

## Позднеюрско-раннемеловая вулcano-плутоническая ассоциация Олойского пояса Западной Чукотки: уран-свинцовые SIMS и LA-ICP-MS данные\*

Т. В. Кара<sup>1</sup>, М. В. Лучицкая<sup>2</sup>, С. М. Катков<sup>1</sup>, Е. А. Белоусова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ООО «УК “Полнос”»,

Российская Федерация, 123104, Москва, Тверской бул., 13, корп. 1

<sup>2</sup> Геологический институт Российской Академии наук,

Российская Федерация, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7

<sup>3</sup> Национальный центр ГЕМОК АРК, Департамент наук о Земле,

Университет Макуори, NCB 2109, Сидней, Австралия

**Для цитирования:** Кара, Т. В., Лучицкая, М. В., Катков, С. М., Белоусова, Е. А. (2019). Позднеюрско-раннемеловая вулcano-плутоническая ассоциация Олойского пояса Западной Чукотки: уран-свинцовые SIMS и LA-ICP-MS данные. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*, 64 (3), 421–433. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2019.303>

Получены уран-свинцовые (SIMS и LA-ICP-MS) оценки возраста для пород егдыкычского комплекса гипабиссальных интрузий Ничанского и Вукнейского массивов, а также для вулканитов и туфов из вмещающих отложений Олойского вулканического пояса Алазейско-Олойской складчатой системы. Олойский вулканический пояс является перекрывающим образованием для ряда островодужных террейнов Алазейско-Олойской складчатой системы. Ничанский и Вукнейский массивы расположены в юго-западной части Яракваамского террейна и сложены породами раннемеловых комплексов: егдыкычского габбро-монзонит-сиенитового и весеннинского гранодиорит-диоритового. Вмещающими отложениями для пород обоих массивов являются вулканогенно-терригенные и вулканогенные отложения верхней юры — нижнего мела. По результатам U–Pb SIMS датирования цирконов из трех проб пород Ничанского массива был получен конкордантный возраст  $141,1 \pm 0,4$  млн лет. Средневзвешенный возраст цирконов из кварцевых монцодиоритов, датированных U–Pb LA-ICP-MS методом,  $140 \pm 3$  млн лет, перекрывается с U–Pb SIMS возрастом в пределах ошибки. U–Pb SIMS датирование цирконов из трех проб пород Вукнейского массива дало конкордантный возраст  $142,6 \pm 0,4$  млн лет; из двух проб дацита и туфа из вмещающих отложений —  $147 \pm 2$  и  $147 \pm 3$  млн лет. Особенности морфологии цирконов всех проанализированных образцов и величины Th/U отношений в них свидетельствуют об их магматическом происхождении. Это позволяет рассматривать полученные для них оценки возраста как возраст кристаллизации пород егдыкычского комплекса массивов Ничан и Вукнейский, а также как время формирования вулканитов и туфов из вмещающих отложений. Новые U–Pb геохронологические данные позволяют уверенно выделять единую вулcano-плутоническую ассоциацию позднеюрского (титонского) — раннемелового (берриас–валанжинского) возраста Олойского вулканического пояса. Получен-

\* U–Pb SIMS датирование цирконов из пород егдыкычского комплекса Ничанского, Вукнейского массивов и вмещающих пород было выполнено по проекту РНФ № 18-77-10073, а U–Pb LA-ICP-MS датирование цирконов из пород второй фазы Ничанского массива — в соответствии с планом научно-исследовательских работ ГИН РАН.

ные данные могут быть использованы для определения более четких возрастных рамок Au–Mo–Cu оруденения, приуроченного к контактам пород егдыкычского комплекса с вмещающими вулканогенно-осадочными породами или контактам отдельных интрузивных фаз комплекса.

*Ключевые слова:* Олойский вулканический пояс, егдыкычский комплекс, террейн, Ничанский и Вукнейский массивы, U–Pb датирование, циркон.

## Введение

Олойский вулканический пояс протягивается в субширотном направлении примерно на 400 км при ширине до 200 км от района слияния р. Колыма и Омолон на северо-западе до верховий р. Большой Анюй на юго-востоке. Он является перекрывающим образованием для ряда островодужных террейнов (Олойского, Яракваамского, Хетачанского и Березовского) Алазейско-Олойской складчатой системы Верхояно-Колымской складчатой области (рис. 1) (Геодинамика..., 2006; Соколов, 2010). Северным ограничением Алазейско-Олойской системы является Южно-Аньюйская сутура. Ее образование связано с закрытием океанического бассейна в результате коллизии структур активной окраины Северо-Азиатского (Сибирского) континента и Чукотского микроконтинента (Чукотка — Арктическая Аляска) в раннемеловое время. В южной части образования Алазейско-Олойской системы перекрыты Охотско-Чукотским вулканическим поясом. В работе (Геодинамика..., 2006) Олойский вулканический пояс интерпретируется как надсубдукционная структура, сформировавшаяся на гетерогенном основании, фронтальные части которой представляли собой энсиматическую островную вулканическую дугу. По данным С. Д. Соколова, Олойский пояс в позднеюрское–раннемеловое время маркировал конвергентную окраину Сибирского континента с Прото-Арктическим (Южно-Аньюйским) океаническим бассейном (Соколов, 2010; Соколов и др., 2015).

Олойский пояс образован вулканическими, субвулканическими, интрузивными и вулканогенно-осадочными образованиями позднеюрского–раннемелового возраста (Геодинамика..., 2006; Соколов, 2010; Зоненшайн и др., 1990; Тектоника..., 2001).

На стадии завершения активности позднеюрского–раннемелового Олойского вулканоплутонического пояса происходило формирование весенинского и егдыкычского комплексов гипабиссальных интрузий и связанных с ними порфирово-эпитермальных систем Баимской рудной зоны, включающей рудные системы медно-порфирового месторождения Песчанка и рудопроявления Бургахчанской площади (Бакшеев и др., 2014).

Нами были изучены массивы Ничанский и Вукнейский, расположенные в юго-западной части Яракваамского террейна (рис. 2) и сложенные породами егдыкычского и весенинского комплексов. В статье изложены результаты U–Pb SIMS и LA-ICP-MS датирования цирконов из пород этих комплексов Ничанского и Вукнейского массивов, а также вмещающих вулканогенных и туфогенных отложений. Прецизионное датирование пород различных фаз егдыкычского и весенинского комплексов является важным для прогнозирования новых участков, перспективных на Au–Mo–Cu порфировое оруденение.

