

**КОРИСНІ КОПАЛИНИ ОСАДОВИХ БАСЕЙНІВ;
СУЧАСНІ МЕТОДИ ЛІТОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ /
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНОВ;
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

УДК 550.4:550.93:549.752.143 (477)

**А.А. Андреев¹, А.В. Андреев², Л.М. Степанюк³, О.В. Зинченко⁴, С.П. Савенок²,
И.И. Аширова², Г.И. Бровко⁵**

**К ПРОБЛЕМЕ ИСТОЧНИКА НЕОПРОТЕРОЗОЙ-ПАЛЕОЗОЙСКИХ МОНАЦИТОВ В ОСАДОЧНЫХ
ОБРАЗОВАНИЯХ УКРАИНЫ**

**A.A. Andreiev, A.V. Andreiev, L.M. Stepanyuk, O.V. Zinchenko, S.P. Savenok, I.I. Ashyrova,
G.I. Brovko**

**ON THE PROBLEM OF SOURCE OF NEOPROTEROZOIC-PALEOZOIC MONAZITES IN SEDIMENTS
OF UKRAINE**

В осадочных утвореннях України значно поширені детритові монацити неопротерозой-палеозойського (<1500 млн. років) віку. Вікові спектри цих монацитів мають три максимуми: 400–600, 750–850 та 900–1000 млн. років. Їх геохімічні особливості охарактеризовані на базі дискримінаційної діаграми в координатах $Y/Th \times U/Th - Sr/Y$. За цими ознаками прямі аналоги такого монациту на Українському щиті невідомі. Обговорюються можливі джерела неопротерозой-палеозойських детритових монацитів в осадочних утвореннях України.

Ключові слова: монацит, вік, геохімія, осадочні утворення, Україна.

В осадочных образованиях Украины широко распространены детритовые монациты неопротерозой-палеозойского (<1500 млн. лет) возраста. Возрастные спектры таких монацитов имеют три максимума 400–600, 750–850 и 900–1000 млн. лет. Их геохимические особенности охарактеризованы на базе дискриминационной диаграммы в координатах $Y/Th \times U/Th - Sr/Y$. По этим признакам прямые аналоги таких монацитов на Украинском щите неизвестны. Обсуждаются возможные источники неопротерозой-палеозойских детритовых монацитов в осадочных образованиях Украины.

Ключевые слова: монацит, возраст, геохимия, осадочные породы, Украина.

Neoproterozoic-Paleozoic detrital monazites (<1500 Ma) are widely spread in the sediments of Ukraine. Age spectrum of these monazites has three maxima: 400–600, 750–850 and 900–1000 Ma. Their geochemical features are characterized on the base of discriminate diagram in coordinates $Y/Th \times U/Th - Sr/Y$. Direct analogues of such monazites are not known in rocks of Ukrainian Shield. Possible sources of Neoproterozoic-Paleozoic detrital monazites are discussed.

Keywords: monazite, age, geochemistry, sediments, Ukraine.

ВВЕДЕНИЕ

На всех этапах изучения литологии любых осадочных бассейнов всегда возникает проблема источника в них вещества детритового материала. Попытки использования визуально определяемых типоморфных особенностей отдельных минералов, их ассоциаций и количественных соотношений далеко не всегда приводят к положительным результатам из-за полигенности минералов и повторяемости во времени одинаковых или близких по составу парагенезисов в предполагаемых источниках питания этих бассейнов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения этой проблемы в последнее время за рубежом в качестве своего рода «руководящей формы» стали широко использовать устойчивые акцессорные минералы циркон и

монацит, исследования которых современными прецизионными методами (La-ICP-MS, SHRIMP) дает возможность получить две очень важные характеристики: возраст материнского источника и его предполагаемый петрологический тип. Подобные исследования возможны на базе обширного статистического материала и работы на уровне отдельных зерен минералов. Вышеназванные методы весьма дорогостоящи, трудоемки и деструктивны. Предложенный в конце прошлого столетия в стенах ИГН НАН Украины (Чебуркин А.К.) метод микропучкового рентген-флуоресцентного анализа состава отдельных микрокристаллов выгодно отличается простотой, экспрессностью, дешевизной и абсолютной недеструктивностью. Усовершенствованный вариант этого метода, реализованный в лаборатории КНУ имени Шевченко [2,6], использован в настоящей

работе. Предпочтение монациту было отдано в связи с тем, что этот минерал содержит значительно больше радиоактивных U, Th и радиогенного Pb. Это позволяет получать более корректные оценки возраста методом общего свинца (в том числе и изохронным [1]), а значительно большая изоморфная емкость монацита в сравнении с цирконом предусматривает его большую потенциальную геохимическую информативность.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами был изучен состав детритового монацита из генетически различных осадочных образований Украины: современных прибрежно-морских осадков (пляжей) Черного и Азовского морей, аллювиальных отложений устья Днепра, четвертичных ледниковых отложений днепровского горизонта, неоген-палеогеновых отложений района г. Киева, титан-циркониевых россыпей Приднепровья, Приазовья, цен-

тральной и восточной частей Украины, отложений среднего девона (эйфелия) Волини. Всего охвачено 11 объектов с общим числом проанализированных кристаллов монацита 2380.

