

## Факторы рудоносности разломно-блоковых структур Украинского щита

*М. А. Ярощук, А. В. Вайло, Л. С. Осьмачко, А. Е. Ганевич, 2019*

Институт геохимии окружающей среды НАН Украины, Киев, Украина  
Поступила 16 июля 2019 г.

Большинство рудопроявлов и родовищ корисних копалин, як відомо, розміщуються у зонах тектонічних розломів. У зв'язку з цим наведено аналіз рудоносності регіональних і локальних зон розломів у межах мегаструктур Українського щита — Подільського, Волинського, Інгульського, Дніпровського, Приазовського мегаблоків і Білоцерківсько-Одеської, Інгулецько-Криворізької, Оріхів-Павлоградської міжблокових шовних зон. Схарактеризовано геологічні та структурно-тектонічні особливості мегаблоків і міжблокових шовних зон, виділено основні етапи їх формування. На підставі аналізу особливостей розподілу різних родовищ і рудопроявлов у розломно-блоковій тектоніці Українського щита встановлено чинники рудоносності і металогенічні особливості цих структур, що визначаються їх геодинамічним режимом; конкретні мегаблоки і шовні зони мають відмінні риси, різняться металогенією мегаблоків і міжблокових шовних зон. Металогенія мегаструктур Українського щита і рудоносність регіональних і локальних структур зумовлені поєднанням чинників різної значущості. Основними з них є процеси еволюції мантійних флюїдів і ступінь окиснення корових продуктів протягом геологічного часу. Велике значення мав рівень ерозійного зрізу структур, що зумовило фізико-хімічні умови концентрації певних рудних елементів.

Металогенія різних зон розломів визначається поєднанням низки сприятливих факторів накопичення металів у геологічному часі і просторі. Найважливішими рудо-концентрувальними факторами є склад і кількісне співвідношення орто- і парапород, наявність у них надкларкового вмісту характерних металів; еволюція розломів, за якої активізуються рухливість металів і їх концентрація на менш глибоких рівнях; приуроченість до розломів магматичних порід; ступінь еродованості блоків; фізико-хімічні властивості порід розломів і нерівномірний розподіл тектонічних тисків; умови і характер деформації структур; латеральна будова розломів.

**Ключові слова:** мегаблоки, міжблокові шовні зони, розломно-блокова тектоніка, зони розломів, геодинамічний режим, фактори рудоносності, металогенічні особливості, тектономагматична активізація, кінематичні типи структур і деформацій.

**Введение.** Украинский кристаллический щит имеет разломно-блоковое строение, тектоническое районирование которого включает шесть мегаблоков, три межблоковые шовные зоны и региональные глубинные долгоживущие разломы.

Подавляющее значение в локализации оруденения имеют именно региональные и локальные зоны разломов [Нечаев и др., 2019а,б], являющиеся наиболее флюидо-проводимыми структурами. Геодинамический режим этапов развития мегаструктур,

уровень эрозионного среза, латеральная неоднородность, первичный состав пород, условия петрогенезиса и рудообразования определяют особенности их металлогении и актуальность исследований.

**Особенности разломно-блоковой тектоники.** Основными мегаструктурами Украинского щита являются мегаблоки (Подольский, Волинский, Ингульский, Днепровский, Приазовский) и межблоковые шовные зоны (Белоцерковско-Одесская, Ингулецько-Криворожская, Орехо-

во-Павлоградская). Выделение Бугско-Росинского мегаблока (см. рисунок) дискуссионно; в более ранних публикациях [Белевцев, Прусс, 1962] на площади этого мегаблока трассировалась субмеридиональная Белоцерковско-Одесская мегашовная межблоковая зона, и как ее фрагмент — Голованевская шовная зона. Геодинамический режим этих мегаструктур (мощность и проницаемость коры, коромантийное взаимодействие в разное геологическое время, состав пород, уровень эрозионного среза, этапы развития и время стабилизации) определяет факторы рудоносности и металлогенические особенности мегаструктур. При этом конкретные мегаблоки и шовные зоны имеют свои отличительные особенности. Большое значение имеет эволюция состава мантии (продуктов ее дегазации) и состава коровых пород, их кислородной емкости в течение геологического времени. В различных мегаструктурах наблюдаются разные этапы развития коры Украинского щита.

**Мегаблоки.** В Подольском мегаблоке преобладают породы первичной океанической коры, представленные метамор-

фическими породами палеоархейской днестровско-бугской серии, эродированными на уровне гранулитовой фации, эндербитами гайворонского комплекса, ильинцитами — основными и ультраосновными щелочными породами гайсинской интрузии. Палеоархейские породы развиты также в Приазовском блоке, где представлены западно-приазовской серией, в Славгородском блоке Днепровского мегаблока — породами аульской серии. В виде сильно переработанных реликтов палеоархейские породы образуют выступы фундамента в межблоковых шовных зонах.

Подольский мегаблок и Западно-Приазовский блок характеризуют палеоархейский этап развития Украинского щита. На этом этапе степень окисленности первичной океанической коры была незначительной, тектоника — мелкочаеистой, малопроводимой для мантийных газов и металлов (в состав мантии входили (%): Fe (45,5), Mg (18,3), Ca (16,2), Na (5,5) [Иванкин, Назарова, 2001]).

Восстановленные  $H_2$  и  $CO$ ,  $C_2H_4$  мантийные газы окислялись незначительно,

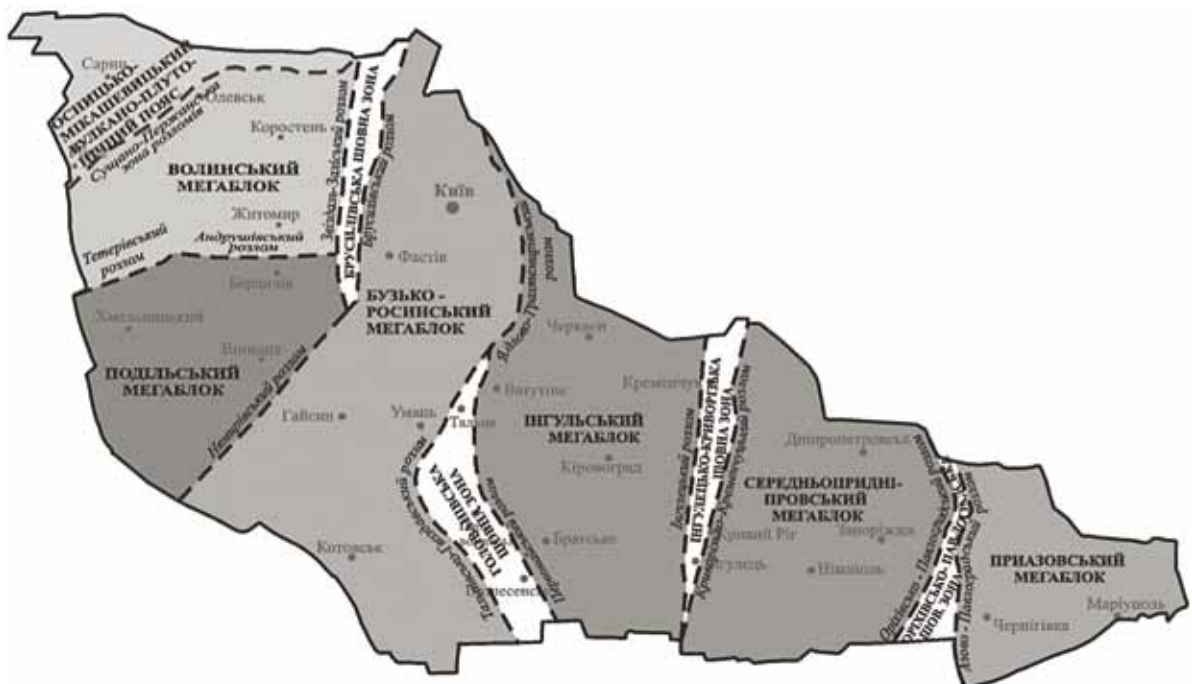


Схема геотектонического районирования Украинского щита [Костенко, Шутенко, 2018].