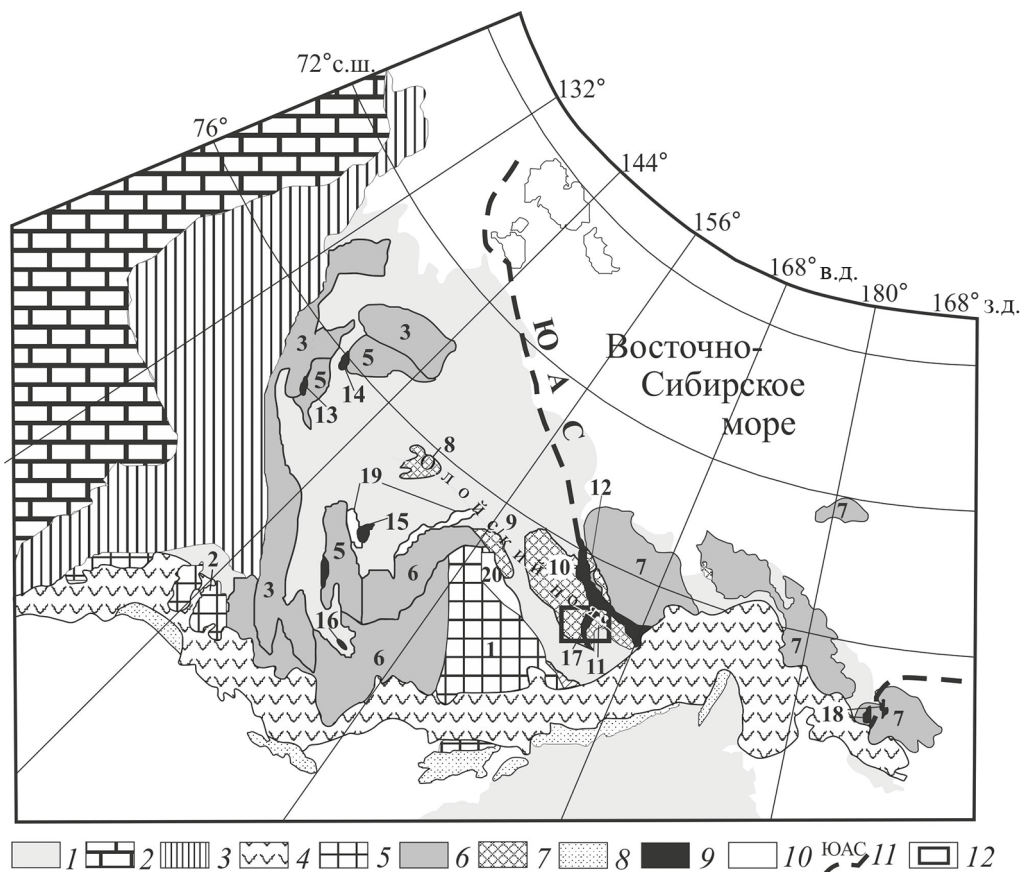
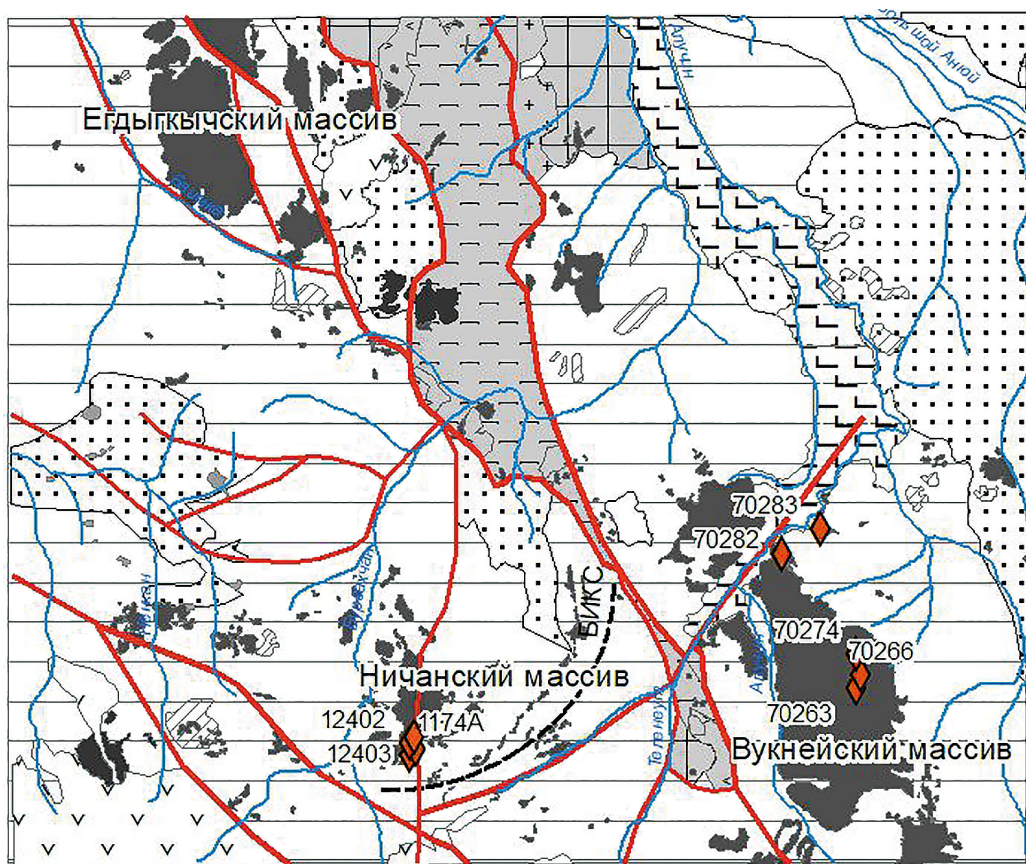


Рис. 1. Схема основных террейнов Верхояно-Чукотской складчатой области по (Nokleberg et al., 2000):