Расположение исследованных осадочных объектов представлено на рис. 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Возрастной спектр монацита объединенной выборки представлен на рис. 2.

Как видим, в осадочных отложениях территории Украины имеются две возрастные популяции монацита — «древняя» архей-палеопротерозойская и «молодая» — неопротерозой-палеозойского возраста (1500–400 млн. лет). Последняя составляет в среднем около 40%, имеет региональное распространение и варьирует от единичных зерен в восточной части Украины (аллювиальные и прибрежно-морские россыпи Приазовья) до 15–50% в

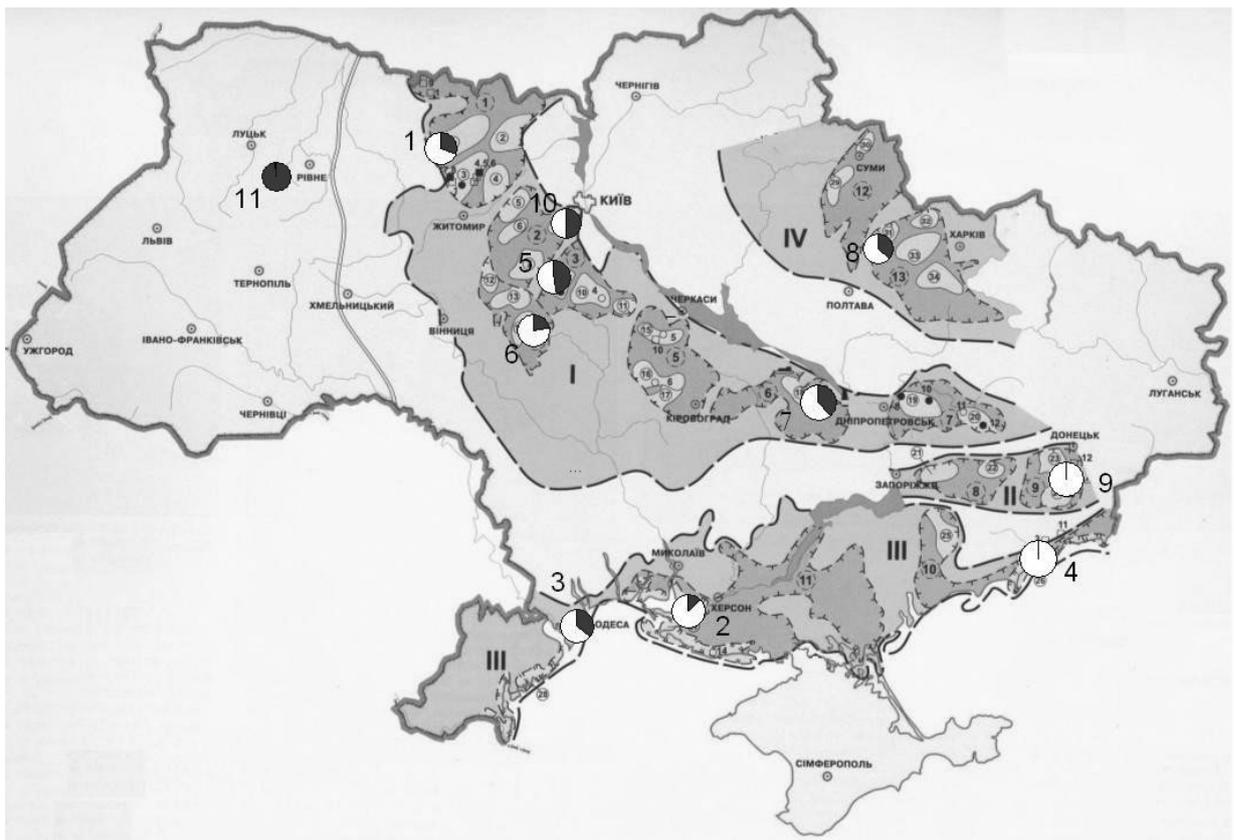


Рис. 1. Схема расположения пунктов отбора детритового монацита из осадочных образований Украины. Номерами обозначены: современные и четвертичные отложения: 1 — отложения днепровского горизонта, 2, 3, 4 — современные отложения пляжей; неоген-палеогеновые отложения и россыпи: 5 — Тарасовская россыпь, 6 — россыпь Зеленый Яр, 7 — Малышевская россыпь, 8 — россыпь Красный Кут, 9 — россыпь Мокрые Ялы, 10 — пески, Пироговский карьер (г. Киев); 11 — песчаники среднего девона (эйфелия). Черный сектор — доля монацита неопротерозой-палеозойского возраста. Составлено на базе карты «Титан-циркониевые россыпи» Атласа «Геология и полезные ископаемые Украины» 2001 г.

