

УДК 552.322.91(571.651)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ МАССИВА НИЧАН ОЛОЙСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)

М.В. Лучицкая¹, Т.В. Кара², С.М. Катков²

¹ Геологический институт РАН, Москва

² ООО УК «Полюс», Москва

Поступила в редакцию 12.03.18

Получены U-Pb данные о возрасте кварцевых монцодиоритов егдыгкычского комплекса массива Ничан Олойского вулканического пояса Западной Чукотки. Оценка возраста 140 ± 3 млн лет рассматривается как возраст кристаллизации монцодиоритов и позволяет относить формирование пород егдыгкычского комплекса к раннему мелу (рубеж берриаса и валанжина). Новые данные подтверждают, что интервал островодужной магматической активности Олойского пояса соответствует поздней юре (титон) – раннему мелу (берриас–валанжин).

Ключевые слова: Олойский вулканический пояс, террейн, егдыгкычский комплекс, массив Ничан, монцодиорит, циркон.

Luchitskaya M.V., Kara T.V., Katkov S.M. New data on age of Nychan Pluton of Oloy Volcanic Belt (West Chukotka). Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2018. Vol. 93, part 2. P. 27–33.

U-Pb geochronological data for quartz monzodiorites of Egdygkych Complex of Nychan Pluton, Oloy Volcanic Belt in the West Chukotka are obtained. Age estimate 140 ± 3 Ma is considered as the age of monzodiorites crystallization and allow to refer the formation of Egdygkych Complex to the Early Cretaceous (boundary between Berriasian and Valanginian). New U-Pb geochronological data confirm that time span of island arc magmatic activity of Oloy Belt correspond to Late Jurassic (Tithonian) – Early Cretaceous (Berriasian–Valanginian).

Key words: Oloy Volcanic Belt, terrane, Egdygkych Complex, Nychan Pluton, monzodiorite, zircon.

Олойский вулканический пояс перекрывает Олойский, Хетачанский, Березовский и Яракваамский террейны Алазейско-Олойской складчатой системы Верхояно-Чукотской складчатой области (рис. 1). Его протяженность составляет более 400 км в северо-западном направлении, а ширина в южной части достигает 200 км. Пояс образован вулканическими, субвулканическими, интрузивными и вулканогенно-осадочными образованиями позднеюрского и раннемелового возраста (Зоненшайн и др., 1990; Тектоника..., 2001; Геодинамика..., 2006; Соколов, 2010).

Олойский, Яракваамский и Хетачанский террейны сложены вулканогенно-осадочными, вулканогенными и осадочными отложениями девона – средней юры и в палеотектоническом плане рассматриваются как фрагменты палеозойской, позднепалеозойско-раннемезозойской и триасово-юрской островных дуг соответственно. Березовский террейн представляет собой фрагмент палеозойского задугового бассейна, и в его пределах распространены глубоко-водные и мелководные вулканогенно-осадочные отложения девона и карбона и пермско-триасовые мелководные морские туфогенно-осадочные отложения.

В составе перекрывающего Олойского вулканического пояса разными авторами выделяются вулканические и вулканоплутонические формации в различном объеме (Берлибле и др., 1975; Берлибле, Городинский, 1978; Лычагин и др., 1989; Каминский, 1989; Дылевский, 1997). Общепринято объединять в единую вулканоплутоническую ассоциацию кимеридж-волжскую трахиандезитовую и габбро-сиенитовую формации. Последняя широко известна под названием «егдыгкычского комплекса» (Берлибле и др., 1975). Данные о возрасте егдыгкычского комплекса противоречивы. Различные массивы комплекса прорывают отложения карния, средней юры, кимериджского и волжского ярусом верхней юры (Берлибле и др., 1975; Берлибле, Городинский, 1978; Лычагин и др., 1989). Интрузивные породы комплекса по петрохимическим особенностям хорошо сопоставляются с вулканитами позднеюрской трахибазальтовой формации (Лычагин и др., 1989). Обломки аналогичных пород обнаружены в конгломератах как верхней части волжского яруса (Лычагин и др., 1989), так и берриаса и баррема (Городинский и др., 1974). В работах (Берлибле и др., 1975; Берлибле, Городинский, 1978) приведены данные о том, что некоторые