1 — перекрывающие кайнозойские образования; 2 — Сибирский кратон; 3 — Верхоянский складчато-надвиговый пояс; 4 — Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 5 — кратонные террейны: 1 — Омолонский, 2 — Охотский; 6 — флишево-сланцевые террейны пассивных континентальных окраин: 3 — Кулар-Нерский, 4 — Иньяли-Дебинский, 5 — Омулевский, 6 — Прикольмский, 7 — Чукотский; 7 — островодужные террейны Алазейско-Олойской складчатой системы: 8 — Алазейский, 9 — Хетачанский, 10 — Олойский, 11 — Яракваамский, 12 — Нутесынский; 8 — островодужные террейны Западно-Корякской складчатой системы; 9 — океанические террейны: 13 — Мунилканский, 14 — Уяндинский, 15 — Аргатасский, 16 — Дебинский, 17 — Алучинский, 18 — Вельмайский; 10 — турбидитовые террейны: 19 — Рассохинский, 20 — Березовский; 11 — Южно-Анюйская сутура; 12 — северо-западная часть Яракваамского террейна

## 1. Геологический очерк

Вулканогенно-осадочные, вулканогенные и осадочные отложения девона — средней юры слагают Олойский, Яракваамский и Хетачанский террейны Алазейско-Олойской складчатой системы. В палеотектоническом плане они рассматриваются как фрагменты палеозойской, позднепалеозойской-раннемезозойской и триасово-юрской островных дуг соответственно (Геодинамика..., 2006). В состав Березовского террейна входят глубоководные и мелководные вулканогенно-осадочные отложения девона-карбона и пермско-триасовые мелководные морские



МАСШТАБ 1:500 000

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

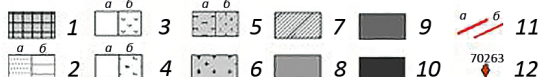


Рис. 2. Геологическая карта северо-западной части Яракуамского террейна по (Фурман, 2008; Кара, 2018):

1 — отложения среднего девона — нижней юры; 2 — юрско-меловые вулканогенно-осадочные отложения: а — среднеюрские, б — верхнеюрские-бериясские; 3 — вулканогенно-осадочные отложения Охотско-Чукотского вулканического пояса: а — аптские вулканотерригенные молассоиды; б — существенно вулканогенные отложения; 4 — кайнозойские комплексы: а — четвертичные отложения, б — базальты неоплейстоцена; 5–10 — интрузивные и субвулканические образования: 5, 6 — позднепалеозойские: 5 — базит-ультрабазитовые комплексы офиолитовой ассоциации (первомайский респитовый дунит-перидотитовый и алучинский кумулятивный дунит-пироксенит-габбровый): а — преимущественно ультрамафиты, б — преимущественно габброиды; 6 — гранитоиды; 7–10 — позднемезозойские: 7 — субвулканы ненканского трахидацит-андезитового комплекса, 8 — позднеюрский баимский габбро-диабазовый комплекс, 9 — раннемеловые: весенинский гранодиоритовый; егдыгкычский габбро-монзонит-сиенитовый (Н — Ничанский, Ег — Егдыгкычский, Вн — Вукнейский массивы); 10 — ранне-позднемеловые: ранне-позднемеловой олойский габбро-гранодиоритовый, позднемеловой омчакский гранодиоритовый; 11 — разломы: а — главные, б — прочие; 12 — места отбора проб и их номера. БИКС — Бургахчанская интрузивно-купольная структура

туфогенно-осадочные отложения. Он представляет собой фрагмент палеозойского задугового бассейна.

Нами рассматривается участок Олойского вулканического пояса, который перекрывает юго-западную часть Яракваамского островодужного террейна. Этот участок пояса сложен среднеюрскими терригенными и туфотерригенными отложениями; верхнеюрскими вулканогенно-терригенными отложениями, а также нижнемеловыми (берриас-валанжинскими) терригенными, туфотерригенными и вулканогенно-терригенными отложениями (рис. 2). Мощность среднеюрских отложений составляет 450–550 м; верхнеюрских — от 1000 до 1500 м; нижнемеловых — около 3000 м. Складчатые деформации выражены в формировании пологих широких брахиморфных складок. Крылья складок часто осложнены сбросо-взбросовыми нарушениями.

Вулканогенно-осадочные стратифицированные образования сопровождаются субвулканическими телами в виде силлов и даек трахиандезитов, дацитов, риодацитов, базальтов.

Гипабиссальные интрузии представлены раннемеловыми весеннинским гранодиорит-диоритовым комплексом и егдыгкычским габбро-монцонит-сиенитовым комплексом.

Диориты, диорит-порфириды, субщелочные диорит-порфириды и спессартиты слагают раннюю фазу весеннинского комплекса; гранодиорит-порфиры, кварцевые диорит-порфириды, субщелочные кварцевые диорит-порфириды — позднюю фазу. Гранодиорит-порфиры поздней фазы весеннинского комплекса прорываются мелкими штоками и дайками егдыгкычского комплекса (Фурман, 2008).

Егдыгкычский комплекс участвует в строении нескольких массивов: Егдыгкычском (петротип), Провальнинском, Ничанском и Вукнейском. В составе комплекса выделено две фазы. Пироксениты, габбро, габбродиориты, монцодиориты, штоки и дайки диорит-порфиридов и лампрофиров составляют первую фазу; кварцевые монцониты, кварцевые монцодиорит-порфириды, сиениты, граносиениты, кварцевые сиениты, аплитовидные граниты, сиенит-порфиры, кварцевые сиенит-порфиры образуют вторую фазу (Фурман, 2008).

Ничанский массив расположен в верховьях р. Бургахчан, на ее правом берегу. Протяженность массива составляет 12 км в меридиональном направлении, ширина — от 2 до 5 км, площадь — около 40 км<sup>2</sup> (см. рис. 2). Туфогенно-терригенные (туфо-алевро-песчаные и туфо-песчано-конгломератовые) отложения верхней юры, вулканогенные отложения верхней юры (титона) — нижнего мела (берриаса) и базальты–трахиандезиты нижнего мела (берриаса) являются вмещающими для пород Ничанского массива.

Породы Ничанского массива представлены габброидами и монцодиоритами (ранняя фаза), кварцевыми монцонитоидами (вторая фаза) и диоритами, гранодиоритами (поздняя фаза). Породы ранней и второй фазы относятся к егдыгкычскому комплексу, поздней фазы — к весеннинскому (Фурман, 2008).

Вукнейский массив расположен в междуречье Теленеута и Вукваама, вытянут примерно на 35 км в субмеридиональном направлении и сложен образованиями егдыгкычского комплекса: габброидами, монцодиоритами, кварцевые монцодиоритами и сиенитами. Массив прорывает киммеридж-волжские вулканогенно-терригенные отложения и вулканиды нижнего берриаса.