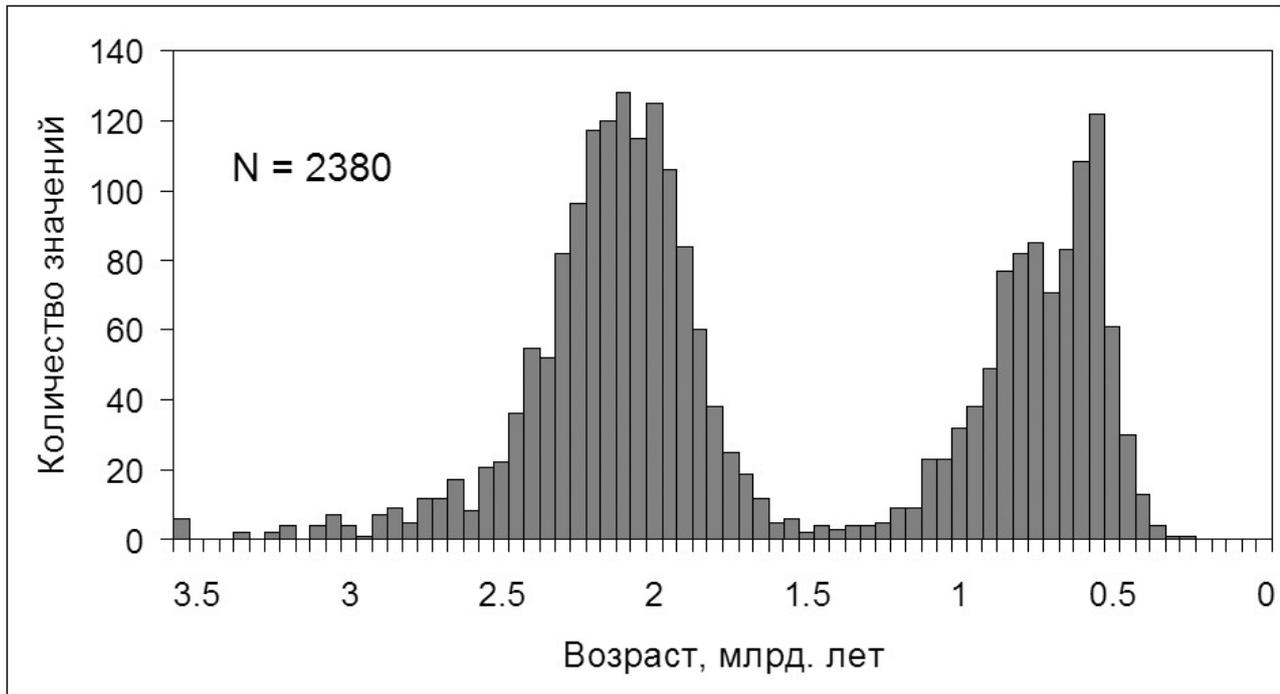


Рис. 2. Возрастной спектр детритового монацита из осадочных образований Украины

неоген-палеогеновых и четвертичных отложениях ее центральной части, достигая 98% в девонских отложениях Волыни. Выяснилось, что эти популяции существенно различаются и по геохимическим характеристикам [3].

В большинстве работ, в которых рассматривается вопрос об источнике обломочного материала осадочного чехла Украинского щита (УЩ) и его окружения, в качестве основного или даже единственного источника называются кристаллические породы щита. Поэтому потребовалось провести изучение состава монацита из кристаллических пород УЩ, представляющих основные петрохимические типы монацит-содержащих пород различного возраста (45 объектов).

Поскольку бытует мнение, что экзогенные процессы могут существенно нарушить геохимическую систему монацита и приводить к омоложению его возраста, нами были изучены монациты из 18 объектов первичных кор выветривания и показано [4] отсутствие каких-либо заметных отклонений их возраста от возраста материнских пород. Другими словами, возраст и геохимические характеристики детритового монацита соответствуют таковым монацита пород-источников.