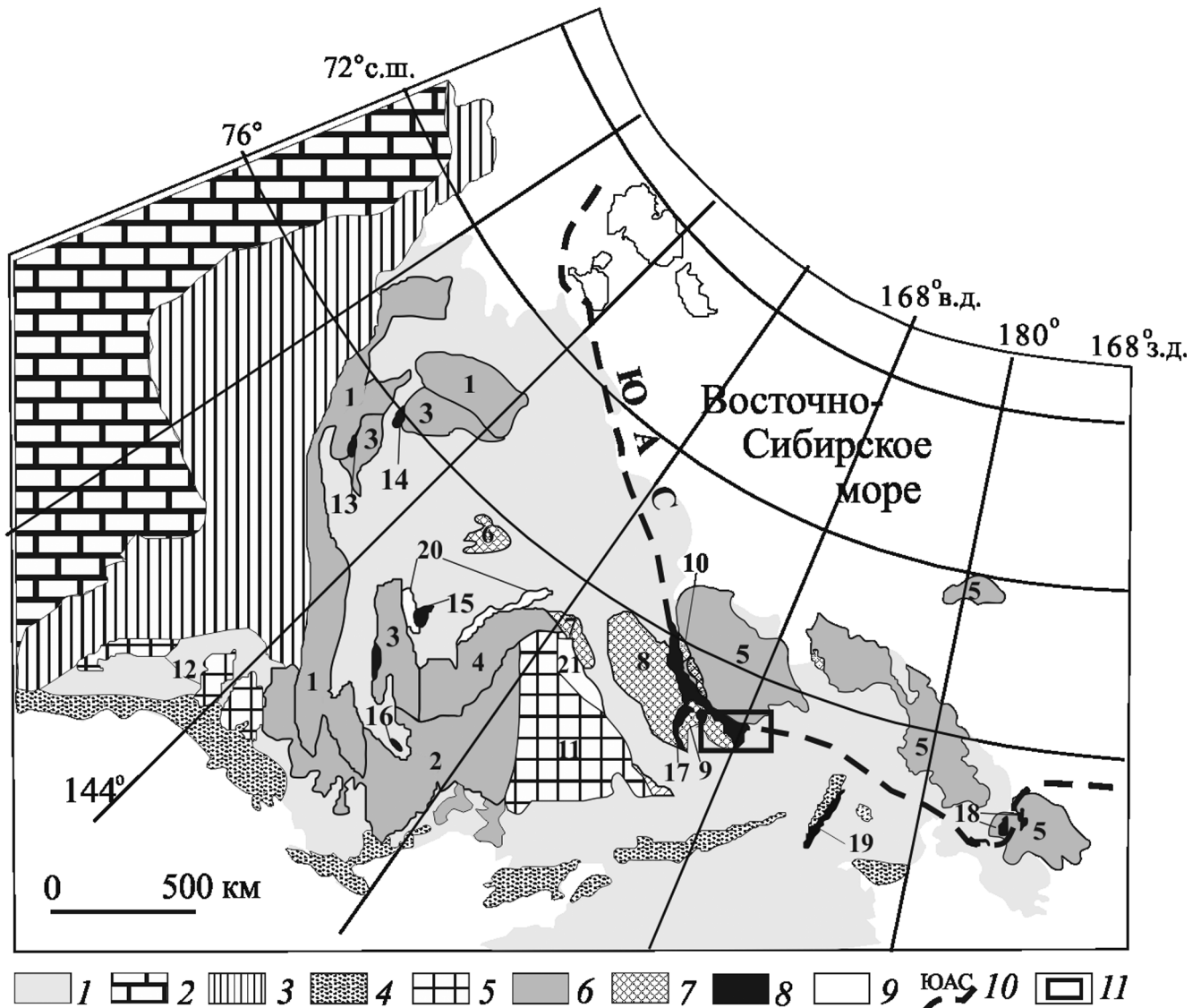


Рис. 1. Схема основных террейнов Верхояно-Чукотской складчатой области, по (Nokleberg et al., 2000), с изменениями: 1 – перекрывающие кайнозойские образования; 2 – Сибирский кратон; 3 – Верхоянский складчато-надвиговый пояс; 4 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 5 – флишево-сланцевые террейны пассивных континентальных окраин: 1 – Кулар-Нерский, 2 – Иньяли-Дебинский, 3 – Омuleвский, 4 – Прикольмский, 5 – Чукотский; 6 – островодужные террейны: 6 – Алазейский, 7 – Хетачанский, 8 – Олойский, 9 – Яракваамский, 10 – Нутесынский; 7 – кратонные террейны: 11 – Омолонский, 12 – Охотский; 8 – океанические террейны: 13 – Мунилканский, 14 – Уяндинский, 15 – Аргатасский, 16 – Дебинский, 17 – Алучинский, 18 – Вельмайский, 19 – Пекульнейский; 9 – турбидитовые террейны: 20 – Рассохинский, 21 – Березовский; 10 – Южно-Анойская сутура; 11 – рассматриваемый район

массивы егдыгычского комплекса прорывают отложения готерива, валанжина и, возможно, берриаса. К-Аг возраст пород Егдыгычского массива (петротип егдыгычского комплекса) варьирует от 146 до 92 млн лет (Геодинамика..., 2006). Определенный уран-свинцовым методом возраст этого массива, по данным М.П. Сесила и П.У. Лейера (1992), составляет 142 ± 2 млн лет (Городинский, Шпикерман, 1994).