Ранее породы егдыгкычского комплекса датировались K–Ar методом: возраст пород Егдыгкычского массива варьировал от 146 до 92 млн лет (Геодинамика..., 2006). Единственная U–Pb датировка, полученная в 1992 г. М.П. Сесилом и П. У. Лейером, составляла  $142 \pm 2$  млн лет (Городинский, Шпикерман, 1994).

## 2. Методы исследования

Акцессорные цирконы для U–Th–Pb геохронологических исследований были выделены в Геологическом институте РАН с использованием стандартных методик плотностной и магнитной сепарации (Ляхович, 1981).

U–Pb SIMS датирование цирконов осуществлялось на вторично-ионном микрозонде SHRIMP-II в Центре изотопных исследований (ЦИИ) Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского. Измерения изотопных отношений U и Pb проводились по традиционной методике, принятой в ЦИИ (Williams, 1998). U–Pb отношения нормализовались на значение 0,0668, приписанное стандартному циркону TEMORA, что соответствует возрасту этого циркона 416,75 млн лет (Black et al., 2003). Католюминесцентные изображения были получены на сканирующем электронном микроскопе CamScan MX2500 (приложения 2.1, 2.2<sup>1</sup>). Полученные данные обрабатывались с помощью программы SQUID (Ludwig, 2001). Результаты датирования приведены в приложении 2.3. Для построения графиков с конкордией использовалась программа ISOPLOT/EX (Ludwig, 2003).

Датирование цирконов U–Pb LA-ICP-MS методом было проведено в GEMOC-центре Университета Маквори (г. Сидней, Австралия). Изотопная U–Pb система цирконов была изучена с использованием аппаратуры ICP-MS Agilent 7700 и лазерной системы Photon Machines Excimer 193. Диаметр абляционного кратера составлял около 30–40 мкм. Подробное описание аналитических процедур U–Pb датирования см.: (Jackson et al., 2004). Для обеспечения более стабильных сигналов и получения более воспроизводимого фракционирования отношения Pb/U аналитические измерения выполнялись в гелии. Контроль над воспроизводимостью и стабильностью работы аппаратуры осуществлялся с использованием стандартов циркона 91500 и Mud Tank. Расчет U–Pb возраста производился с помощью программного обеспечения GLITTER (Griffin et al., 2008), а построения U–Pb диаграмм — с использованием программы ISOPLOT/EX (Ludwig, 2003). Результаты датирования приведены в приложении 2.4.

## 3. Результаты U–Pb геохронологических исследований

Для U–Pb изотопно-геохронологических исследований было отобрано девять проб из пород егдыгкычского комплекса Ничанского и Вукнейского массивов, а также из вулканитов и туфов кислого состава из вмещающих отложений. Для восьми проб было проведено U–Pb SIMS датирование, для одной пробы — U–Pb LA-ICP-MS датирование.

Монцодиориты, кварцевые монцодиориты и гранодиориты Ничанского массива (пробы 12402, 12403, 12410, 1174А) содержат идиоморфные и субидиоморфные, прозрачные и полупрозрачные желтого цвета зерна цирконов. Их размер ва-

<sup>1</sup> Здесь и далее приложения 2.1–2.4 можно найти по электронному адресу: <https://escjournal.spbu.ru/article/view/3273/4482>. Приложения даны в авторской редакции.

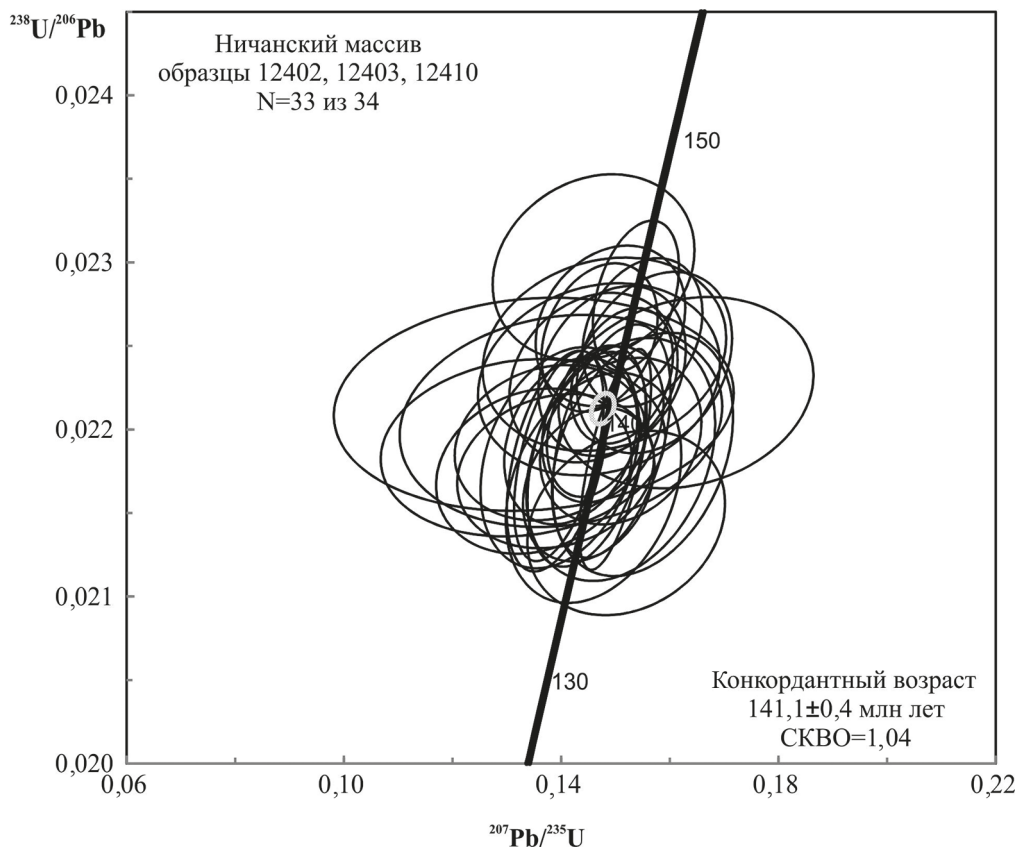


Рис. 3. Диаграмма с конкордией для цирконов из пород Ничанского массива, датированных U–Pb SIMS методом

рирует от 100 до 3300 мкм ( $K_{удл} = 2,0–4,5$ ) (см. приложение 2.1), и они характеризуются хорошо выраженной магматической осцилляционной зональностью, редко секториальной. Величины отношения в них Th/U изменяются от 0,3 до 0,89, что характерно для цирконов магматического генезиса (приложения 2.3, 2.4).