Как показывает мировой опыт [9 и др.], и это полностью подтвердилось нашими исследованиями, для монацита, в отличие от циркона и апатита [7], прямой корреляции между его со-

ставом и петрохимическим типом материнских пород не наблюдается. В результате изучения различных вариантов нам удалось провести геохимическую типизацию монацитов, исходя из давно подмеченного [8] факта, что минералы из пород гранулитовой фации обладают большей величиной Th/U отношения, чем монациты из пород более низких ступеней метаморфизма. Нами же подмечена часто проявляющаяся в монацитах из кристаллических пород достаточно тесная корреляция между содержанием урана и иттрия. Наконец, мы использовали уже хорошо зарекомендовавшее себя для апатита отношение Sr/Y как косвенный показатель кислотности-щелочности минералообразующей среды. На базе этих посылок построена дискриминационная диаграмма (рис. 3) в координатах $U/Th \times Y/Th - Sr/Y$.

На диаграмме ограничены три главных области составов монацита: верхняя — из щелочных пород и карбонатитов; левая нижняя — из пород гранулитовой фации метаморфизма (эндербиты, чарнокиты, двупироксеновые кристаллосланцы и гнейсы, кварциты); правая верхняя — из пород преимущественно амфиболитовой фации (амфиболиты, биотит-амфиболовые и биотитовые гнейсы, кристаллосланцы) и пространственно с ними связанные гранитоидные образования. Дополнительно выделены поля составов монацита из наиболее изученных гранитоидных комп-

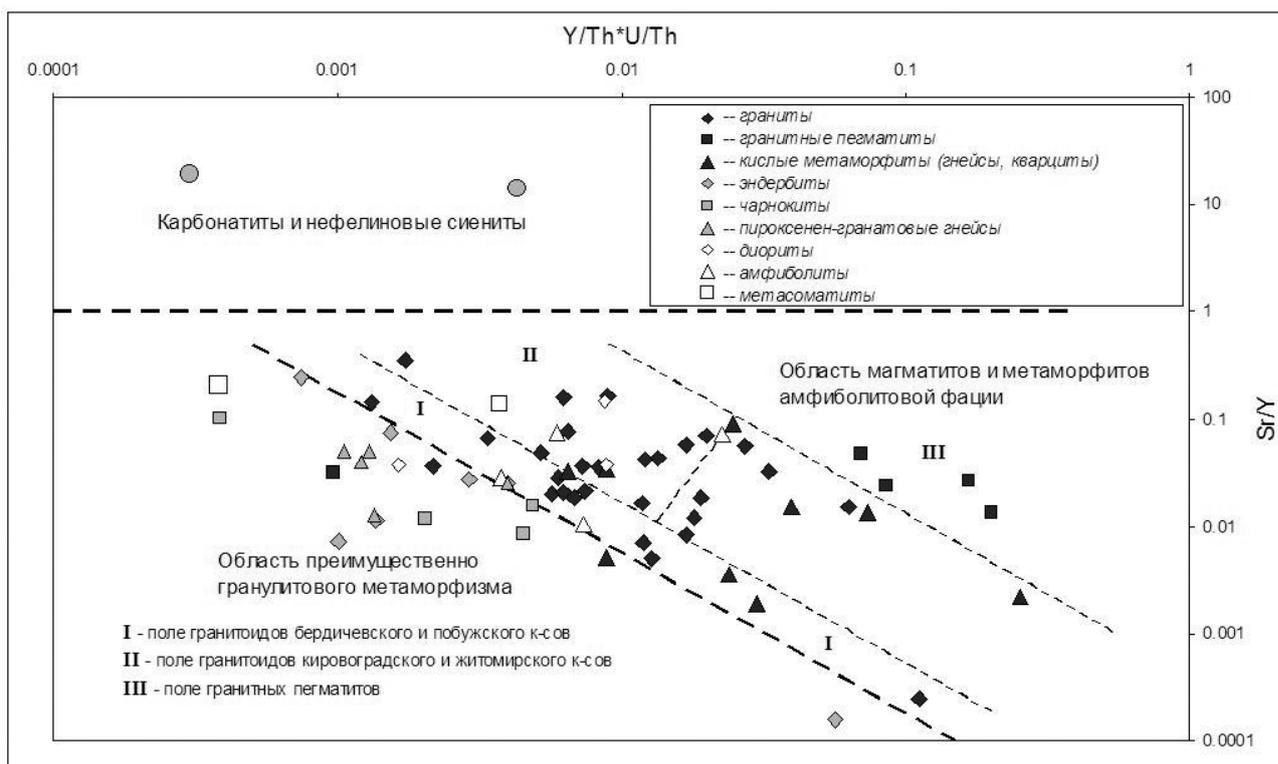


Рис. 3. Дискриминационная диаграмма составов монацита из кристаллических пород Украины

лексов УЩ и их пегматитов. Сразу же отметим, что намеченные границы не являются абсолютно строгими, поскольку основаны на имеющейся статистике и не учитывают полностью возможную полигенность монацита даже в одном и том же типе пород. Наконец, для явно метасоматических образований, состав монацита в которых определяется не столько Р-Т условиями, сколько химизмом процесса, как показывают полученные нами данные [5], необходимы специальные подходы.