Нами был изучен массив Ничан, расположенный в юго-западной части Яракваамского террейна (рис. 1, 2) и сложенный породами егдыгычского и весеннинского комплексов. Статья посвящена изложению результатов U-Pb LA-ICP-MS датирования цирконов из кварцевых монцодиоритов второй фазы егдыгычского комплекса этого мас-

сива. Прецизионное датирование пород различных фаз егдыгычского комплекса актуально в связи с тем, что с ним связано Au-Mo-Cu порфировое оруденение, в том числе в пределах Баимского рудного поля Олойского вулканического пояса.

Геологическая позиция массива Ничан

Яракваамский террейн, к юго-западной части которого приурочен массив Ничан, рассматривается как фрагмент позднепалеозойско-раннемезозойской островной дуги и включает следующие тектоностратиграфические комплексы (снизу вверх) (Геодинамика..., 2006): 1) тектонические пластины позднепалеозойских Громадненских и Алучинских офиолитов (Ганелин, 2017), представляющих осно-

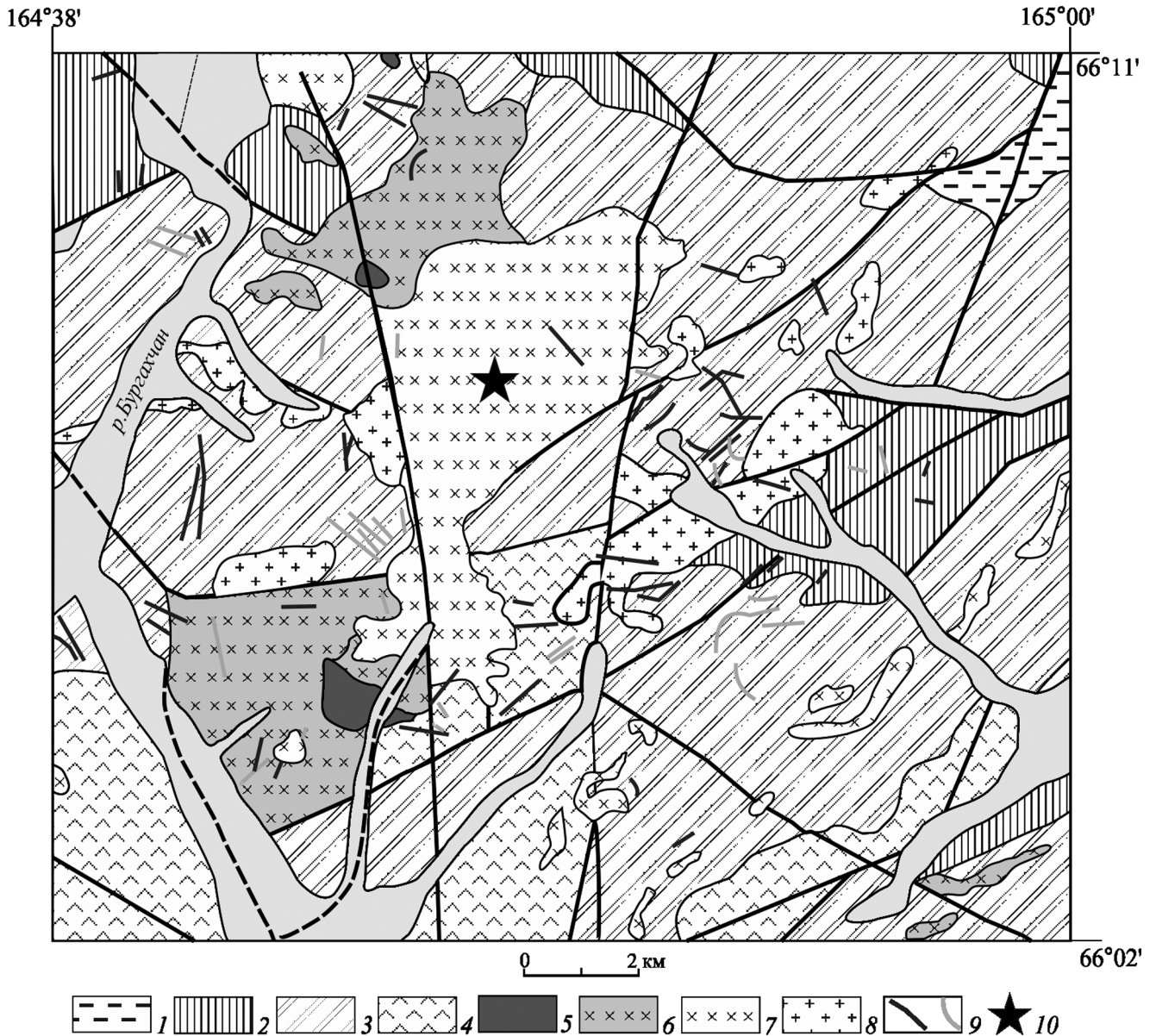


Рис. 2. Геологическая схема строения верховьев р. Бургахчан, северо-западная часть Яракваамского террейна: 1 – полимиктовые песчано-известково-глинистые отложения с редкими прослоями вулканитов, средняя–верхняя юра (келловей–титон); 2 – туфо-алевро-песчаные и туфо-песчано-конгломератные отложения верхней юры; 3 – вулканиты верхней юры – нижнего мела; 4 – базальты-дацианезиты нижнего мела (берриас); 5–7 – егдыкычский комплекс гипабиссальных интрузий раннего мела: 5 – габбро первой фазы, ранней субфазы, 6 – монцодиориты, монцодиорит-порфиры первой фазы, поздней субфазы, 7 – кварцевые монцодиориты второй фазы; 8 – диориты ранней фазы весеннинского, гранодиоритового комплекса раннего мела; 9 – дайки: а – кислого и умеренно-кислого состава, б – среднего–основного состава; 10 – место отбора пробы 1174А

вание дуги; 2) терригенные, терригенно-карбонатные породы, в подчиненном количестве вулканиты кислого, основного состава, тонко- и грубозернистые туфы с фауной раннего и позднего карбона и остатками ранне-среднекаменноугольных растений; 3) пермско-нижнетриасовые конгломераты и известняки, содержащие конодонты, а также базальты, андезиты, риолиты и их туфы. Породы прорваны интрузиями пермо-триасовых тоналитов, кварцевых диоритов, плагиогранитов, габбро-норитов, габбро, пироксенитов, перидотитов и анортозитов.

