., Claesson S., Artemenko G.V. and Anosova M.O., 2012. The early Crust beneath the Azov Domain of the Ukrainian shield Isotopic–Geochronological and Geochemical Investigations of Detrital Zircons from Metasedimentary Rocks of the Fedorivka Structure. *Stratigrafiya. Geologicheskaya correlyatsiya*, vol. 20, No. 2, pp. 125–138 (In Russian).
- Bibikova E.V., Lobach-Zhuchenko S.B., Artemenko G.V., Klaesson S., Kovalenko A.V., Krylov I.N., 2008. Late Archean igneous complexes of the Azov Terrane of the Ukrainian Shield: geological position, isotopic age, sources of matter. *Petrologiya*, vol. 16, No. 3, pp. 227–247 (in Russian).
- Bozhko N.A., 2013. Geotectonic factors of localization of endogenous sources of diamond and their role in assessing the prospects for diamond potential of the Ukrainian shield. *Mineralogichnyy Zhurnal*, vol. 35, No. 2, pp. 24–38 (in Russian).

- Demediyuk V.V., Artemenko G.V., Dovbush T.I., 2002. Age and stratigraphic position of quartzites of the rough rhythmic stratum of the Orekhovo–Pavlograd zone. *Mineralogicheskii Zhurnal*, vol. 24, No. 5/6, pp. 45 (in Russian).
- Gumsley A.P., Chamberlain K.R., Bleeker W., Söderlund U., de Kock M.O., Larsson E.R., Bekker A., 2017. Timing and tempo of the Great Oxidation Event. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, vol. 114 (8), pp. 1811–1816. doi: 10.1073/pnas.1608824114. Epub 2017 Feb 6.
- Kalyaev G.I., Glevassky E.B., Dimitrov G.K., 1984. Paleotectonics and the structure of the Earth's crust of the Precambrian iron ore province of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
- Kanygin L.I., Kirikilitsa S.I., Krivonos V.P., Levenshtein M.L., Polunovsky R.M., Porokhnenko A.F., Kharagezov M.K., 1969. On the prospects for identifying metamorphogenic manganese and phosphate deposits in the Precambrian carbonate thickness of the Azovian. *Geologichnyi Zhurnal*, vol. 29, No. 4 (127), pp. 146–147 (in Russian).
- Katalenets A.I., 2015. To the stratigraphy of the Azov block of the Ukrainian shield. Korsak folding zone. Section 2. *Geologiya ta rudonosnist Ukrainy*, vol. 1, No. 1, pp. 55–70 (in Russian).
- Kravchenko G.L., 1993. Manganese garnet from graphite gneisses of the West Azov region. *Geologichnyi Zhurnal*, No. 1 (268), pp. 24–30 (in Russian).
- Kuznetsov A.B., Lobach-Zhuchenko S.B., Kaulina T.V., Konstantinova G.V., 2019. Paleoproterozoic age of carbonates and trondhjemites of the Central Azov Group: Sr isotope chemostratigraphy and U–Pb geochronology. *Doklady Earth Science*, vol. 484, pt. 2, pp. 142–145.
- Polunovsky R.M., 1969. Description of the section of the gneiss series of the Central Azov and questions of its stratigraphy. *Doklady AN SSSR*, vol. 187, No. 6, pp. 1360–1363 (in Russian).
- Savko K.A., Samsonov A.V., Kholin V.M., Bazikov N.S., 2017. Megablock Sarmatia as a fragment of the Vaalbara supercraton: correlation of geological events on the border of Archean and Paleoproterozoic. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, vol. 25, No. 2, pp. 3–26 (in Russian).