На предложенной диаграмме «древние» (рис.4,а) детритовые монациты по геохимическим показателям соответствуют изученным

монацитам из кристаллических пород УЩ и представляют породы гранулитовой фации и чарнокитоиды с одной стороны, гранитоиды и метаморфиты амфиболитовой фации метаморфизма — с другой, в соотношении $\approx 2:3$.

Порядка 90% «молодых» детритовых монацитов на дискриминационной диаграмме (рис. 4, б) попадают в область пород относительно низких Р-Т условий формирования, не имеющих прямых аналогов среди известных кристаллических образований УЩ.

В возрастных спектрах (рис. 2 и рис. 5, а, в) таких монацитов выделяются главный максимум, отвечающий диапазону 400–600 млн. лет,

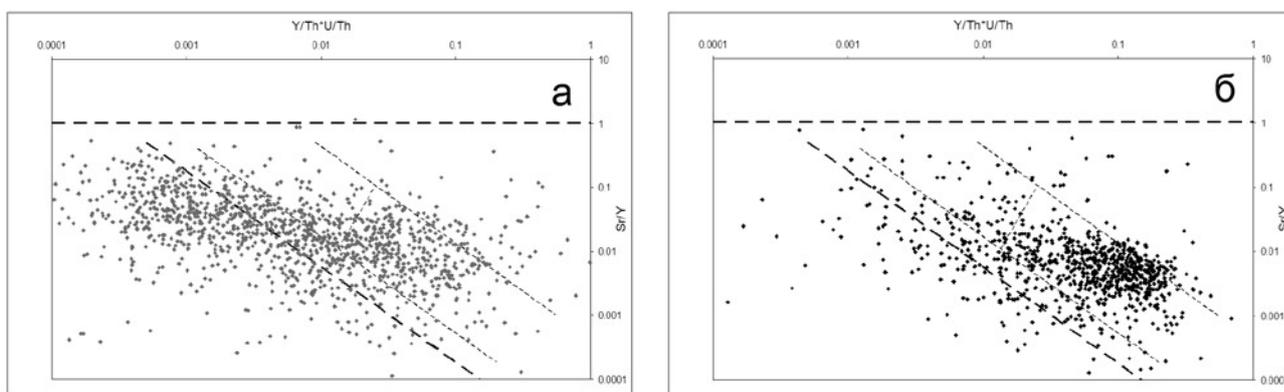


Рис.4. Положение фигуративных точек состава детритового монацита на дискриминационной диаграмме а – древний монацит, б – молодой монацит