В юго-западной части Яракваамского террейна находятся выходы Алучинских офиолитов, с которыми пространственно ассоциируют блоки базальтов,

альбитофинов и кремнистых пород предположительно среднепалеозойского возраста; туфо-терригенных пород среднего карбона – нижней перми; мелководно-морские верхнетриасовые и нижнеюрские обломочные породы (Лычагин и др., 1989).

Массив Ничан расположен на правом берегу р. Бургахчан в ее верховьях и протягивается на 12 км в меридиональном направлении, имея ширину от 2 до 5 км, площадь массива составляет около 40 км². Детальное описание массива содержится в неопубликованном отчете (А.О. Фурман, 2008 г.).

Массив является составной частью Олойского вулканического пояса в юго-западной части Яракваамского террейна (рис. 1, 2). Здесь наибольшее

распространение имеют среднеюрские терригенные отложения и верхнеюрско-нижнемеловые вулканогенно-осадочные образования общей мощностью 3000 м. Основание разреза составляют тонкотерригенные песчано-алевролит-сланцевые отложения мощностью 0,8–1,0 км. Они смяты в пологие широкие брахиморфные складки, часто осложненные на крыльях сбросо-взбросовыми нарушениями. Среднеюрские терригенные отложения согласно сменяются вулканогенно-осадочными верхнеюрско-нижнемеловыми стратифицированными образованиями – лавами и туфами базальтов, андезитов, риолитов, туффитами, туфопесчаниками, туфогравелитами, среди которых присутствуют субвулканические силлы, штоки и дайки трахиандезитов, дацитов, риодацитов и базальтов.

Гипабиссальные интрузии представлены весеннинским гранодиорит-диоритовым комплексом, включающим штоки и послойные тела диорит-порфиритов, кварцевых диорит-порфиритов, гранодиорит-порфиров и егдэгкычским габбромонцит-сиенитовым комплексом, представленным многофазными интрузиями габбродиоритов-монцодиоритов, монцодиорит-порфиритов, кварцевых сиенитов (Котова и др., 2012).

Породы массива Ничан прорывают туфогенно-терригенные (туфо-алевро-песчаные и туфо-песчано-конгломератовые) отложения верхней юры, вулканогенные молассоидные отложения верхней юры (титон) – нижнего мела (берриас) и базальты–трахиандезиты нижнего мела (берриас). Для массива характерны роговики амфиболовой фации: андалузит-кордиерит-роговообманковые, кордиерит-роговообманковые, пироксен-биотит-кордиеритовые, магнетит-амфибол-кордиеритовые (А.О. Фурман, 2008 г.).