По результатам U–Pb SIMS датирования цирконов из трех проб пород Ничанского массива были получены конкордантные возрасты  $139 \pm 2$ ,  $141 \pm 1$  и  $142 \pm 1$  млн лет (Кара, 2018). Эти показатели образцов близки, что позволяет объединить их вместе для получения более точного возраста  $141,1 \pm 0,4$  млн лет, приведенного на рис. 3.

Для одной пробы цирконов 1174А из кварцевых монцодиоритов, датированных U–Pb LA-ICP-MS методом, точки изотопного состава образуют дискордию, нижнее пересечение которой с конкордией отвечает возрасту  $139 \pm 5$  млн лет (рис. 4а), а средневзвешенный возраст составляет  $140 \pm 3$  млн лет (рис. 4б). Эти возрасты в пределах ошибки перекрываются с возрастом Ничанского массива, полученным U–Pb SIMS методом.

Цирконы из кварцевых монцодиоритов и гранодиоритов Вукнейского массива (пробы 70263, 70266, 70274) представлены идиоморфными призматическими кристаллами и их фрагментами, прозрачными и желтого цвета. Размер кристал-

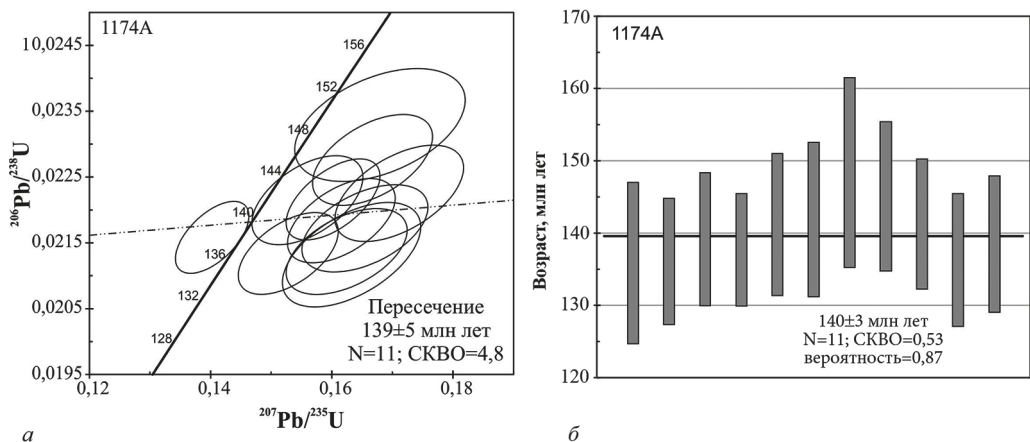


Рис. 4. Диаграмма с конкордией (а) для цирконов из кварцевых монцодиоритов Ничанского массива, датированных U–Pb LA-ICP-MS методом, и средневзвешенный возраст для тех же пород (б)

лов циркона варьирует от 150 до 400 мкм ( $K_{удл} = 2,4-4,0$ ) (см. приложение 2.2 А–В). Магматическая зональность присутствует, но не везде хорошо проявлена на катодoluminesцентных изображениях. В ряде мест видно, что она параллельна граням кристаллов цирконов. Величины отношения в них Th/U изменяются от 0,41 до 1,25 (преобладают значения от 0,5 до 0,8), что характеризует цирконы как магматические (см. приложение 2.3).

U–Pb SIMS датирование цирконов из указанных проб пород Вукнейского массива дало конкордантные возрасты  $139 \pm 2$ ,  $143 \pm 1$  и  $144 \pm 1$  млн лет (Кара, 2018). Так же, как и в случае Ничанского массива, возрасты образцов близки, что позволяет объединить их вместе для получения более точного возраста  $142,6 \pm 0,4$  млн лет, приведенного на рис. 5.

В пробах цирконов из флюидального дацита и кристаллокластического туфа (70282, 70283) кислого состава из вмещающих Вукнейский массив вулканогенно-осадочных отложений присутствуют идиоморфные и субидиоморфные кристаллы и их фрагменты, желтые, рыжевато-желтые и прозрачные. Размеры кристаллов циркона находятся в интервале 70 до 250 мкм ( $K_{удл} = 1,5-3,5$ ) (приложение 2.1 Г, Д). Для них характерна хорошо выраженная магматическая осцилляционная зональность. Величины отношения в них Th/U изменяются от 0,29 до 0,72, что характерно для цирконов магматического генезиса.

При U–Pb SIMS датировании десяти кристаллов циркона из проб дацита и туфа был получен одинаковый конкордантный возраст  $147 \pm 3$  млн лет (рис. 6а, б).

#### 4. Обсуждение и выводы

Особенности морфологии цирконов всех проанализированных образцов и величины отношений в них Th/U свидетельствуют об их магматическом происхождении. Это позволяет рассматривать полученные для них оценки возраста как возраст кристаллизации пород егдыгычского комплекса массивов Ничан и Вукнейский, а также как время формирования вулканитов и туфов из вмещающих отложений,



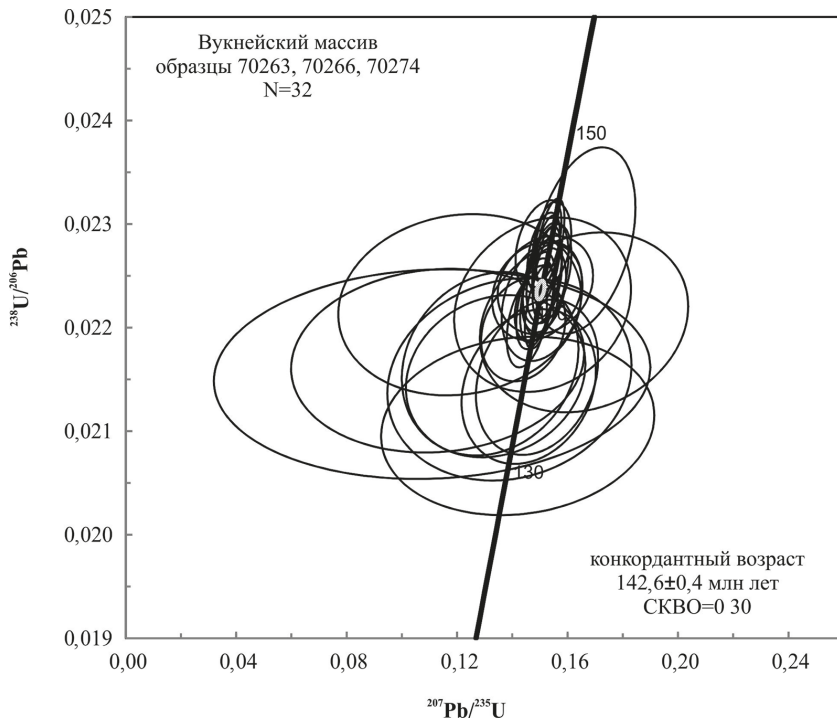


Рис. 5. Диаграмма с конкордией для цирконов из пород Вукнейского массива, датированных U–Pb SIMS методом