( $4\text{CO} + 2\text{H}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{C} + \text{CO}_2$ ); их неполное окисление сопровождалось, возможно, выделением, дисперсного графита (слой Гутенберга?), экзотермическим эффектом, гранулитовым метаморфизмом в условиях низких содержаний  $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$  флюидов, образованием эндербитов. Привнесшиеся металлы (Ni, Co, Ti, Th, TR, W) не образовывали существенных рудных концентраций, а входили изоморфно в порообразующие или акцессорные минералы.

Породы Подольского мегаблока формировались в пластических условиях *PT*-параметров гранулитовой фации. Процессы активизации 2100—2000 млн лет обусловили образование гранитов рапакви Реутского массива, даек сиенитов 1750—1246 млн лет, графитсодержащих вулканобрекчий, пеликанитов — 1000—500 млн лет.

**Ингульский мегаблок** характеризует палеопротерозойский миогеосинклинальный этап развития Украинского щита. Породы представлены метаморфитами спасовской и чечелевской свит палеопротерозойской ингуло-ингулецкой серии, преобразованных в амфиболитовой фации, гранитоидами кировоградского, новоукраинского и курсунь-новомиргородского комплексов. Изредка встречаются сильно переработанные фрагменты архейских пород. Метаморфизм нижнепротерозойских пород в условиях амфиболитовой фации и широкое проявление процессов ультраметаморфизма было обусловлено увеличением содержания  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$  и выделением тепла в результате интенсивного окисления мантийных углеводородов при их взаимодействии с кислородоемкими парапородами коры.

К Ингульскому мегаблоку приурочена региональная субмеридиональная зона Кировоградского глубинного разлома, в которой сосредоточены внутриразломные граниты, пегматиты, натриевые метасоматиты — альбититы. Ингульский мегаблок эродирован на уровне условий амфиболитовой фации, при этом более эродированной является его северная часть. Уровень

эродированности разных отрезков субмеридиональной Кировоградской зоны также различен. Развита также северо-западный Ватутинский и субширотный Субботско-Мошоринский разломы. Тектонические процессы в этих разломах протекали в несколько этапов как в пластических (*PT*-условия амфиболитовой фации), так и в условиях хрупких деформаций.

**Днепровский мегаблок** характеризует неархейский этап развития Украинского щита. Для этого этапа характерно формирование зеленокаменных поясов, по сути являющихся региональными зонами глубинных разломов, заложенных в неархее.

В пределах этих зон находятся рифтовые конседиментогенные структуры, ограниченные разломами, в которых сосредоточены осадочно-вулканогенные породы конкской и белозерской неархейских серий, на уровне эрозионного среза метаморфизованные в фации зеленых сланцев, в бортах трогов — в амфиболитовой фации. Рифты разделены гранитными куполами, возможно наследовавшими выступы палеоархейского фундамента. Гранитизация этих выступов могла быть обусловлена оттоком метаморфогенных флюидов, образовавшихся при прогрессивном метаморфизме в рифтах в условиях сжатия и перемещением этих флюидов в менее плотные породы выступов фундамента. Магматизм представлен гранитоидами Токковского и Мокромосковского массивов.

Накопление железисто-кремнистых пород конкской серии обусловило интенсивную генерацию водно-углекислых метаморфогенных флюидов в результате окисления глубинных углеводородов в условиях фации зеленых сланцев; процессы гранитизации в рифтах не осуществлялись. Отмечены этапы активизации зон разломов: 1180, 960—620, 370—240 млн лет.

**Приазовский мегаблок** разделен Мангушской зоной разломов на Западно-Приазовский и Восточно-Приазовский блоки, различающиеся строением и геодинамическими условиями.

**Западно-Приазовский блок** подобен Подольскому мегаблоку и характеризу-

ет палеоархейский этап развития Украинского щита; сложен палеоархейскими породами западно-приазовской серии, эндебритами токмакского комплекса. В этом блоке наблюдаются Сорокинская, Гуляйпольская проторифтовые структуры, выполненные неоархейскими породами, и Черниговская приразломная карбонатитовая зона.

**Восточно-Приазовский блок.** Характерной особенностью Восточно-Приазовского блока является наличие глубинных разломов, к которым приурочены небольшие массивы ультрабазитовых щелочных комплексов (Октябрьский, Южно-Кальчикский, Каменномогильский, Хлебодаровский), являющихся, вероятно, продуктами подкорового и корового магматизма в среднепротерозойский период. Тектонические преобразования пород этих массивов протекало в пластических условиях магматической дифференциации в центре массивов и процессов ассимиляции вмещающих пород на их периферии.

Процессы тектономагматической активизации: малые интрузии монзонитов 390—310 млн лет, дайки лампрофиров 390—326 и 290—165 млн лет; вулканотектонические структуры «Мария», «Конка» 580—540 млн лет.

**Волынский мегаблок** характеризует палео-среднепротерозойский этап развития Украинского щита, время заложения Суццано-Пержанской зоны разломов и Овручского вулканогена, развитие корового и подкорового магматизма с образованием Мухаревского и Токаревского массивов габбро-пиросенитов (1800—1720 млн лет), Давыдовского массива габбро-сиенитов (1500 млн лет), Ястребецкой сиенитовой интрузии, гранитов Пержанского (1750 млн лет), Кишинского, Рускополянского, Варварского массивов, гранитов рапакиви Коростенского плутона (1800—1700 млн лет). Процессы ТМА проявлены образованием грейзенов, альбититов, пеликанитов, лампроитов, графитсодержащих брекчий.

В связи с широким проявлением процессов магматизма породы архейского фундамента Волынского блока очень силь-

но переработаны и распознаются с большим трудом.

**Межблочные шовные зоны (МШЗ)** характеризуют этап неоархейской блоковой делимости Украинского щита. МШЗ ограничены субмеридиональными региональными зонами мантийных разломов: Белоцерковско-Одесская ограничена Первомайской и Тальновской; Ингулецко-Криворожская — Ингулецкой и Криворожской; Орехово-Павлоградская — Орехово-Павлоградской и Азово-Павлоградской; Мангушская — Малоянисольской и Центрально-Приазовской зонами разломов.

Для МШЗ характерно сложное глубинное и геологическое строение на уровне эрозионного среза, в частности наличие коромантийной «смеси». Геологическое строение обусловлено сложным сочетанием пород, слагающих фрагменты (выступы, ступени, валы) палеоархейских и неоархейских пород, образующих тектонический меланж, так называемый глыбовый тип складчатости [Ярошук, 1966].