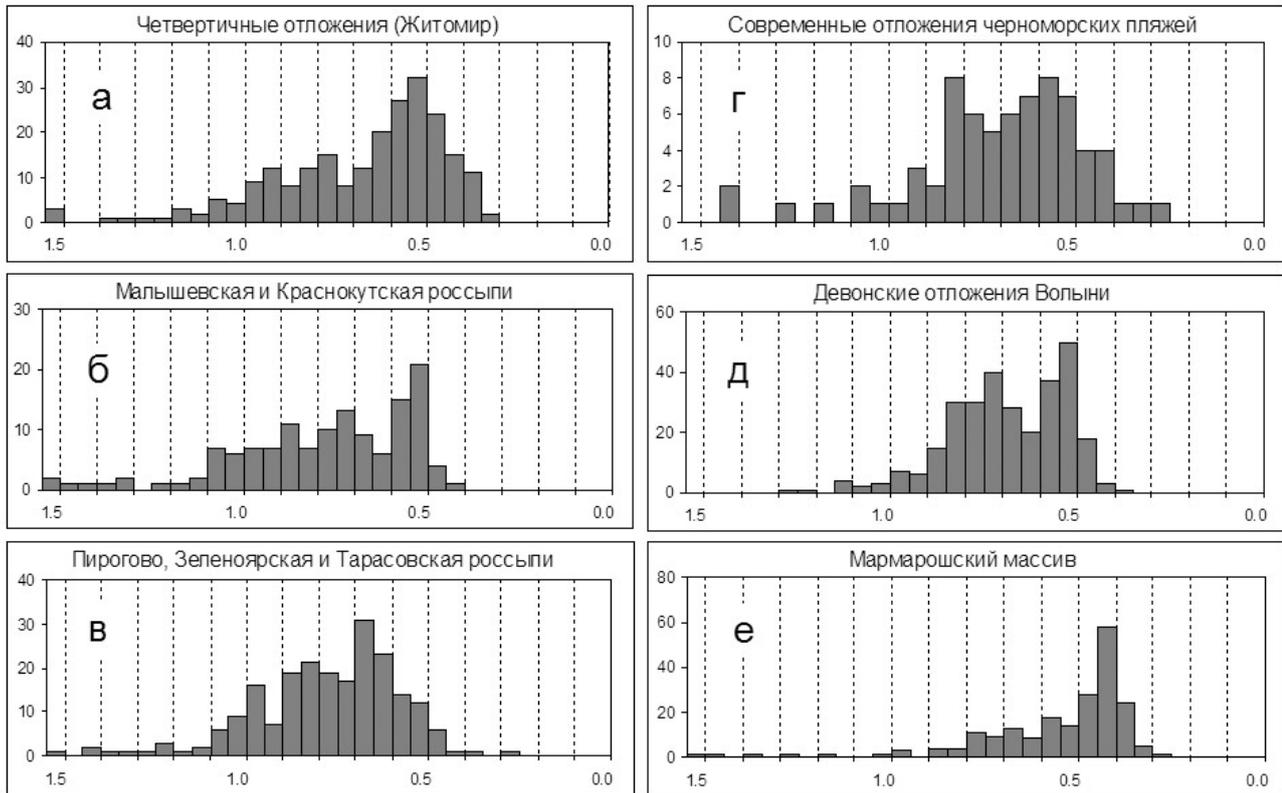


Рис. 5. Возрастные спектры «молодых» монацитов в осадочных образованиях Украины

и менее интенсивные максимумы в интервалах 750–850 и 900–1000 млн. лет.

Наиболее четко расчленились по возрасту (рис. 5, д) и частично по геохимическим параметрам (рис. 6, а) монациты из песчаников среднего девона (эйфелия) Ровенской области, в которых установлены два максимума: в интервале 450–600 млн. лет (изохронный возраст 520 ± 40 млн. лет) и в интервале 600–850 (изохронный возраст 780 ± 80 млн. лет). Вполне очевидно, что монациты из девонских песчаников претерпели значительно меньшие латеральные перемещения и переотложения, чем монациты из четвертичных и палеоген-

неогеновых отложений, и могут в наибольшей мере характеризовать положение возможных материнских источников. На геохимической диаграмме они образуют частично перекрывающиеся поля, согласующиеся с возрастным делением (рис. 6, а).

Геологические события, близкие территориально и по времени проявления к намеченным интервалам, происходили на территории древнейшей части Восточных Карпат (Мармарошский массив) и в пределах всей Воыно-Подольской плиты (масштабный вендский магматизм). Проведенное нами ранее исследование [3] монацитов из ортогнейсов (воз-

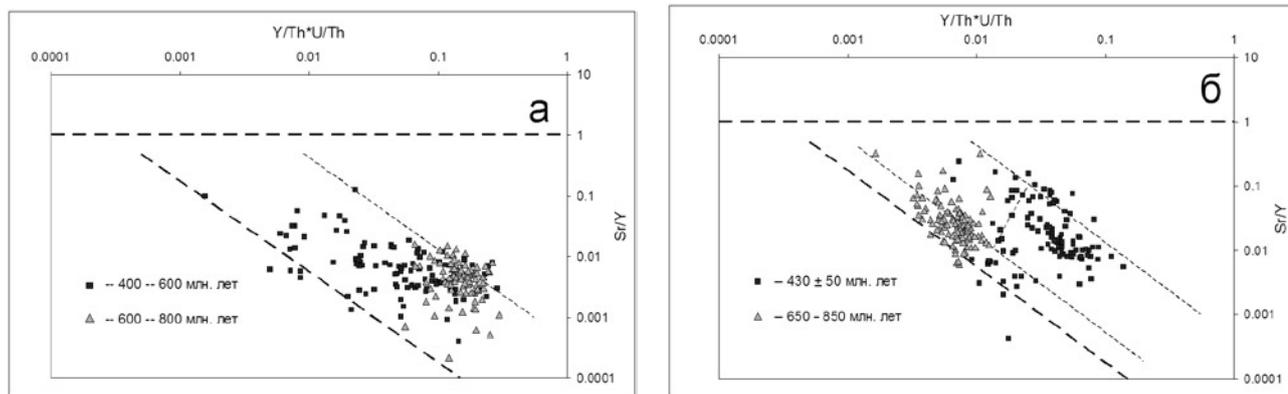


Рис. 6. Положение фигуративных точек состава монацита из девонских песчаников Волыни (а) и кристаллических пород Мармарошского массива (б)