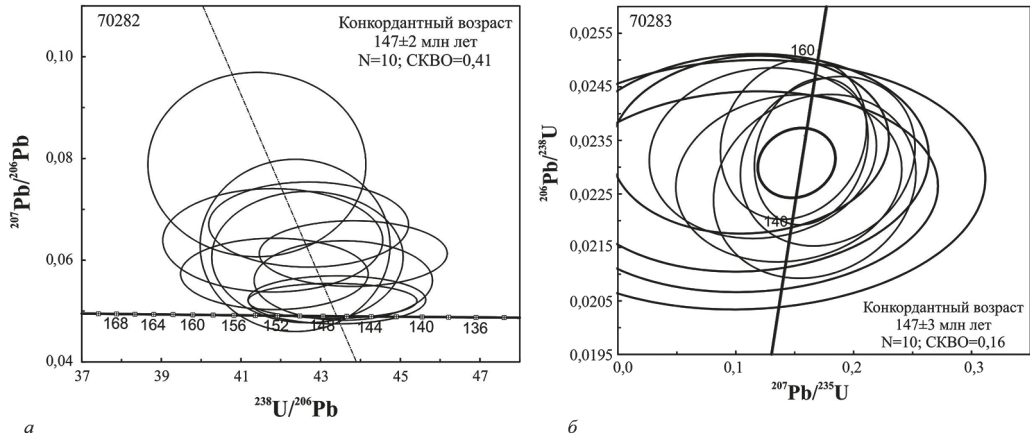


Рис. 6. Диаграммы с конкордией для цирконов из вмещающих Вукнейский массив отложений (дацита и туфа кислого состава), датированных U–Pb SIMS методом: а — проба 70282; б — проба 70283

что подтверждается палеонтологическими данными для осадочной части разреза (Фурман, 2008). Все оценки возраста пород егдыгычского комплекса соответствуют раннему мелу (берриасу–валанжину) (International..., 2018). В последние годы для пород раннемеловых интрузивных массивов и ассоциирующей рудной минерализации в районе Баимской рудной зоны были также получены новые данные о возрасте

с использованием U–Pb и Rb–Sr методов датирования, которые укладываются в интервал 144–139 млн лет и хорошо коррелируются с нашими данными (Читалин и др., 2016; Бакшеев и др., 2014; Котова и др., 2012; Moll-Stalcup, 1995). Кроме того, цирконы из сиенитов дайковых тел, секущих позднеюрские осадочные породы Южно-Анъюской зоны к северу от рассматриваемого региона (р. Большой Анюй, к западу от Алучинского массива) и также относимых к егдыгкычскому комплексу, были датированы LA-ICP-MS методом (Amato et al., 2015). Были получены средневзвешенные возрасты  $135 \pm 4$  и  $144 \pm 3$  млн лет, что также согласуется с полученными нами данными.

Оценки возраста, установленные для вмещающих пород, соответствуют концу поздней юры (титону) — началу раннего мела (берриасу).

Выявленные нами новые U–Pb геохронологические данные в совокупности с опубликованными позволяют уверенно выделять единую вулкано-плутоническую ассоциацию позднеюрского (титонского) — раннемелового (берриас–валанжинского) возраста Олойского вулканического пояса.

Рудная Au–Mo–Cu минерализация на рассматриваемой площади генетически связана с массивами, сложенными породами егдыгкычского комплекса и приурочена к их контактам с вмещающими вулканогенно-осадочными породами или к контактам отдельных фаз, поэтому новые геохронологические данные позволят более четко определить возрастные рамки медно-порфирового и золотого оруденения и прогнозировать участки, перспективные на его обнаружение.

## Литература

- Бакшеев, И. А., Николаев, Ю. Н., Прокофьев, В. Ю., Марущенко, Л. И., Нагорная, Е. В., Читалин, А. Ф., Сидорина, Ю. Н., Калько, И. А., 2014. Золото-молибден-медно-порфирово-эпитермальная система Баимской рудной зоны, Западная Чукотка, в: Металлогения древних и современных океанов 2014. ИМин УрО РАН, Миасс, 108–112.
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России, 2006 / Ханчук, А. И. (под ред.). Кн. 1. Дальнаука, Владивосток.
- Городинский, М. Е., Шпикерман, В. И., 1994. Медь, в: Очерки металлогении и геологии рудных месторождений Северо-Востока России. СВНЦ ДВО РАН, Магадан, 76–81.
- Зоненшайн, Л. П., Кузьмин, М. И., Натанов, Л. М., 1990. Тектоника литосферных плит территории СССР. Т. 2. Наука, Москва.
- Кара, Т. В., 2018. Новые геохронологические данные о возрасте интрузивных и субвулканических комплексов Алазейско-Олойской складчатой системы (Западная Чукотка). Тихоокеанская геология 6, 107–115.
- Котова, М. С., Нагорная, Е. В., Аносова, М. О., Костицын, Ю. А., Бакшеев, И. А., Николаев, Ю. Н., Калько, И. А., 2012. Датирование метасоматического процесса и рудоносных гранитоидов медно-порфировых месторождений Находкинского рудного поля (Западная Чукотка), в: Материалы V Российской конференции по изотопной геохронологии. ИГЕМ РАН, Москва, 181–184.
- Ляхович, В. В., 1981. Методы сепарации акцессорных минералов. Недра, Москва.
- Соколов, С. Д., 2010. Очерк тектоники Северо-Востока Азии. Геотектоника 6, 60–78.
- Соколов, С. Д., Тучкова, М. И., Ганелин, А. В., Бондаренко, Г. Е., Лэйер, П., 2015. Тектоника Южно-Анъюской сутуры (Северо-Восток Азии). Геотектоника 1, 5–30.
- Тектоника, геодинамика и металлогения территории республики Саха (Якутия), 2001 / Парфенов, Л. М., Кузьмин, М. И. (под ред.). Наука / Интерпериодика, Москва.
- Фурман, А. О., 2008. Отчет о работах по объекту «Оценка перспектив благороднометалльного оруденения Бургахчанской площади за 2003–2006 гг. Кн. 1. Билибино.
- Читалин, А. Ф., Николаев, Ю. Н., Бакшеев, И. А., Прокофьев, В. Ю., Фомичев, Е. В., Усенко, В. В., Нагорная, Е. В., Марущенко, Л. И., Сидорина, Ю. Н., Джеджева, Г. Т., 2016. Порфирово-эпитермальные системы Баимской рудной зоны, Западная Чукотка, в: Проблемы минерагении, экономической геологии и минеральных ресурсов / Старостин, В. И. (под ред.). Ч. I. МАКС Пресс, Москва.