Наиболее изученным является юго-восточный Голованевский блок Белоцерковско-Одесской зоны. В этом блоке неоархейские метаморфические породы бугтской серии сосредоточены в проторифтовых структурах, разделенных фрагментами палеоархейских пород днестровско-бугтской серии и полями ультраметаморфических пород побужского комплекса. Фрагменты палеоархейского структурного яруса ограничены локальными разломами разной направленности, для которых характерна дисгармоничная складчатость, будинаж, бластез, присутствие агматитов. В крупных проторифтовых зонах развита изоклиальная складчатость.

Важной особенностью глубинных разломов МШЗ является интенсивная флюидопроводимость мантийных углеводородов и наличие в коре кислородоемких железисто-кремнистых пород. Взаимодействие кислородоемких коровых пород и восстановленных мантийных флюидов (флюидизация коры) сопровождалось экзотермическим эффектом и образованием водно-углекислых флюидов. Это, в свою

очередь, обусловило прогрессивный метаморфизм гранулитовой фации неoarхейских пород бугской серии, диафторез палеoarхейских пород днестровско-бугской серии, широкое проявление процессов ультраметаморфизма с образованием мигматитов, двуполевошпатовых и аплитопегматоидных гранитов, пегматитов, чарнокитов и ультраметаморфических кремне-калиевых метасоматитов.

Уровень эрозионного среза Голованевского блока Белоцерковско-Одесской зоны соответствует гранулитовой фации. Уровень эрозионного среза Ингулецко-Криворожской зоны менее глубокий; в Орехово-Павлоградской зоне более эродирована южная часть.

Субмеридиональные неoarхейские зоны разломов, ограничивающие МШЗ, являются результатом неоднократных процессов тектономагматической активизации, которые проявлялись также в разломах внутри МШЗ в периоды 2000—1700, 1200—1000, 400—350, 260—250, вплоть до 65—50 млн лет.

**Этапы (эпохи) формирования мегаструктур.** Анализ геологического строения и геодинамического режима основных мегаструктур (мегаблоков и межблоковых шовных зон) позволяет выделить главные этапы (эпохи) и особенности условий формирования Украинского щита.

**Палеoarхейский этап продолжительностью более 3000 млн лет.** Украинский щит был сложен архейской океанической корой, представленной в основном ортопородами, реже смешанными осадочно-туфогенными кристаллосланцами, метаморфизованными в гранулитовой фации. Окисленность пород океанической коры незначительная. Тектоника мелкаячестая, проток мантийных восстановленных газов окисляется с выделением тепла и образованием относительно небольшого количества водно-углекислых флюидов, что обуславливает «сухой» метаморфизм гранулитовой фации, образование эклогитов и эндербитов.

**Мезо-неoarхейский этап** характеризует начало делимости океанической ко-

ры северо-западными и субмеридиональными глубинными разломами на мегаблоки, блоки, межблоковые шовные зоны и зеленокаменные пояса. Глубинные разломы служили главными структурами интенсивного поступления в кору глубинных восстановленных металлоносных флюидов [Иванкин, 1991а,б]. В этот период произошло увеличение степени окисленности гидросферы и атмосферы (в результате разложения воды и улетучивания водорода в космос) и отложения кислородоемких железисто-кремнистых пород. Взаимодействие кислородоемких коровых пород и восстановленных мантийных флюидизитов, сопровождавшееся выделением тепла и больших масс водно-углекислых флюидов, послужило причиной интенсивного метаморфизма и ультраметаморфизма.

**Палеопротерозойский этап** характеризовался отложением мощных толщ кислородоемких парапород миogeосинклиналей, интенсивным окислением ими мантийных флюидизитов с образованием больших масс водно-углекислых флюидов, обусловивших метаморфизм амфиболитовой фации и ультраметаморфизм с образованием автохтонных гранитоидов и аллохтонных гранитных массивов.

**Неопротерозойский этап** проявился в Волынском и Восточно-Приазовском мегаблоках внедрением в зонах глубинных разломов массивов мантийных ультрабазитовых щелочных комплексов и их магматической дифференциацией в коровых условиях.

**Постпротерозойский этап** характеризовался платформенным режимом, процессами активизации глубинных и коровых разломов.

**Рудоносность мегаструктур.** Металлогения мегаструктур Украинского щита и рудоносность региональных и локальных структур обусловлена сочетанием целого ряда факторов различной значимости. Основными из них являются процессы эволюции мантийных флюидов и степень окисленности коровых продуктов в течение геологического времени. Большое

значение имел уровень эрозионного среза конкретных структур, что обусловило физико-химические условия концентрации конкретных рудных элементов.

Анализ особенностей распределения различных месторождений и рудопроявлений в разломно-блоковой тектонике Украинского щита (табл. 1, 2) указывает на следующие наиболее общие закономерности. Прежде всего, региональной закономерностью является различная металлогения конкретных мегаблоков и отличие их

металлогении от металлогении межблоковых шовных зон, что соответствует обоснованности принятой разломно-блоковой делимости Украинского щита.

**Рудоносность мегаблоков. Подольский мегаблок.** В породах этого мегаблока отмечены геохимические аномалии Ni, Co, Ti, Th, TR, W, обусловленные изоморфным вхождением этих элементов в породообразующие и акцессорные рудные минералы в процессе распада на глубоких уровнях коры в восстановительных условиях ги-

**Т а б л и ц а 1. Оруденение разломов мегаблоков Украинского щита**

Мега-блоки	Геологическое положение, оруденения	Месторождения рудопроявления	Вмещающие породы	Состав оруденения		Стадии рудообразования [Туассон, 1961]
				Элементы	Минералы	
Подольский	Тарасовский Хмельникский разломы	Любарское поле рудопроявлений <b>молибдена</b>	чарнокиты, грейзены	Mo, Be, Sn	молибденит	Редкометаллическая
Вольнский	Суцано-Пержанская зона разломов, Звиздаль-Залесский, Сарненско-Варваровский разломы, экзоконтакты Коростенского плутона	Вировское, Курчицкое, Рокитновское, Вербовское, рудопроявления <b>молибдена</b>	грейзены, аплиты-пегматоидные граниты, вторичные кварциты	Mo, Bi, Be, Sn, Li, Rb, Cs	молибденит, сфалерит, галенит, флюорит, сульфиды, топаз	Полиметаллическая
		Глаушковичское, Коростенское, Кочеровское рудопроявления <b>вольфрама</b>	скарны	W, Mo, Au, Ag	вольфрамит, сульфиды, шеелит	Скарновая, колчеданная
		Ястребецкое рудопроявление <b>редких металлов</b>	сиениты	Ta, Nb, TR, Zr		Редкометаллическая
Ингульский	Кировоградская зона разломов (Субботско-Мошоринский, Звенигородско-Братский разломы)	Новоконстантиновское, Северинское, Мичуринское месторождения <b>урана</b>	натриевые метасоматиты (альбититы)	U, Th, TR, Bi	уранинит, давидит, ураноторит, настурран, коффинит, сульфиды	Колчеданная, полиметаллическая
		Кодацкое, Балаховское, Казанское, Чутовское рудопроявления <b>вольфрама</b>	скарны, грейзены	W, Mo, Sn, Bi, Pb, Mn	вольфрамит, шеелит, касситерит	Полиметаллическая
		Восточно-Юрьевское, Клиновское месторождения <b>золота</b>	аплиты-пегматоидные граниты, гумбеиты, кварцевые жилы	Au, Bi, Tl, Ag, Cu, Pb, Sb, As	золото самородное, галенит, сфалерит, леллингит, сульфиды железа, турмалин, графит	Полиметаллическая