Массив Ничан имеет трехфазное строение. Ранняя фаза сложена габброидами и монцодиоритами; вторая фаза – кварцевыми монцодиоритами, поздняя фаза – гипабиссальными диоритами. Породы первых двух фаз принадлежат егдэгкычскому комплексу, завершающей фазы относятся к весеннинскому гранодиоритовому комплексу раннего мела.

Для U-Pb изотопного датирования была отобрана проба 1174А (66°05,95' с.ш., 164°47,21' в.д.) кварцевых монцодиоритов второй фазы егдэгкычского комплекса.

Кварцевые монцодиориты имеют гипидиоморфную структуру с участками монционитовой. Примерный минеральный состав оценивается как плагиоклаз (50%), калиевый полевой шпат (40%), роговая обманка (10–15%), кварц (5–10%), биотит (1–2%). Акцессорные минералы представлены апатитом, цирконом, крупными кристаллами сфена (до 1 мм) и рудным минералом.

По соотношению $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ и SiO_2 порода пробы 1174А, из которой были выделены цирконы, соответствует кварцевому сиениту (мас. %): SiO_2 – 64,1; TiO_2 – 0,44; Fe_2O_3 – 1,83; FeO – 1,51; MnO – 0,06; MgO – 1,68; CaO – 3,71; K_2O – 4,03;

Na_2O – 5,07; P_2O_5 – 0,21. Анализ выполнен в лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН (Москва) рентгенофлуоресцентным методом с использованием последовательного спектрометра S4-Pioneer фирмы “Bruker” и программного обеспечения “Spectra-Plus”.

Результаты U-Pb геохронологических исследований

Выделение акцессорных цирконов для U-Th-Pb геохронологических исследований проведено в ГИН РАН с использованием стандартных методик плотностной и магнитной сепарации (Ляхович, 1981).

U-Pb LA-ICP-MS геохронологические исследования кварцевых монцодиоритов егдэгкычского комплекса массива Ничан были проведены в GEMOC-центре Университета Маквори (Сидней, Австралия). Изучение изотопной U-Pb системы цирконов проводилось с использованием аппаратуры ICP-MS Agilent 7700 в сочетании с лазерной системой Photon Machines Excimer 193. Диаметр абляционного кратера ~30–40 мкм. Аналитические процедуры U-Pb датирования подробно описаны (Jackson et al., 2004). Все аналитические измерения были выполнены в гелии для улучшения эффективности транспортировки пробы, обеспечения более стабильных сигналов и получения более воспроизводимого фракционирования Pb/U отношения. Для контроля над воспроизводимостью и стабильностью работы аппаратуры были использованы стандарты циркона 91500 и Mud Tank. U-Pb возраст рассчитывался с помощью программного обеспечения GLITTER (www.mq.edu.au/GEMOC; Griffin et al., 2008). Для построения U-Pb диаграмм использовалась программа “Isoplot”.

В обр. 1174А кварцевого монцодиорита изучено одиннадцать зерен цирконов призматического, реже длиннопризматического габитуса ($K_{удл}$ 2–4,5). Зерна крупные (1,7–3,3 мм), их внутреннее строение на изображениях в режиме катодолюминисценции характеризуется осцилляционной магматической зональностью (рис. 3), а величины Th/U отношения – достаточно высокие (0,36–0,81) (таблица), за исключением одного зерна, что свойственно цирконам магматического генезиса.

Средневзвешенный возраст, рассчитанный для всех зерен, составляет 140 ± 3 млн лет (рис. 4), что соответствует началу раннего мела – рубежу берриаса и валанжина (International Chronostratigraphic..., 2017).

Заключение

Морфологические особенности изученных акцессорных цирконов, наличие в них осцилляционной зональности и отсутствие явных ксеногенных ядер свидетельствуют об их магматическом