- Black, L. P., Kamo, S. L., Allen, C. M., Aleinikoff, J. N., Davis, D. W., Korsch, R. J., Foudoulis, C., 2003. TEMORA 1: a new zircon standard for Phanerozoic U–Pb geochronology. *Chemical Geology* 200, 155–170.
- Griffin, W. L., Powell, W. J., Pearson, N. J., O'Reilly, S. Y., 2008. Glitter: Data reduction software for laser ablation ICP-MS. In: *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues*. Mineralogical Association of Canada Short Course Series / Sylvester P. J. (ed.). Short Course 40, Vancouver, 308–311.
- International chronostratigraphic chart, 2017. URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02.pdf> (date accessed: 10.11.2018).
- Jackson, S. E., Pearson, N. J., Griffin, W. L., Belousova, E. A., 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology. *Chemical Geology* 211, 47–69.
- Ludwig, K. R., 2001. SQUID 1.02, a User Manual, a Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkley Geochronology Center Special Publication, Berkeley.
- Ludwig, K. R., 2003. User's Manual for Isoplot/Ex, Version 3.00, a Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkley Geochronology Center Special Publication, Berkeley.
- Moll-Stalcup, E. J., Krogh, T. E., Kamo, S., 1995. Geochemistry and U–Pb geochronology of arc-related magmatic rocks, Northeastern Russia. In: *Abstracts and Programs 91<sup>st</sup> Annual Cordilleran Section of USGS*. Fairbanks, 65.
- Nokleberg, W. J., Parfenov, L. M., Monger, J. W. H., Norton, I. O., Khanchuk, A. I., Stone, D. B., Scotese, C. R., Scholl, D. W., Fujita, K., 2000. Phanerozoic Tectonic Evolution of the Circum-North Pacific, Professional Paper 1626. U.S. Geological Survey, Denver.
- Williams, I. S., 1998. U–Th–Pb Geochronology by ion microprobe Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes. *Review Economic Geology* 7, 1–35.

Статья поступила в редакцию 12 декабря 2018 г.

Статья рекомендована в печать 3 июня 2019 г.

#### Контактная информация:

Кара Тарас Валерьевич — [KaraTV@Polyusgeo.com](mailto:KaraTV@Polyusgeo.com)  
 Лучицкая Марина Валентиновна — [luchitskaya@ginras.ru](mailto:luchitskaya@ginras.ru)  
 Катков Сергей Михайлович — [sergkat@yandex.ru](mailto:sergkat@yandex.ru)  
 Белусова Елена Алимовна — [elena.belousova@mq.edu.au](mailto:elena.belousova@mq.edu.au)

### Late jurassic–early cretaceous volcanic–plutonic assemblage of Oloy belt, Western Chukotka: U–Pb SIMS AND LA-ICP-MS data\*

T. V. Kara<sup>1</sup>, M. V. Luchitskaya<sup>2</sup>, S. M. Katkov<sup>1</sup>, E. A. Belousova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ltd UK “Polyus”,

13-1, Tverskoy bul., Moscow, 123104, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal State Institution of Science Geological Institute

of Russian Academy of Sciences,

7, Pyzhevsky per., Moscow, 119017, Russian Federation

<sup>3</sup> GEMOC ARC National Key Centre, Department of Earth and Planetary Sciences,

Macquarie University, NSW 2109, Sydney, Australia

**For citation:** Kara T. V., Luchitskaya M. V., Katkov S. M., Belousova E. A. (2019). Late jurassic–early cretaceous volcanic–plutonic assemblage of Oloy belt, Western Chukotka: U–Pb SIMS AND LA-ICP-MS data. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 64 (3), 421–433. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2019.303> (In Russian)

\* U–Pb SIMS dating of zircons from Egdygkychsky complex of Nichansky, Vukneysky plutons and host rocks was supported by the Russian Science Foundation (grant no. № 18-77-10073), and U–Pb LA-ICP-MS dating of zircons from the second phase of Nichansky pluton, in accordance with research plan of GIN RAS.

U–Pb (SIMS and LA-ICP-MS) age estimates are obtained for the Egdygkychsky complex of rocks of hypabyssal intrusions of Nichansky and Vukneysky plutons and volcanic rocks and tuffs of host rocks of the Oloy volcanic belt in the Alazey-Oloy fold belt. The Oloy volcanic belt is overlapping for a number of island arc terranes of the Alazey-Oloy fold belt. Nichansky and Vukneysky plutons are located in the southwestern part of the Yarakvaamsky terrane and are composed of rocks of Early Cretaceous Egdygkychsky gabbro-monzonite-syenite and Vesenninsky granodiorite-diorite complexes. Host strata for both plutons are volcanic-terigenous and volcanic rocks of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous periods. U–Pb SIMS zircon concordant age from three samples of rocks of the Nichansky pluton is  $141,1 \pm 0,4$  Ma. The weighted mean zircon age of quartz monzodiorites was dated by U–Pb LA-ICP-MS as  $140 \pm 3$  Ma.; this overlaps with the U–Pb SIMS age within error. U–Pb SIMS concordant zircon ages for the Vukneysky pluton is  $142,6 \pm 0,4$  Ma.; dacite and felsic tuff from host strata— $147 \pm 2$  and  $147 \pm 3$  Ma. Affinities of zircon morphology for all analyzed samples and Th/U ratios in them indicate their magmatic genesis. This makes it possible to consider obtained age estimates as the crystallization age of the Egdygkychsky complex of Nichansky and Vukneysky plutons and the time interval of host strata (volcanic rocks and tuffs) formation. New U–Pb geochronological data allow researchers to confidently distinguish a single volcanic-plutonic assemblage of Late Jurassic (Tithonian)–Early Cretaceous (Beriasian-Valanginian) age of the Oloy volcanic belt. Obtained data may be used for more distinct age limits of Au–Mo–Cu mineralization, located at the contacts between the Egdygkychsky complex rocks and host volcanic-sedimentary rocks or at the contacts between separated intrusive phases of the complex.