Мега-блоки	Геологическое положение, оруденения	Месторождения рудопроявления	Вмещающие породы	Состав оруденения		Стадии рудообразования [Туассон, 1961]
				Элементы	Минералы	
Приднепровский	Зеленокаменные пояса (Дерезоватский, Чертомлыкский, Сурский, Девладовский разломы); Чертомлыкская структура	Балка Широкая — месторождение <b>золота</b>	листвениты, березиты, серпентиниты, пропилиты	<b>Au</b> , Ag, Bi, Cu, Sb, Pb, Zn, сульфосоли	золото самородное, электрум, галенит, сфалерит, сульфиды железа, турмалин, циркон, блеклая руда	Полиметаллическая, сульфосольная
	Сурская структура	Сергеевское, Балка Золотая — месторождения <b>золота</b>	метатUFFы, пропилиты, амфиболовые метасоматиты, вторичные кварциты, березиты	<b>Au</b> , Ni, Co, Cu, Ti, Ag, Pb, Bi, Mo, W, Zn, Th	золото самородное, сульфиды железа, ильменит, турмалин, монацит	Колчеданная, полиметаллическая
Приазовский	Октябрьский, Малогерсянский, Каменноугольский, Стародубовский, Екатерининский массивы	Азовское, Малогерсянское, Васильковское месторождения редких земель	сиениты, альбититы, щелочные ультрабазиты, грейзены	TR, Ta, Nb, Zr, Sn, Rb, Cs, Th, F	пироксенолор, бритаолит, циркон, монацит, апатит	Редкоземельная
	Сорокинская зона	Сурожское месторождение золота	амфиболиты, железисто-кремнистые породы, гнейсы, пегматоидные граниты	<b>Au</b> , Ag, Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Bi, Tl, As, W	золото самородное, никелин, сульфиды железа, галенит, сфалерит, турмалин, шеелит, графит	Колчеданная, полиметаллическая

дридных мантийных соединений металлов [Иванкин, 1991]. На восстановительные условия этих процессов и неполное окисление флюидов указывает присутствие дисперсного графита.

**В Днепровском мегаблоке** установлены месторождения золота, приуроченные к приразломным троговым структурам зеленокаменных поясов. В Сурской зеленокаменной структуре находятся месторождения Балка Золотая и Сергеевское. Руды приурочены к пропилитам, вторичным кварцитам, амфиболовым метасоматитам. Золото мелковкрапленное, тесно ассоциирует с сульфидами, условия соответствуют колчеданно-полиметаллической стадии пневматолитогидротермального процесса.

К Чертомлыкской зеленокаменной структуре приурочено месторождение

золота Балка широкая. Руды локализованы в лиственитах, березитах, грейзенах, серпентинизированных ультрабазитах. Распределение золота прожилково-вкрапленное, условия оруденения соответствуют полиметаллической и сульфосольной стадиям. Различие текстурно-структурных особенностей и состава руд золота разных месторождений Чертомлыкской и Сурской структур, вероятно, обусловлено разным уровнем их эрозивного среза, более глубоком Сурской и меньшим Чертомлыкской.

Определенную роль в золотооруденении Днепровского мегаблока мог играть первичный состав пород троговых структур, в частности их изначальное обогащение золотом. Могли иметь значение также процессы извлечения золота при про-

Т а б л и ц а 2. Оруденение разломов межблоковых шовных зон

Меж-блоковые шовные зоны	Геологическое положение, оруденение	Месторождения, рудопроявления	Вмещающие породы	Состав оруденения		Стадии рудообразования [Туассон, 1961]
				элементы	минералы	
Белоцерковско-Одесская	Первомайская зона разломов (Южно-Бугский, Алексеевский разломы)	Лозоватское, Калиновское, Южное месторождения; Корабельное, Безымянное, Новофастовское рудопроявления <b>урана</b>	кремнекалиевые метасоматиты, аплитопегматоидные граниты	<b>U, Th, TR,</b> Mo, Zr, Pb, Ti	уранинит, ненадевит, коффинит, ураноторит, монацит, ксенотим, апатит, графит, сульфиды, ортит	Редкометаллическая, колчеданная
	Тальновская зона разломов (Познанский, Гвоздавский, Врадиевский разломы)	Майское, Бакинское, Богдановское, Савранское месторождения <b>золота</b> ; Капустянское рудопроявление <b>золота</b>	биотит-кварц-олигоклазовые метасоматиты, аплитопегматоидные граниты, скарны	<b>Au, Ag,</b> Zn, Pb, Cu, Bi, Tl, Co, W, Ti, As	золото самородное, электрум, телуровисмутин, галенит, сфалерит, кубанит, сульфиды, графит	Колчеданная, полиметаллическая
	Первомайская зона разломов	Капитанское месторождение <b>золота</b>	кальцифиты; скарны, метаультрабазиты	<b>Au, Cu,</b> Zn, Bi, Ti, Ag, Ni, Co, Pb	золото самородное, апатит, ильменит, сульфиды, графит	Скарновая
	Первомайская зона разломов	Кумаровское, Селищенское, Стеблевское рудопроявления <b>вольфрама</b>	скарны, метаультрабазиты	<b>W, Mo,</b> Ni, Co, Ti	золото самородное, апатит, ильменит, графит, шеелит	Скарновая
Ингулецко-Криворожская	Криворожская зона разломов	Первомайское, Желтореченское месторождения <b>урана</b>	натриевые пироксен-амфиболитовые метасоматиты, скарны	<b>U, Th, TR,</b> Ni, Pt, Ti, W	уранинит, настуран, сфен, рутил, апатит, графит, шеелит	Редкометаллическая, скарновая
	Ингулецкая зона разломов	Родионовское, Базаровское, Коцацкое, Балаховское, Чабанковское рудопроявления <b>золота</b>	грейзены, аржиллиты, вторичные кварциты	<b>Au, Cu,</b> Mo, Pb, Ag, Bi, Tl, As	золото самородное, электрум, сульфиды	Полиметаллическая
	Криворожская зона разломов	Дереевское, Анновское, Ореховское, Александровское рудопроявления <b>молибдена</b>	грейзены, аплитопегматоидные граниты	<b>Mo, W,</b> Cu, Pb, Th	молибденит, сульфиды, турмалин, флюорит	Колчеданная, полиметаллическая
Орехово-Павлоградская	Павлоградская зона (Девладовский разлом)	Дибровское месторождение <b>урана</b>	кремнекалиевые метасоматиты, аплитопегматоидные граниты	<b>U, Th, TR,</b> Pb, Cu, Ti, Zr	уранинит, настуран, монацит, апатит, ортит, сульфиды	Редкометаллическая, колчеданная



цессах прогрессивного метаморфизма из глубокозалегающих пород амфиболитовой фации и перемещение золотоносных флюидов в породы фации зеленых сланцев.

**Ингульский мегаблок** является основной урановой провинцией Украинского щита, оруденение локализовано в рудных полях, сосредоточенных вдоль Кировоградской субмеридиональной зоны и оперяющих ее разломов. Представлено Мичуринским, Новоконстантиновским, Ватутиным, Севериновским месторождениями и целым рядом рудопроявлений урана.