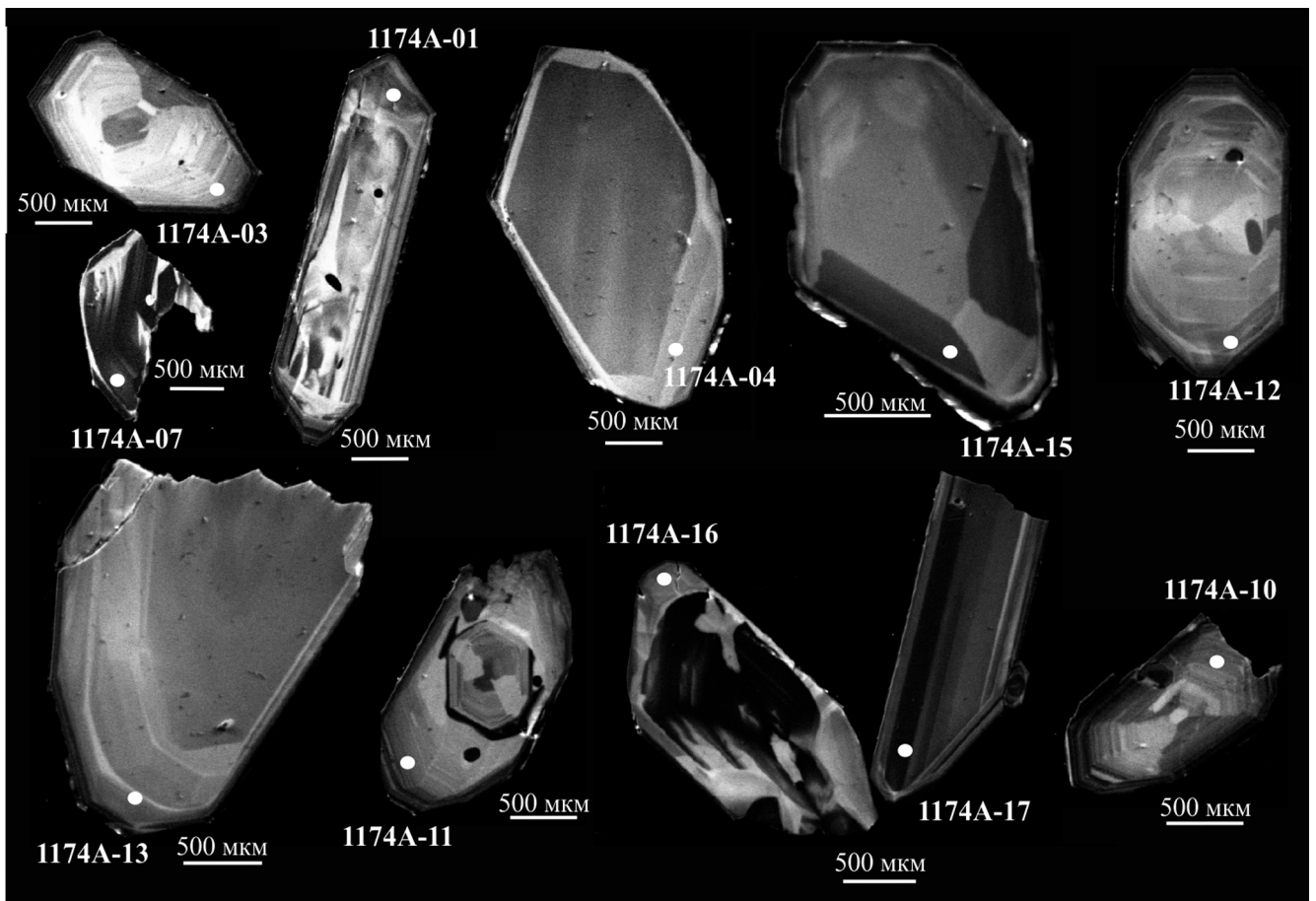


Рис. 3. Микрофотографии кристаллов циркона из кварцевого монцодиорита (проба 1174А), выполненные в режиме катодолуминесценции

Таблица

Результаты U-Pb (LA-ICP-MS) датирования цирконов из кварцевых монцодиоритов массива Ничан

Точка анализа	Содержания, г/г		Th/U	Изотопные отношения						Кэф. корр.	Возрасты, млн лет					
	Th	U		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$\pm 2s$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 2s$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 2s$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{U}$	$\pm 2s$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 2s$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 2s$
1174a-01	717	882	0,81	0,0556	0,0032	0,1633	0,0093	0,0213	0,0006	0,5334	435	125	153,6	8	135,9	4
1174a-03	100	183	0,55	0,0519	0,0024	0,1528	0,0068	0,0213	0,0005	0,5370	283	103	144,4	6	136,1	3
1174a-04	100	166	0,60	0,0537	0,0025	0,1616	0,0073	0,0218	0,0005	0,5340	358,1	103	152,1	6	139,2	3
1174a-07	601	688	0,87	0,0471	0,0018	0,1403	0,0049	0,0216	0,0004	0,5902	56	86	133,3	4	137,7	3
1174a-10	93	155	0,60	0,0511	0,0025	0,1560	0,0075	0,0222	0,0006	0,5173	244,1	112	147,2	7	141,2	3
1174a-11	126	267	0,47	0,0558	0,0029	0,1711	0,0087	0,0223	0,0006	0,5307	442,8	113	160,4	8	141,9	4
1174a-12	88	149	0,59	0,0523	0,0037	0,1679	0,0115	0,0233	0,0007	0,4389	297,3	158	157,6	10	148,4	4
1174a-13	66	115	0,57	0,0531	0,0027	0,1667	0,0081	0,0228	0,0006	0,5087	333,8	113	156,6	7	145,1	4
1174a-15	84	232	0,36	0,0524	0,0021	0,1602	0,0063	0,0222	0,0005	0,5760	304,4	92	150,9	6	141,3	3
1174a-16	61	558	0,11	0,0551	0,0029	0,1625	0,0082	0,0214	0,0005	0,4969	417,5	114	152,9	7	136,3	3
1174a-17	86	163	0,53	0,0552	0,0030	0,1655	0,0085	0,0217	0,0005	0,4852	422	117	155,5	7	138,5	3