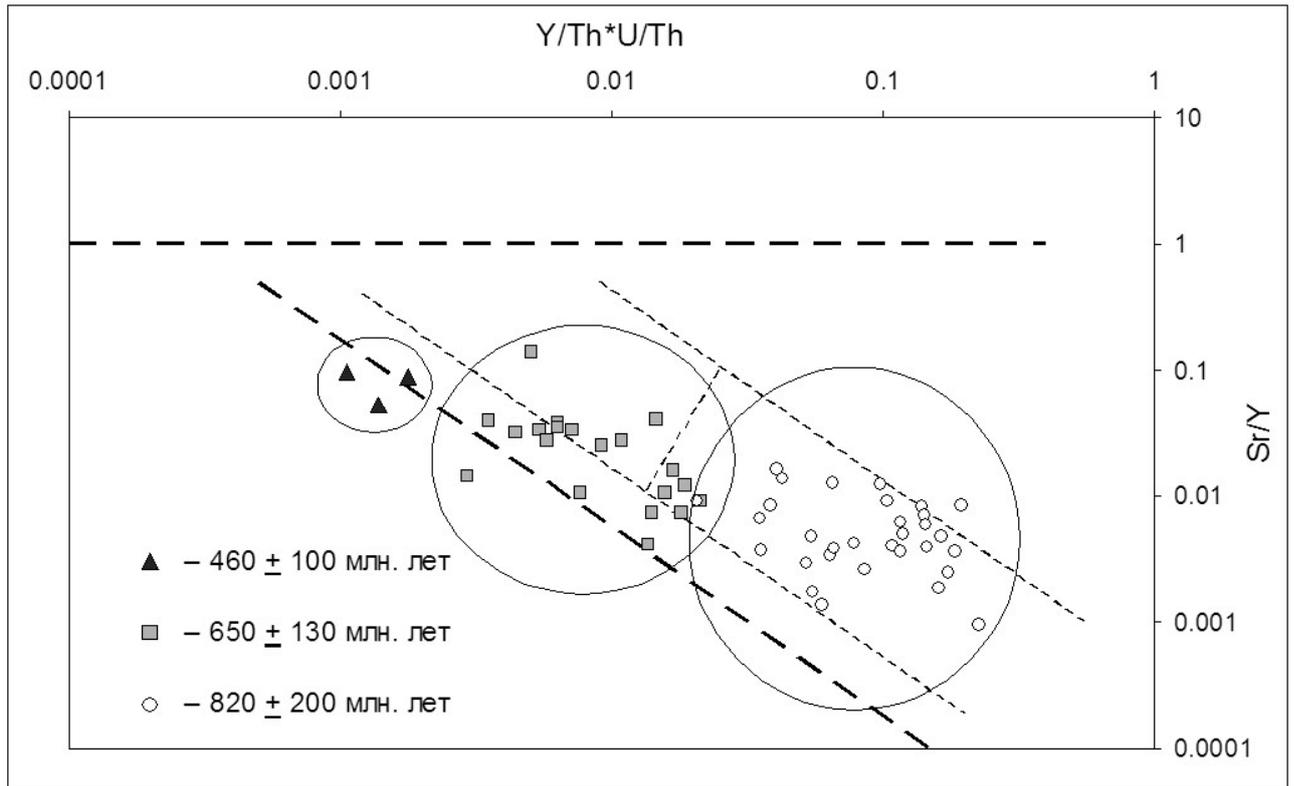


Рис. 7. Положение фигуративных точек состава «молодого» монацита из прибрежно-морских отложений северо-западного побережья Черного моря

растной интервал 650–750 млн. лет) и метавулканитов (изохронный возраст 420 ± 50 млн. лет) Мармарошского массива показало их общее возрастное и геохимическое сходство с «молодым» детритовым монацитом осадочных пород Украины. Тестирование составов карпатских монацитов с помощью дискриминационной диаграммы позволило конкретизировать геохимические показатели их разновозрастных популяций и показать их существенное различие от монацитов из ближайших к Карпатам отложений девона Волыни (рис. 6, б).

Определенный интерес представляют прибрежно-морские отложения крайней юго-западной части Украины (пляжи Санжейки), которые формировались за счет сноса материала из обширных бассейнов рек Дуная, Днестра, Южного Буга и Днепра.

На диаграмме (рис. 7) фигуративные точки состава молодого монацита образуют как минимум три сгущения, отвечающие трем разным геохимическим типам, что может свидетельствовать о множественности коренных источников поступления минерала в современные отложения этого района, возможно, из сопредельных с территорией Украины регионов.

О фактах дальнего переноса детритового материала в осадочные бассейны Украины допо-

лнительно свидетельствуют также полученные нами результаты исследования гранулометрии монацита [3]: «молодые» монациты в целом гораздо мельче, чем древние, что обеспечивало их более высокую подвижность в водных потоках. Не исключено также, что мелкие монациты могли поступать из гипабиссальных магматических источников.

Учитывая практически полное отсутствие молодого монацита в отложениях восточной части Украины и максимальное его количество в западной, в поисках коренных источников молодого монацита наиболее предпочтительным представляется западное направление.