Основной рудообразующий процесс обусловлен натриевым метасоматозом, развитием альбититов по гранитоидам новоукраинского и кировоградского комплексов и гнейсам чечелевской свиты. На преобладание глубинного источника урана указывает наличие в урановорудных полях даек базитов, габбро-сиенитов, лампроитов, графитсодержащих, туфобрекчий, а также присутствие в урановых рудах тория и редких земель. Не исключено присутствие коровых источников урана и тория в результате размыва торий-урановых руд кремне-калиевой формации архейского фундамента. Процессы уранонакопления осуществлялись в физико-химических условиях более ранней колчеданной и основной полиметаллической стадий пневматолито-гидротермального процесса.

В Ингульском мегаблоке установлены также Юрьевское и Клинцовское месторождения, Губовское, Дачное, Шахтное и другие рудопроявления золота, сосредоточенные в Ингуло-Каменкской зоне разломов. Отмечены аномальные содержания висмута, таллия и селена, присутствие графита.

Наиболее ранний процесс колчеданной фации золотоаккумуляции проявлен, например, на Губовском рудопроявлении: более поздний основной рудообразующий процесс протекал в условиях полиметаллической стадии на Юрьевском месторождении. На юго-восточной окраине Корсунь-Новомиргородского плутона находится Великовикский массив сиенитов, содержащих примесь редких земель.

**Восточно-Приазовский мегаблок.** Характерной особенностью мегаблока является наличие Октябрьского, Хлебодаровского, Южно-Кальчикского, Каменномогильского, Володарского массивов ультраосновных щелочных комплексов, приуроченных к кольцевым разломам, возможно отражающим на уровне эрозионного среза мантийный диапир. В сиенитах этих щелочных комплексов локализован циркон — редкоземельное Азовское месторождение в узле пересечения Володарской и Каменномогильской зон разломов. Месторождение имеет зональное строение, обусловленное процессами четырехфазной магматической дифференциации, протекавшей в среднем протерозое.

Руды приурочены к зонам контакта лейкократовых и меланократовых сиенитов, состав их определяется соотношением циркония, тория и редких земель в бритолите, бастнезите, ортите, апатите, монаците, ксенотиме, цирконе. В рудах установлены сульфиды железа, меди, флюорит, графит, молибденит, сфалерит, ильменит; примеси золота, платиноидов.

Процессы пороодообразования и оруденения являлись результатом конечной кристаллизационной дифференциации (ликвации, кумуляции?) магматического подкорового расплава базитовых магм при высоких *PT*-условиях редкометалльной фации в восстановительной обстановке глубокого уровня эрозионного среза.

**Волынский мегаблок** характеризуется сложным строением, обусловленным наличием интенсивно переработанными фрагментами неорархейского фундамента при заложении Овручского вулканогена, метаморфизме и гранитизации пород росинско-тикичской серии; среднепротерозойского магматизма с образованием Букинского, Мухаревского, Давыдовского, Ястребецкого, Пержанского массивов сиенитов, габбро-пироксенитов, редкометалльных гранитов Коростенского плутона, а также различных метасоматитов Тетеревско-Залесской и Суццано-Пержанской зон разломов.

Редкометалльное тантало-ниобиевое

оруденение с повышенными содержаниями циркония, бериллия, цинка, бария, тория, редких земель в цирконе, сфене, апатите, флюорите, касситерите, пирохлоре, колумбите, паризите локализовано в грейзенах, альбититах, вторичных кварцитах и является результатом многоэтапного взаимодействия магматических и вмещающих их метаморфических пород.

**Рудоносность межблоковых шовных зон.** Общей особенностью строения МШЗ является их ограниченность региональными субмеридиональными глубинными зонами разломов неархейского времени заложения и развитие между этими зонами целой сети разнонаправленных локальных разломов, ограничивающих фрагменты палеоархейского фундамента.

МШЗ хорошо выделяются в геофизических полях, для этих зон характерен очень сложный рельеф поверхности Мохо и утолщение коры по сравнению с сопредельными мегаблоками. На глубинном уровне МШЗ установлены коромантийная смесь и несоответствие между глубинными мантийными блоками и современными границами этих зон, что свидетельствует о горизонтальном аллохтонном перемещении пород этих зон (например, Волчанский выступ Орехово-Павлоградской зоны) [Гинтов, 1978]. МШЗ эродированы на разном уровне.

Изученность геологического и подкорового строения МШЗ различна, наиболее исследованной является юго-восточная часть Побужского района Белоцерковско-Одесской зоны [Ярощук, Елисеева, 1967].

Рудоносность **Белоцерковско-Одесской межблоковой шовой зоны** определяется торий-урановыми месторождениями Алексеевского рудного поля в Первомайской зоне разломов (Южное, Лозоватское, Калиновское) и целым рядом рудопроявлений. Месторождения приурочены к разломам, ограничивающим дугообразный выступ (ступень) палеоархейского фундамента наиболее эродированного Голованевского блока [Ярощук, Вайло, 2006]. Концентрация тория и урана обусловлена постультраметаморфическими процессами,

определенную роль могли играть процессы диафтореза палеоархейских пород под влиянием метаморфизма и гранитизации пород неархейских.

Торий-урановое оруденение приурочено к кремне-калиевым метасоматитам (микроклинитам), участкам развития биотитизации, аплито-пегматоидным гранитам и пегматитовым жилам в зонах разломов.

Оруденение осуществлялось в течение нескольких стадий: прерудной щелочной, основной рудной кислотной и пострудной со сменой условий от редкометалльной до колчеданной и полиметаллитовой стадий эволюции пневматолитово-гидротермального процесса. Наряду с глубинными источниками урана и тория можно отметить в качестве последнего также кластогенные торийсодержащие минералы (монацит, ксенотим, сфен, апатит, циркон), концентрировавшиеся в прибрежной фации накопления пород бугской серии в результате размыва пород днестровско-бугской серии [Ярощук, Вайло, 2006].

В Синицевском блоке Белоцерковско-Одесской зоны установлено и изучено Майское месторождение золота и целый ряд его проявлений в пределах Синицевского блока (менее эродированного по сравнению с Голованевским), в Савранском рудном поле, приуроченном к Тальновской зоне разломов [Ярощук, Вайло, 1998].

В развитии золотооруденения фиксируется прерудный этап образования вкрапленных сульфидных силикатных руд, соответствующий условиям скарново-колчеданной стадии, и основной рудный этап образования вкраплено-прожилковых малосульфидных руд полиметаллической стадии пневматолитово-гидротермального процесса.

Таким образом, рудоносность Белоцерковско-Одесской зоны контролируется уровнем эрозионного среза различных блоков и разломов: торий-урановое оруденение приурочено к наиболее эродированному Голованевскому, золото — к менее эродированному Синицевскому.

В Белоцерковско-Одесской МШЗ на Капитанском месторождении установлены проявления никеля, хрома в коре выветривания метаультрабазитов, а также проявление золота в скарнах капитанско-деренюхинского комплекса метаультрабазитов.

В полях гранитоидов Побужского комплекса установлены молибден-вольфрамовые проявления [Нечаев, Семка, 2012].