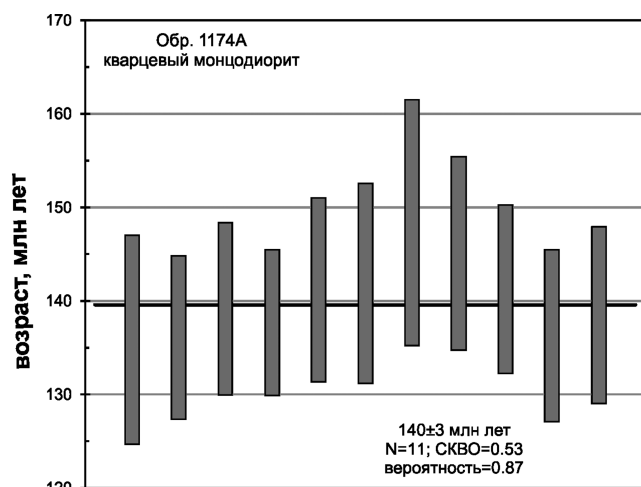


Рис. 4. График средневзвешенного возраста цирконов из образца кварцевого монцодиорита 1174А

происхождении. Это позволяет рассматривать полученную для них дату 140 ± 3 млн лет как возраст кристаллизации кварцевых монцодиоритов и относить формирование пород егдыгкычского комплекса к рубежу берриаса и валанжина.

Полученная нами оценка возраста егдыгкычского комплекса хорошо сопоставляется с таковыми

для пород других фаз этого комплекса из разных массивов, входящих в состав Баимской рудной зоны Олойского металлогенического пояса, а также связанных с ними метасоматитов и рудных минералов. Их датирование проводилось U-Pb и Rb-Sr методами, и полученные разными авторами оценки возраста укладываются в интервал 139–144 млн лет, что соответствует раннему мелу (берриас – валанжин) (Moll-Stalcup, 1995; Котова и др., 2012; Бакшеев и др., 2014; Amato et al., 2015; Читалин и др., 2016). Кроме того, по данным (Кара, 2018), оценки возраста цирконов вулканических пород и туфов кислого состава из вмещающих массив Ничан отложений составляют 147 ± 3 млн лет, что соответствует поздней юре (титон) (International Chronostratigraphic..., 2017).

Новые U-Pb геохронологические данные авторов в совокупности с ранее опубликованными датировками подтверждают, что интервал островодужной магматической активности Олойского пояса соответствует поздней юре (титон) – раннему мелу (берриас–валанжин).

Датирование цирконов выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект 16-05-00146. Сотрудник ГИН РАН обеспечен базовым финансированием за счет субсидии по теме № 0135-2016-0022.

ЛИТЕРАТУРА

Бакшеев И.А., Николаев Ю.Н., Прокофьев В.Ю. и др. Золото-молибден-медно-порфирово-эпитегмальная система Баимской рудной зоны, Западная Чукотка // Металлогения древних и современных океанов – 2014. Двадцать лет на передовых рубежах геологии месторождений полезных ископаемых / Ред. В.В. Масленников, И.Ю. Мелекесцева. Мат-лы двадцатой науч. молодежной школы. Миасс: Ин-т минералогии УрО РАН, 2014. С.108–112.

Берлибле Д.Г., Городинский М.Е. Рудоносный габбро-сиенитовый комплекс Западной Чукотки // Мат-лы по геол. и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Вып. 24. Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1978. С. 61–67.

Берлибле Д.Г., Городинский М.Е., Котляр И.Н. Меловой интрузивный магматизм Анюйско-Олойского блока // Магматизм Северо-Востока Азии. Тр. Первого Северо-Восточного петрографического совещания. Ч. 2. Магматические комплексы / Ред. Е.Т. Шаталов. Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1975. С. 52–54.