ВЫВОДЫ

В осадочном чехле Украины регионально распространены монациты неопротерозой-палеозойского возраста, доля которых имеет тенденцию к возрастанию с востока (единичные находки) на запад (до 98%). В возрастных спектрах таких монацитов выделяются главный максимум, отвечающий диапазону 400–600 млн. лет, и менее интенсивные максимумы в интервалах 750–850 и 900–1000 млн. лет.

Предложены геохимические параметры (соотношения $Y/Th \times U/Th - Sr/Y$), позволяющие различать монацит из пород: а) преимуще-

ственно гранулитовой фации метаморфизма; б) монацит из пород относительно низких Р-Т условий формирования. Древний детритовый монацит по геохимическим характеристикам отвечает монациту из пород УЩ (в соотношении а:б ≈ 2:3), а молодой детритовый монацит представляет преимущественно продукты разрушения кислых, относительно слабо метаморфизованных пород, не имеющих прямых аналогов на УЩ.

Коренные источники молодого монацита, вероятно, располагались на значительном удалении от нынешних границ УЩ, о чем дополнительно свидетельствуют результаты изучения гранулометрии монацита: «молодые» монациты в целом гораздо мельче, чем древние, что способствовало их более дальнему переносу.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы искренне признательны Ю.А. Полканову, В.Н. Павлюку, В.Н. Минеевой, И.М. Лесной, С.Г. Кривдику за любезно предоставленные образцы монацитов из кристаллических и осадочных пород Украины. Особую благодарность авторы выражают Е.А. Хлонь, И.И. Сотниковой, О.Д. Омельчук за помощь в подготовке аналитических препаратов и С.Е. Шнюкову за постоянный интерес и содействие в проведении исследований.

1. Андреев О.В. Особливості оцінки віку монацитів методом загального свинцю з рентген-флуоресцентним визначенням вмісту U, Th та Pb. Збірник наукових праць «Еволюція докембрійських гранітоїдів і пов'язаних з ними корисних копалин у зв'язку з енергетикою Землі і етапами її тектоно-магматичної активізації». — Київ, УкрДГРІ. — 2008. — С. 288–291.
2. Андреев О.В. Рентгеноспектральний флуоресцентний метод дослідження складу окремих мікрочастин акцесорних мінералів // Збірник наукових праць УкрДГРІ. — 2008. — №4. — С. 75–84.
3. Андреев О.О., Андреев О.В., Степанюк Л.М., Бухарев С.В., Савенок С.П., Мінєєва В.М., Хлонь О.А., До питання про походження неопротерозой-палеозойських монацитів в осадових утвореннях України // Геохімія та рудоутворення. — 2010. — № 28. — С. 86–96.
4. Андреев О.В., Полканов Ю.О., Шнюков С.Є., Андреев О.О., Савенок С.П., Степанюк Л.М., Хлонь О.А. Монацити з осадового чохла Українського щита — свідки рифей-венд-палеозойської тектоно-магматичної активізації південного заходу Східно-Європейської платформи // Збірник наукових праць «Еволюція докембрійських гранітоїдів і пов'язаних з ними корисних копалин у зв'язку з енергетикою Землі і етапами її тектоно-магматичної активізації». — Київ, УкрДГРІ. — 2008. — С. 271–278.
5. Андреев А.В., Синицын В.А., Тюрина З.Ю., Хлонь Е.А. Геохимия акцесорных минералов микроклинитов и вмещающих их пород в связи с геохронологическим изучением гранулитовых толщ Среднего Побужья // Международная научно-практическая конференция «Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрійских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы», 31.05–04.06 2010, Киев, Украина. Тезисы докладов. — С.17–22.
6. Савенок С.П. Установка для дослідження елементів-домішок у монокристалічних об'єктах малої маси методом рентгеноспектрального флуоресцентного аналізу // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2005. — №1. — С. 82–85.
7. Шнюков С.Є., Чебуркин А.К., Андреев А.В. Геохимия «сквозных» сосуществующих акцесорных минералов и ее роль в исследовании эндо- и экзогенных геологических процессов // Геол. журн. — 1989. — т.49, №2. — С. 107–114.
8. Щербачев И.Б. Петрография докембрійских пород центральной части Украинского щита. Киев: Наук. думка. — 1975. — 280 с.
9. Kusiak M.A. Kedzior A., Paszkowski M. Provenance implication of Th-U-Pb electron microprobe ages from detrital monazite in the Carboniferous Upper Silesia Coal Basin, Poland // Lithos — 2005. — Vol.56, N71, — P. 56–71.

¹ — Украинский государственный геологоразведочный институт, Киев

² — Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

³ — Институт геологии, минералогии и рудообразования НАН Украины, Киев

⁴ — Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Киев

⁵ — Ровенская геологическая экспедиция СГРГП «Пивничгеология», Ровно

E-mail: andreev@mail.univ.kiev.ua

Рецензент — акад. НАН України Є.Ф. Шнюков