Необходимо отметить также наличие в Белоцерковско-Одесской зоне Хщевато-Завальевского, Дубиновского, Демовъярского месторождений графита, образование которых, вероятно, обусловлено сложной окислительно-восстановительной эволюцией глубинных газов в контактах кальцифиров и гнейсов бугской серии [Ярощук, Мусич, 2017].

**Ингулецко-Криворожская зона.** Оруденение этой зоны контролируется Криворожской и Ингулецкой субмеридиональными зонами глубинных разломов, особенно участками их пересечения с разломами субширотными. При этом северная часть Ингулецко-Криворожской зоны эродирована более южной, что обуславливает различные стадии пневмолито-гидротермального процесса.

Ингулецкой зоной разломов в северной части контролируется целый ряд торий-урановых проявлений в калиевых метасоматитах и полях развития аплитопегматоидных гранатов.

В Правобережном районе Западно-Ингулецкой зоны сосредоточены золоторудные проявления в аргиллизированных и окварцованных породах родионовской свиты, установлены также проявления графита, что, возможно, отражает связь золоторуденения с подкоровыми восстановленными флюидами [Юшин и др., 2003].

Условия торий-уранового оруденения соответствовали редкометальной и колчеданной, золоторудного — колчеданной и полиметаллической стадиям пневмолито-гидротермальных процессов.

К Криворожской зоне разломов приурочен целый ряд разнотипных и разновременных урановых месторождений.

Наиболее ранними из них являются уран-торийсодержащие метаморфизованные конгломераты скелеватской свиты криворожской серии. Оруденение обусловлено накоплением кластогенных минералов урана и тория в гальке, а также возможной сорбции урана и тория в цементе конгломератов. К железисто-кремнистым породам саксаганской свиты криворожской серии приурочены Первомайское и Желтореченское урановые месторождения, локализованные в участках проявления натриевого метасоматоза, характерного также для сопредельного Ингульского мегаблока. В урановых месторождениях Криворожской зоны натриевый метасоматоз проявлен как развитием альбититов, так и образованием щелочных пироксенов и амфиболов в железисто-кремнистых породах. Установленные в рудовмещающих породах вулканобрекчии и флюидизиты указывают на связь месторождений с глубинными вулканотектоническими структурами.

Для руд Желтореченского месторождения установлены повышенные концентрации тория и редких земель, в частности скандия.

В южной части Криворожской зоны и оперяющих ее разломов находится Червоношахтарское медно-урановое месторождение, проявляющее сходство с месторождением «Олимпик Дем», приуроченным к крупной вулканотектонической структуре в Австралии.

В Волчанском выступе **Орехово-Павлоградской шовной зоны** установлено Дибровское торий-урановое месторождение, приуроченное к разлому, ограничивающему палеоархейский выступ кайинкулакской свиты нижней орехово-павлоградской серии, от пород неархейской верхней орехово-павлоградской серии. Торий-урановые руды локализованы в кремне-калиевых метасоматитах, секущихся жилами аплитопегматоидных гранитов [Крамар, 2008; Семка и др., 2010].

Рудообразование обусловлено процессами диафтореза и постультраметаморфизма; определенную роль могли играть

процессы накопления тория в базальном горизонте конгломератов верхней орехово-павлоградской серии.

Торий-урановые проявления характерны также для Мангушской зоны разломов, разделяющей Восточно-Приазовский и Западно-Приазовский блоки [Осьмачко, Ярошук, 2017].

Для Мангушской зоны установлено: глубина поверхности Мохо — 40 км; глубина подошвы переходного слоя — 82 км; глубина гранитного слоя — 12 км.

#### **Факторы рудоносности зон разломов.**

Металлогения различных зон разломов определяется сочетанием целого ряда благоприятных факторов накопления металлов в геологическом времени и пространстве. Наиболее ранним фактором является состав и количественные соотношения пород, накопившихся в грабенах, ограниченных разломами, или пород, секущихся разломами, в частности пара- или ортопород, и наличия в них вышекларковых содержаний характерных металлов.

В процессах эволюции разломов, в особенности в их глубинных частях, металлы приобретают подвижность и могут концентрироваться на менее глубинных уровнях и в контактах различных пород. Так, для основных вулканитов характерна перекристаллизация Ti, Cu, для осадочных пород терригенных фаций — Ni, Co, Cr, W, Th, Au, для хемогенных фаций — V, Mn, Mo, Pb.

Важным является приуроченность к разломам магматических пород, состав и дифференциация которых определяет рудоносность, глубинность заложения и время эволюции разломов, степень их взаимодействия в разной степени с необедненной мантией, которая также эволюционирует. Глубинность заложения разломов определяет интенсивность притока и фильтрации мантийных флюидов, привноса определенных металлов, степени окисленности этих флюидов и перераспределения вещества. Это, в свою очередь, обуславливает концентрацию конкретных металлов в результате взаимодействия глубинных, более восстановленных,

и коровых, более окисленных флюидов. В течение длительного геологического времени атмосфера и кора становятся более окисленными в связи с накоплением железисто-кремнистых и других парапород. Следствием взаимодействия мантийных восстановленных газообразных продуктов (т.е. флюидизации коры) с этими породами является их полное или частичное окисление с выделением тепла и образованием водно-углекислых флюидов с разным отношением  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  [Иванкин, Иншин, 1977].

Результатом частичного окисления восстановленных мантийных газов может быть, в частности, выделение свободного углерода в форме графита.

Существенное влияние на рудообразование имеет внутривблоковое строение разломов и уровень эрозионного среза конкретных блоков («ступеней»), что определяет приуроченность к ним продуктов разных гидротермально-пневматолитовых фаций. Для редкометалльно-скарновой фации характерны Ti, Nb, Ta, В, РЗЭ, колчеданной — Ni, Cu, Co, полиметаллической — Au, Pb, Ag, As, сульфосольной — Hg, Sb, Ag [Таусон, 1961].

Для глубинных ступеней разломов характерно наличие продуктов дифференциации вещества, диафоритов, флюидизитов, аллохтонных гранитоидов, бластомилонитов, имеющих различную рудоносность. Гидрофильные элементы более характерны для глубинных уровней разломов, а литофильные — для менее глубинных. В частности, литофильные мигрируют лучше, образуют легкорастворимые соединения, в связи с чем могут быть вынесены из глубинных частей разломов и служить рудной «добавкой» в менее эродированных участках. В наименее эродированных ступенях разломов сосредоточены продукты хрупких деформаций.

Физико-химические особенности пород разломов и неравномерное распределение тектонических давлений определяют участки возможной концентрации металлов. Такая концентрация возможна на участках относительно пониженных тек-

тонических давлений как результат приноса рудных компонентов из участков относительно повышенных давлений или же выноса из последних нерудных компонентов. В зонах пластических деформаций это межбудинные и внутрибудинные пространства, контакты некогерентных пород (скарны), складки подворота, метасоматиты. В зонах хрупких деформаций концентрация металлов приурочена к трещинам отрыва, участкам вулкано- и тектонобрекчий, где, как правило, сосредоточены продукты поздней щелочной стадии гидротермальных процессов, а также металлоносные флюидизиты.