Ганелин А.В. Офиолитовые комплексы Западной Чукотки / Тр. Геол. ин-та РАН. Вып. 613. М.: ГЕОС, 2017. 178 с.

Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн. 1 / Ред. А.И. Ханчук. Владивосток: Дальнаука, 2006. 572 с.

Городинский М.Е., Гулевич В.В., Незнанов Н.Н. и др. О геологии и металлогении Анюйско-Олойского междуречья // Мат-лы по геол. и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Вып. 21. Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1974. С. 31–42.

Городинский М.Е., Шпикерман В.И. Медь // Очерки металлогении и геологии рудных месторождений Северо-

Востока России / Ред. А.А. Сидоров, Н.А. Горячев, В.И. Шпикерман и др. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1994. С. 76–81.

Дылевский Е.Ф. Новые сведения о магматизме Баимского рудного района (Западная Чукотка) // Магматизм и оруденение Северо-Востока России / Ред. П.П. Лычагин, И.Н. Котляр, М.Л. Гельман и др. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. 354 с.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Т. 2. М.: Наука, 1990. 327 с.

Каминский В.Г. Комплексная геолого-поисковая модель медно-порфирового месторождения Баимской рудной зоны // Сов. геол. 1989. № 3. С. 49–54.

Кара Т.В. Новые геохронологические данные о возрасте интрузивных и субвулканических комплексов Алазейско-Олойской складчатой системы (Западная Чукотка) // Тихоокеанская геол. 2018 (в печати).

Котова М.С., Нагорная Е.В., Аносова М.О. и др. Датирование метасоматического процесса и рудоносных гранитоидов медно-порфириновых месторождений Находкинского рудного поля (Западная Чукотка) // Геохронологические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов. Мат-лы V Российской конференции по изотопной геохронологии. М.: ИГЕМ РАН, 2012. С. 181–184.

Лычагин П.П., Дылевский Е.Ф., Шпикерман В.И., Ликман В.Б. Магматизм центральных районов Северо-Востока СССР. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 120 с.

Ляхович В.В. Методы сепарации аксессуарных минералов. М.: Недра, 1981. 86 с.

Соколов С.Д. Очерк тектоники Северо-Востока Азии // Геотектоника. 2010. № 6. С. 60–78.

Тектоника, геодинамика и металлогения территории республики Саха (Якутия) / Ред. Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. М.: МАИК Интерпериодика, 2001. 571 с.

Читалин А.Ф., Николаев Ю.Н., Бакшеев И.А. и др. Порфирово-эпитермальные системы Баимской рудной зоны, Западная Чукотка / Смирновский сборник-2016. Проблемы минерагении, экономической геологии и минеральных ресурсов. Ч. I. Проблемы минерагении, экономической и экологической геологии, минералогического музейного дела и глубинной минералогии / Ред. В.И. Старостин. М.: МАКС-Пресс, 2016. С. 82–115.

Amato J.M., Toro J., Akinin V.V. et al. Tectonic evolution of the Mesozoic South Anyui suture zone, Eastern Russia: a critical component of paleogeographic reconstructions of the Arctic region // *Geosphere*. 2015. Vol. 11, N 5. P. 1–34.

Griffin W.L., Powell W.J., Pearson N.J., O'Reilly S.Y. Glitter: Data reduction software for laser ablation ICP-MS / Ed.

P.J. Sylvester. Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues // Mineralogical Association of Canada. Short Course Series. Short Course 40. Vancouver, B.C., 2008. P. 308–311.

International Chronostratigraphic Chart. 2017. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02.pdf>

Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U-Pb zircon geochronology // *Chem. Geol.* 2004. Vol. 211. P. 47–69.

Moll-Stalcup E.J., Krogh T.E., Kamo S. Geochemistry and U-Pb geochronology of arc-related magmatic rocks, Northeastern Russia // Abstracts and Programs. 91st Annual Cordilleran Section of USGS. Fairbanks, 1995. P. 65.

Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H. et al. Phanerozoic tectonic evolution of the Circum-North Pacific // *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*. 2000. N 1626. 122 p.

Сведения об авторах: *Лучицкая Марина Валентиновна* – докт. геол.-минерал. наук, гл. науч. сотр. лаб. тектоники океанов и приокеанических зон ГИН РАН, *e-mail*: luchitskaya@ginras.ru; *Кара Тарас Валерьевич* – ген. дир. ООО «ПЕРВОЕ ГРП» ООО УК «Полюс»; *Катков Сергей Михайлович* – канд. геол.-минерал. наук, сотр. ООО УК «Полюс».