- Scherbak N.P., Belevtsev Y.N., Fomenko V.Yu., Ganozkiy V.I., Gorkovets V.Ya., Esipchuk K.Yu., Korzhnev M.N., Krestin E.M., Pap A.M., Polovko N.I., Sivoronov A.A., Siroshitan R.I., Skarzhinskaya T.A., Strueva O.M., Shchegolev I.N., 1988. Ferruginous–siliceous Precambrian formations of the European part of the USSR. Stratigraphy. Kiev: Naukova Dumka, 192 p. (in Russian).
- Scherbak N.P., Esipchuk K.Yu., Berzenin B.Z., Glevassky E.B., Drannik A.S., Piyar Yu.K., Polunovsky R.M., Skarzhinskaya T.A., Solovitsky V.N., Etingof I.M., Bilynskaya J.P., Ganozkiy V.I., Guzenko G.F., Kiselev A.S., Klochkov V.M., Reshetnyak V.V., Bosaya N.I., Voronova S.G., Pilipenko V.I., 1985. Stratigraphic sections of the Precambrian of the Ukrainian Shield. Kiev: Naukova Dumka, 168 p. (in Russian).
- Shcherbak N.P., Polovko N.I., Levkovskaya N.Yu., 1969. The isotopic age of accessory minerals of the lower suite of the Kryvyi Rig Series. *Geologichnyi Zhurnal*, vol. 29, No. 3 (126), pp. 21–29 (in Russian).
- Shumlyansky L., Wilde S.A., Artemenko G., Bekker A., Whitehouse M.J., Nemchin A.A., 2020. First zircon evidence of Hadean material in the Ukrainian Shield. *Abstract volume of the Goldschmidt conference*.
- Stepanyuk L.M., Paranko I.S., Ponomarenko O.M., Dovbush T.I., Visotsky O.B., 2011. Uranium–lead age of detrital monazite from meta–sandstone of the Skelyuvatka Suite of the Kryvyi Rih structure. *Mineralogichnyi Zhurnal*, vol. 33, No. 4, pp. 80–89 (in Ukrainian).
- Stepanyuk L.M., Shumlyansky L.V., Hofman A., Hofman M., Kovalik A., Becker A., 2020. Uranium–lead age of clastogenic zircon from metaterigenous formations of the Skelevatka and Saksagan suites of Kryvyi Rih structure. *Mineralogichnyi Zhurnal*, vol. 42, No. 2, pp. 45–62 (in Ukrainian).
- Tatarinova E.A., Artemenko G.V., Dovbush T.I., 2001. Age of detrital and metamorphic zircon in the rocks of the Gulaypole Suite. *Mineralogicheskii Zhurnal*, vol. 23, No. 2/3, pp. 61–63 (in Russian).
- Zhukov G.V., 1959. Geology of ferruginous–siliceous formations of the West Azov region. In: *Geology of iron-siliceous formations of Ukraine*. Kiev: Izdatelstvo AN USSR, pp. 557–662 (in Russian).
- Zhukov G.V., Andrushchenko I.A., Krivonos V.P., 1978. Korsak–Stulnevo iron ore province. In: *Iron-siliceous formations of the Ukrainian shield*. Kiev: Naukova Dumka, vol. 1, pp. 272–304 (in Russian).
- Yesypchuk K.Yu., Bobrov O.B., Stepanyuk L.M., Shcherbak M.P., Hlevasy Ye.B., Skobelev V.M., Drannyk A.S., Heychenko M.V., 2004. Correlative chronostratigraphic chart of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield (Explanatory notes). Kyiv: Ukrainian State Geological Research Institute, 30 p. (in Ukrainian).
- Zagnitko V.N., Lugovaya I.P., 1985. The use of oxygen and carbon isotopes to solve some problems of the Precambrian geology of the Ukrainian shield. *Geokhimiya i rudoobrazovanie*, vol. 13, pp. 45–52 (in Russian).
- Zagnitko V.N., Lugovaya I.P., 1989. Isotopic geochemistry of carbonate and ferruginous–siliceous rocks of the Ukrainian shield. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
- Wiedenbeck M., Allé P., Corfu F., Griffin W.L., Meier M., Oberli F., Von Quadt A., Roddick J.C., Spiegel W., 1995. Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analysis. *Geostand. Newsl*, pp. 1–23 (in English).