Наиболее рудоперспективными локальными кинематическими типами структур для условий пластических деформаций являются:

- структуры растяжения, перпендикулярные к оси растяжения (Т-структуры);
- флексуры, приразломные складки, складки волочения (S-, δ-структуры), перпендикулярные к оси растяжения;
- внутрибудинные пространства (θ-структуры) [Паталаха и др., 1995, Родыгин, 1999, Гинтов, 2005].

При становлении таких структур происходит перераспределение как породообразующих, так и рудных компонентов с формированием существенно мономинеральных (кварцевых, полевошпатовых, слюдяных, карбонатных) новообразований в виде полосчатости, сланцеватости, минеральной линейности.

В хрупких условиях малых уровней эрозионного среза разломов наиболее рудоперспективными являются структуры растяжения (Т-структуры), перпендикулярные к оси растяжения [Гинтов, 2005].

Соответственно *PT*-условиям становления (часто с глубиной) рудоперспективными являются структуры, образовавшиеся в условиях переходных от амфиболитовой к зеленосланцевой фациям, а также в зоне перехода пластических деформаций в хрупкие (от условий зеленосланцевой фации к холодным) [Паталаха и др., 1995]. Этапы активизации — 1800—1700 млн лет (альбиты, дайки базальтов, туфобрекчии);

1370—1310 млн лет (кимберлиты, фосфориты, пеликаниты); 350—275 млн лет (образование Ровненского вулканогена, Болтышской, Райгородской, Зеленогайской вулканотектонических структур).

Для концентрации металлов перспективны участки, обогащенные графитом, присутствие которого может свидетельствовать о его образовании с участием мантийных металлоносных углеводородных флюидов.

Рудоконцентрирующее значение имеет латеральное строение разломов. В периферической их части накапливаются продукты ранней щелочной стадии, в которой металлы имеют вкрапленную форму распределения; в центральной — продукты кислотной стадии, сформировавшиеся вследствие дифференциации и собирательной перекристаллизации. Перераспределение и концентрация рудных элементов наблюдается в жильных образованиях — пегматитах.

**Заключение.** Зоны разломов являются региональными рудоносными структурами Украинского щита [Гойжевский и др., 1977].

Многомерное, сложное сочетание в пространстве—времени рассмотренных петрологических и тектонических факторов рудоносности разломов определяет их металлогенические особенности и локальные поисковые признаки рудопроявлений и месторождений конкретных металлов.

Металлогения различных зон разломов определяется сочетанием целого ряда благоприятных факторов накопления металлов в геологическом времени и пространстве. Важнейшими рудоконцентрирующими факторами являются состав и количественное соотношение орто- и парапород и наличие в них вышекларковых содержаний характерных металлов; эволюция разломов, при которой активизируется подвижность металлов и их концентрация на менее глубоких уровнях; приуроченность к разломам магматических пород; степень эродированности блоков; физико-химические особенности пород разломов и неравномерное распределение тектони-

ческих давлений; условия и характер деформации структур; латеральное строение разломов и др.

Для металлогении глубинных, глубоко эродированных зон разломов архей-протерозойского времени заложения ха-

рактерны рудопроявления редких земель и редких металлов Ti, Th, Sn, Mo, W. Металлогения коровых менее эродированных зон разломов определяется рудопоявлениями полиметаллов, Au, As, Ag, Bi, Te, Sb этапов ТМА.

### Список литературы

- Белевцев Я. Н., Прусс А. К. Основные этапы развития Украинского щита. Геол. журн. 1962. Т. 22. № 5. С. 3—20.
- Гинтов О. Б. Структуры континентальной земной коры на ранних этапах ее развития. Киев: Наук. думка, 1978. 164 с.
- Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: Феникс, 2005. 568 с.
- Гойжевский А. А., Науменко В. В., Скаржинский В. И. Тектоно-магматическая активизация регионов Украины. Киев: Наук. думка, 1977. 120 с.
- Иванкин П. Ф. Морфоструктуры и петрогенезис глубинных разломов. Москва: Недра, 1991а. 255 с.
- Иванкин П. Ф. О типизации рудообразующих систем. *Геология рудных месторождений*. 1991б. Т. 33. № 5. С. 3—12.
- Иванкин П. Ф., Иншин П. В. О взаимосвязи углерода и воды в петрогенезисе. *Сов. геология*. 1977. № 1. С. 35—46.
- Иванкин П. Ф., Назарова Н. И. Глубинная флюидизация земной коры и ее роль в рудогенезисе, соле- и нефтеобразовании. Москва: ЦНИГРИ, 2001. 206 с.
- Крамар О. О. Дібровське родовище урану на Приазовському мегаблоці. *Геохімія та екологія*. 2008. Вип. 16. С. 37—50.
- Нечаев С. В., Семка В. А. Рудоносные метасоматиты центральной части Украинского щита. *Геохимия и рудообразование*. 2012. № 31-32. С. 12—23.
- Нечаев С. В., Гинтов О. Б., Мычак С. В. О связи редкоземельно-редкометалльной и золоторудной минерализации с разломно-блоковой тектоникой Украинского щита. 1. *Геофиз. журн.* 2019а. Т. 41. № 1. С. 3—32. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158861>.
- Нечаев С. В., Гинтов О. Б., Мычак С. В. О связи редкоземельно-редкометалльной и золоторудной минерализации с разломно-блоковой тектоникой Украинского щита. 2. *Геофиз. журн.* 2019б. Т. 41. № 2. С. 58—83.
- Осьмачко Л. С., Ярощук М. А. Торий-урановые проявления Мангушской межблоковой зоны Украинского щита. *Зб. наук. пр. Ін-ту геохімії навколишнього середовища*. 2017. Вип. 27. С. 141—157.
- Паталаха Е. И., Лукиенко А. И., Гончар В. В. Тектонические потоки как основа понимания геологических структур. Киев: Феникс, 1995. 159 с.
- Родыгин А. И. Признаки направления смещения при деформации сдвига. Томск: Изд-во Томского университета, 1999. 99 с.
- Семка В. А., Пономаренко С. Н. и др. Дибровское редкоземельно-уран-ториевое месторождение в Приазовском мегаблоке Украинского щита. *Геохимия и рудообразование*. 2010. Вып. 28. С. 90—110.
- Таусон Л. В. Геохимия редких элементов в гранитоидах. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. 231 с.
- Юшин А. А., Снежко А. М., Яценко В. Г. Геохимия благородных металлов в высокоуглеродистых формациях докембрия Украинского щита. *Зб. наук. пр. Ін-ту геохімії навколишнього середовища*. 2003. Вып. 7-8. С. 89—102.
- Ярощук Э. А. Докембрий Нижнего Побужья. В кн.: *Геохронология докембрия Украины*. Киев: Наук. думка, 1966. С. 69—83.
- Ярощук Э. А., Елисеева Г. Д. Абсолютный возраст и история формирования докембрия Южного Буга. В кн.: *Вопросы датирования древнейших (катархейских) геологических*

образований и основных пород. Киев: Наук. думка, 1967. С. 32—40.

Ярощук М. А., Вайло А. В. Савранское золоторудное поле Голованевской гнейсо-гранулитовой зоне Украинского щита. Киев, 1998. 65 с.

Ярощук М. А., Вайло А. В. Формационный анализ урановых рудопроявлений в Голованев-

ской гнейсо-гранулитовой зоне Украинского щита. *Зб. наук. пр. Ін-ту геохімії навколишнього середовища*. 2006. С. 38—45.