**Keywords:** Oloy volcanic belt, Egdygkychsky complex, terrane, Nichansky and Vukneysky plutons, U–Pb dating, zircon.

## References

- Amato, J. M., Toro, J., Akinin, V. V., Hampton, B. A., Salnikov, S., Tuchkova, M., 2015. Tectonic evolution of the Mesozoic South Anyui suture zone, Eastern Russia: a critical component of paleogeographic reconstructions of the Arctic region. *Geosphere* 11, 1–34.
- Baksheyev, I. A., Nikolayev, Yu. N., Prokof'ev, V. Yu., Marushchenko, L. I., Nagornaya, E. V., Chitalin, A. F., Sidorina, Yu. N., Kal'ko, I. A., 2014. Gold-molybdenum-copper-porphyry-epithermal system of Baimskaya ore zone, Western Chukotka. In: *Metallogeniia drevnikh i sovremennykh okeanov 2014. Materialy 20<sup>th</sup> nauchnoi molodezhnoi shkoly*. IMIN UrO RAN, Miass, 108–112. (In Russian)
- Black, L. P., Kamo, S. L., Allen, C. M., Aleinikoff, J. N., Davis, D. W., Korsch, R. J., Foudoulis, C., 2003. TEMORA 1: a new zircon standard for Phanerozoic U–Pb geochronology. *Chemical Geology* 200, 155–170.
- Chitalin, A. F., Nikolayev, Yu. N., Baksheyev, I. A., Prokof'ev, V. Yu., Usenko, V. V., Nagornaya, E. V., Marushchenko, L. I., Sidorina, Yu. N., Dzhezheya, G. T., 2016. Porphyry-epithermal systems of Baimskaya ore zone, Western Chukotka. *Problemy mineragenii, ekonomicheskoi geologii i mineral'nykh resursov / Starostin, V. I. (ed.)*. Ch. I. MAKS Press Publ., Moscow. (In Russian)
- Furman, A. O., 2008. Report on works at the object «Estimation of prospects of metal mineralization of Burgakhchan square, 2003–2006». Book 1. Bilibino. (In Russian)
- Geodynamics, magmatism and metallogeny of Russian East, 2006 / Khanchuk, A. I. (ed.). Book 1. Dal'nauka Publ., Vladivostok. (In Russian)
- Gorodinsky, M. E., Shpikerman, V. I., 1994. Copper. In: *Ocherki metallogeni i geologii rudnykh mestorozhdenii Severo-Vostoka Rossii*. SVNTs DVO RAN, Magadan, 76–81. (In Russian)
- Griffin, W. L., Powell, W. J., Pearson, N. J., O'Reilly, S. Y., 2008. Glitter: Data reduction software for laser ablation ICP–MS. In: *Laser Ablation ICP–MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues*. Mineralogical Association of Canada Short Course Series / Sylvester, P. J. (ed.). Short Course 40, Vancouver, 308–311.
- International chronostratigraphical chart, 2017. URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-08.pdf> (date accessed: 10.11.2018).

- Jackson, S. E., Pearson, N. J., Griffin, W. L., Belousova, E. A.*, 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology. *Chemical Geology* 211, 47–69.
- Kara, T. V.*, 2018. New geochronological data on the age of intrusive and subvolcanic complexes of Alazey-Oloy fold system (West Chukotka). *Tikhookeanskaia geologiya* 6, 107–115. (In Russian)
- Kotova, M. S., Nagornaya, E. V., Anosova, M. O., Kostitsyn, Yu. A., Baksheyev, I. A., Nikolayev, Yu. N., Kal'ko, I. A.*, 2012. Dating of metasomatic process and ore-bearing granitoids of copper-porphyry deposits of Nakhodka ore field (Western Chukotka). In: *Materialy V Rossiiskoi konferentsii po izotopnoi geokhologii*. IZEM RAN, Moscow, 181–184. (In Russian)
- Ludwig, K. R.*, 2001. SQUID 1.02, a User Manual, a Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication, Berkeley.
- Ludwig, K. R.*, 2003. User's Manual for Isoplot/Ex, Version 3.00, a Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication, Berkeley.
- Lyahovich, V. V.*, 1981. Methods of separation of accessory minerals. Nedra Publ., Moscow. (In Russian)
- Moll-Stalcup, E. J., Krogh, T. E., Kamo, S.*, 1995. Geochemistry and U–Pb geochronology of arc-related magmatic rocks, Northeastern Russia. In: *Abstracts and Programs 91<sup>st</sup> Annual Cordilleran Section of USGS*. Fairbanks, 65.
- Nokleberg, W. J., Parfenov, L. M., Monger, J. W. H., Norton, I. O., Khanchuk, A. I., Stone, D. B., Scotese, C. R., Scholl, D. W., Fujita, K.*, 2000. Phanerozoic Tectonic Evolution of the Circum-North Pacific, Professional Paper 1626, U.S. Geological Survey, Denver.
- Sokolov, S. D., Tuchkova, M. I., Ganelin, A. V., Bondarenko, G. E., Layer, P.*, 2015. Tectonics of South-Anui suture (Norht-East Asia). *Geotektonika* 1, 5–30. (In Russian)
- Sokolov, S. D.*, 2010. Tectonics sketch of North-East Asia. *Geotectonics* 6, 60–78. (In Russian)
- Tectonics, geodynamics and metallogeny of Sakha (Yakutia) Republic territory, 2001 / Parfenov, L. M., Kuz'min, M. I. (eds). Nauka/Interperiodika Publ., Moscow. (In Russian)
- Williams, I. S.*, 1998. U–Th–Pb Geochronology by ion microprobe. Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes. *Review Economic Geology* 7, 1–35.
- Zonenshain L. P., Kuz'min, M. I., Natapov, L. M.*, 1990. Tectonic of lithospheric plates of the USSR territory. Vol. 2. Nauka Publ., Moscow. (In Russian)

Received: December 12, 2018

Accepted: June 3, 2019

#### Contact information:

*Taras V. Kara* — KaraTV@Polyusgeo.com

*Marina V. Luchitskaya* — luchitskaya@ginras.ru

*Sergey M. Katkov* — sergkat@yandex.ru

*Elena A. Belousova* — elena.belousova@mq.edu.au