Received 01.06.2020

Received in revised form 25.06.2020

Accepted 25.06.2020

G.V. Artemenko<sup>1</sup>, A.Yu. Bekker<sup>2</sup>, A. Hoffmann<sup>2</sup>, L.V. Shumlyansky<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>N.P. Semenenko Institut of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, Kyiv, Ukraine,  
E-mail: regulgeo@gmail.com

<sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, University of California, Riverside, CA 92521, USA,  
E-mail: andreyb@ucr.edu, hoffman@ucr.edu

<sup>3</sup>Curtin University, School of Earth and Planetary Sciences, Perth, Australia,  
E-mail: leonid.shumlyansky@curtin.edu.au

LA-ICP-MS U-Pb DATES FOR DETRITAL ZIRCON  
FROM QUARTZITES OF THE TEMRYUK FORMATION  
(NOVOUKRAINKA IRON DEPOSIT OF THE KORSACK BLOCK, WEST AZOV AREA)

The West Azov iron district corresponds to the Korsak synclinorium or block in which iron deposits of the Kamyana Mohyla belt (Pavlivka, Novoukrainka, and Serhiivka areas), Kuksungur, and Korsak Mohyla are located. The iron-bearing units are confined to the metamorphosed volcanogenic-sedimentary rocks of the Satchky Formation of the Central Azov Group, while rocks of the Temryuk Formation form the base of the section. The group is intruded by numerous dykes of pink microcline granites and pegmatites up to 15 to 20 m in thickness. The basement for the group consists of Archean plagioclase granitoids hosting xenoliths of gneisses, crystalline schists, and amphibolites. The iron ores of the Korsak block are characterized by the same rock association and mineral assemblage as those in the Mangush and Orikhovo-Pavlohrad structures. We have conducted geochronological study of metaterrigenous rocks of the Temryuk Formation of the Novoukrainka (Kamyana Mohyla) iron deposit. The iron deposit extends along the western limb of the Korsak synclinorium for ca. 20 km. The prevailing strike of the iron deposit is NW 350°. Metamorphic rocks form separate bodies (lenses) that are continuous along the strike for 1200–1500 m with a maximum thickness of 120–140 m. Ferruginous quartzites are represented by banded iron formation with interlayers of biotite and biotite-amphibole gneisses (Sachky Formation). Micaceous (biotite, garnet-biotite) quartzites occur in the lower part of the section, where they are interbedded with biotite, muscovite-biotite-sillimanite, biotite-amphibole, and, rarely, pyroxene-garnet-biotite gneisses and schists (Temryuk Formation). Fifty-eight grains of detrital zircon from micaceous quartzite of the Temryuk Formation were dated by LA-ICP-MS. Four crystals were dated at 3.2–3.23 Ga, three more grains have an age of 3.08–3.11 Ga, thirty-two crystals yielded an age of 2.9–2.97 Ga, fifteen crystals had an age of 2.82–2.87 Ga, and, finally, four grains were dated at 2.76–2.78 Ga. According to the obtained data, metasedimentary rocks of the Central Azov Group, bearing iron-rich units in the Korsak synclinorium of the West Azov area were deposited on the basement with the Mesoarchean (2.9–3.1 Ga) Tonalites-Trondjemites-Granites (TTG). Archean granites with ages of 2.82–2.87 and 2.76–2.78 Ga as well as the remnants of older TTGs provided a minor contribution from the provenance. The Central Azov Group was intruded by the 2.2 Ga Na-K-rich granites. On the Mesoarchean Azov craton, volcanogenic-sedimentary rocks of the Huliaipole Formation in the Huliaipole brachysyncline and the Vovchansk unit in the Orekhiv-Pavlohrad structure were formed during the same time interval. Deposition of this volcanogenic-sedimentary succession with thick Banded Iron Formations (BIFs) is possibly related to submarine volcanism and marine transgression.

**Keywords:** Novoukrainka (Kamyana Mohyla) iron deposit; Korsak Block; West Azov iron ore district; detrital zircon; U-Pb age; Sarmatia.