Ярощук М. А., Мусич Е. Г. Природа углерода раннедокембрийских графитовых месторождений Украинского щита. *Зб. наук. пр. Ін-ту геохімії навколишнього середовища*. 2017. Вип. 26. С. 120—130.

## Ore bearing factors of breaking-block structures of the Ukrainian shield

*M. A. Yaroschuk, A. V. Vaylo, L. S. Osmachko, A. Ye. Ganevich, 2019*

Most ore occurrences and mineral deposits are known to be located in tectonic fault zones. In this regard, the article analyzes the ore content of regional and local fault zones developed in the megastructures of the Ukrainian shield: Podolsky, Volynsky, Ingulsky, Dnieprovsky, Priazovsky megablocks and Belotserkovsky-Odessky, Inguletsko-Krivorozhsky, Orekhovo-Pavlogradsky interblock zones. Geological and structural-tectonic features of megablocks and interblock suture zones are characterized; the main stages of their formation are highlighted. Based on the analysis of the distribution patterns of various deposits and ore occurrences in the fault-block tectonics of the Ukrainian Shield, ore-bearing factors and metallogenic features of megablocks and interblock suture zones, which are determined by the geodynamic regime of these structures, are established; specific megablocks and suture zones have their own distinctive features, and the metallogeny of megablocks differs from the metallogeny of interblock suture zones. The metallogeny of the megastructures of the Ukrainian shield and the ore content of regional and local structures is due to a combination of a number of factors of various importance. The main ones are the processes of evolution of mantle fluids and the degree of oxidation of crustal products during geological time. Of great importance was the level of erosion cut of specific structures, which determined the physicochemical conditions for the concentration of specific ore elements.

The metallogeny of various fault zones is determined by the combination of a number of favorable factors for the accumulation of metals in geological time and space. The most important ore-concentrating factors are the composition and quantitative ratio of ortho- and para-rocks and the presence in them of above-clark contents of characteristic metals; fault evolution, in which the mobility of metals and their concentration at less deep levels are activated; confinement to faults of igneous rocks; degree of eroded blocks; physicochemical features of fault rocks and uneven distribution of tectonic pressures; conditions and nature of the deformation of structures; lateral structure of faults.

**Key words:** megablocks, interblock suture zones, fault-block tectonics, fault zones, geodynamic mode, ore-bearing factors, metallogenic features, tectonomagmatic activation, kinematic types of structures and deformations.

### References

Belevtsev, Ya. N., & Pruss, A. K. (1962). The main stages of development of the Ukrainian shield. *Geologicheskii zhurnal*, 22(5), 3—20 (in Russian).

Gintov, O. B. (1978). *The structure of the continen-*

*tal crust in the early stages of its development*. Kiev: Naukova Dumka, 164 p. (in Russian).

Gintov, O. B. (2005). *Field tectonophysics and its application in the study of deformations of the earth's crust of Ukraine*. Kiev: Feniks (in Russian).

- Goyzhevsky, A. A., Naumenko, V. V., & Skarzhinsky, V. I. (1977). *Tectonic-magmatic activation of the regions of Ukraine*. Kiev: Naukova Dumka, 120 p. (in Russian).
- Ivankin, P. F. (1991a). *Morphostructures and petrogenesis of deep faults*. Moscow: Nedra, 255 p. (in Russian).
- Ivankin, P. F. (1991b). *On the typification of ore-forming systems*. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 33(5), 3—12 (in Russian).
- Ivankin, P. F., & Inshin, P. V. (1977). *On the relationship of carbon and water in petrogenesis*. *Sovetskaya geologiya*, (1), 35—46 (in Russian).
- Ivankin, P. F., & Nazarova, N. I. (2001). *Deep fluidization of the earth's crust and its role in ore genesis, salt and oil formation*. Moscow: Publ. of the Central Research Institute of Geological Prospecting, 206 p. (in Russian).
- Kramar, O. O. (2008). Dibrovskeye uranium deposit at the Azov megablock. *Heokhimiya ta ekolohiya*, (16), 37—50 (in Ukrainian).
- Nechaev, S. V., & Semka, V. A. (2012). Ore-bearing metasomatites of the central part of the Ukrainian shield. *Geokhimiya i rudoobrazovaniye*, (31-32), 12—23 (in Russian).
- Nechaev, S. V., Gintov, O. B., & Mychak, S. V. (2019a). On the relation between the rare-earth — rare-metal and gold ore mineralization and fault-block tectonics of the Ukrainian Shield. 1. *Geofizicheskyy zhurnal*, 41(1), 3—32. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158861> (in Russian).
- Nechaev, S. V., Gintov, O. B., & Mychak, S. V. (2019b). On a link of rare earth-rare metal and gold-ore mineralization with fault-block tectonics of the Ukrainian Shield. 2. *Geofizicheskyy zhurnal*, 41(2), 58—83. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i2.2019.164450> (in Russian).
- Osmachko, L. S., & Yaroshchuk, M. A. (2017). The torium-uranium occurrences of Mangush Interblock Zone of the Ukrainian Shield. *Collected scientific papers Institute of Environmental Geochemistry*, (27), 141—157 (in Russian).
- Patalaha, E. I., Lukienko, A. I., & Gonchar, V. V. (1995). *Tectonic flows as a basis for understanding geological structures*. Kiev: Feniks, 159 p. (in Russian).
- Rodygin, A. I. (1999). *Signs of the direction of displacement during shear deformation*. Tomsk: Tomsk University Press, 99 p. (in Russian).
- Semka, V. A., Ponomarenko, S. N. and others. (2010). Dibrovskeye rare-earth-uranium-thorium deposit in the Priazovsky megablock of the Ukrainian Shield. *Geokhimiya i rudoobrazovaniye*, (28), 90—110 (in Russian).
- Towson, L. V. (1961). *Geochemistry of rare elements in granitoids*. Moscow: Publ. House of the Academy of Sciences of the USSR, 231 p. (in Russian).
- Yushin, A. A., Snezhko, A. M., & Yatsenko, V. G. (2003). Geochemistry of precious metals in high-carbon Precambrian formations of the Ukrainian shield. *Collected scientific papers Institute of Environmental Geochemistry*, (7-8), 89—102 (in Russian).
- Yaroshchuk, E. A. (1966). Precambrian of the Lower Strait. In *Geochronology of Precambrian Ukraine* (pp. 69—83). Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
- Yaroshchuk, E. A., & Eliseeva, G. D. (1967). The absolute age and history of the Precambrian formation of the Southern Bug. In *Questions of dating ancient (Katarchean) geological formations and mafic rocks* (pp. 32—40). Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
- Yaroshchuk, M. A., & Vaylo, A. V. (1998). *Savran gold ore field of the Golovanev gneiss-granulite zone of the Ukrainian shield*. Kiev, 65 p. (in Russian).
- Yaroshchuk, M. A., & Vaylo, A. V. (2006). Formational analysis of uranium ore occurrences in the Golovanev gneiss-granulite zone of the Ukrainian shield. *Collected scientific papers Institute of Environmental Geochemistry*, 38—45 (in Russian).
- Yaroshchuk, M. A., & Musich, E. G. (2017). The carbon nature of the Early Precambrian graphite deposits of the Ukrainian shield. *Collected scientific papers Institute of Environmental Geochemistry*, (26), 120—130 (in Russian).