

УДК 553

НОВЫЕ ДАННЫЕ U/Pb-ДАТИРОВАНИЯ МЕЛОВЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД КОМСОМОЛЬСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (СРЕДНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)

© 2024 г. А. Ю. Лебедев*, И. А. Александров, В. В. Ивин

Представлено академиком РАН А. И. Ханчуком 04.12.2023

Поступило 05.12.2023 г.

После доработки 28.12.2023 г.

Принято к публикации 29.12.2023 г.

Комсомольский оловорудный район расположен в районе Мяочанского хребта в Среднем Приамурье (Хабаровский край) в пределах Баджальского аккреционного террейна Сихотэ-Алинского орогенного пояса. В работе представлены новые результаты U/Pb-датирования по циркону тоналита мяочанского комплекса Силинского интрузивного массива (99.7 ± 1.1 млн лет) и риолитов нижней части холдаминской свиты (98.4 ± 1.0 и 98.7 ± 1.2 млн лет) из северо-восточной части Комсомольского района. Геохимические характеристики изученных пород показывают, что гранитоиды мяочанского комплекса относятся к породам I-типа, а синхронные риолиты холдаминской свиты отличаются высокими значениями глиноземистости и соответствуют породам S-типа. Новые данные о составе и раннесеноманском возрасте пород позволяют рассматривать рудно-магматическую систему Комсомольского рудного района как часть выделенной ранее альб-сеноманской магматической провинции Тихоокеанской Азии.

Ключевые слова: Комсомольский рудный район, Сихотэ-Алинский орогенный пояс, Баджальский террейн, магматические породы, U/Pb-датирование циркона, сеноман

DOI: 10.31857/S2686739724040025

Комсомольский оловорудный район расположен в районе Мяочанского хребта в Среднем Приамурье (Хабаровский край) в пределах Баджальского аккреционного террейна Сихотэ-Алинского орогенного пояса. Основание террейна составляют юрские терригенные отложения с глыбами пермь-триасовых пород океанической плиты (известняки, кремнистые и кремнисто-глинистые породы, базальты). В пределах Комсомольского района распространены меловые магматические породы, которые относят к Мяо-Чанской вулканической зоне Хингано-Охотского ареала [3] (рис. 1 а). Происхождение последнего связывают с обстановкой трансформной континентальной окраины [8].

Вулканические породы Комсомольского рудного района (КРР) на государственных геологических картах в настоящее время объединены в холдаминскую и амутскую свиты, а интрузивные породы от габбро до лейкогранитов

в мяочанский комплекс [4]. Крупные (Соболиное, Перевальное, Фестивальное) и средние (Придорожное, Солнечное, Октябрьское) месторождения КРР сосредоточены в его северо-восточной части и объединены в Силинский медь-вольфрам-оловорудный узел [4]. Объектами данного исследования являются гранитоиды Силинского интрузивного массива и вулканы холдаминской свиты к северу от Фестивального Cu–W–Sn-месторождения, для которых отсутствуют современные изотопные датировки (рис. 1 б). С гранитоидами Силинского массива связывают рудную минерализацию [5], а рудные зоны месторождений расположены в юрских терригенных отложениях и породах холдаминской и амутской свит (рис. 1 б).

Холдаминская свита является наиболее изменчивым в фациальном отношении стратонем КРР и разделена на 4–5 ритмопачек [4, 5]. Нижние горизонты пачек сложены конгломератами и туфо-терригенными породами, с редкими линзами туфов и туффитов кислого состава, а верхние — туфами, игнимбритами, реже лавами. Для магматических пород свиты характерна антидромная последовательность — их

Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Владивосток, Россия
*E-mail: lcah@mail.ru

состав меняется от риолитов в 1–2-й ритмопачках до риодацитов и дацитов в 3-й и 4-й соответственно. Максимальная мощность отложений холдаминской свиты около 1800 м. Возраст свиты датируется по остаткам флоры как альб-сеноман [4, 5]. Амутская свита сложена лавами и туфами среднего состава. Ее мощность составляет до 2100 м. По палеоботаническим данным свита датирована сеноманом [4].

Интрузивные породы КРР отнесены к мяочанскому комплексу и разделены на три [4] или пять [5] фаз (рис. 1 б). При пятифазном разбиении, используемом в данной работе, к первой фазе относятся малые тела габбро и габбродиоритов. В состав 2-й, 3-й и 4-й фаз включена основная масса гранитоидов, представленных преимущественно диоритами и кварцевыми диоритами (2), гранодиоритами (3) и гранитами (4) соответственно (они же 1–3-я фазы по трехчленной схеме [4]). К 5-й фазе отнесены лейкограниты, имеющие наименьшее распространение [5].

Возраст гранитоидов мяочанского комплекса принят позднемеловым в связи с тем, что по ряду свидетельств они прорывают породы холдаминской и амутской свит [4, 5]. Исследователями КРР ранее предлагались различные схемы и хронология магматизма района. В.Г. Гоневчук с коллегами относил породы Силинского массива, которые сейчас относят ко второй фазе мяочанского комплекса (рис. 1 б) [5], к силинскому вулcano-плутоническому комплексу совместно с андезитами амутской свиты [3]. По поводу комагматичности этих образований существует относительный консенсус [4, 5]. Гранодиориты третьей фазы в свою очередь были отнесены к более молодому чалбинскому комплексу по имени крупного гранитоидного массива, расположенного в юго-западной части КРР, в пределах которого представлен основной объем данных пород [3].

Для меловых магматических пород КРР существуют K/Ar- и Rb/Sr-датировки в широком диапазоне от 130 до 72 млн лет [3]. U/Pb-возраст по циркону определен только для двух образцов гранитов из расположенного к юго-западу от рассматриваемой площади Чалбинского рудного района — одного из Чалбинского массива, относимого авторами к одноименному комплексу, и второго — из мелкого тела “силинского комплекса” [3]. При этом для них получены близкие возрасты — 92.4 ± 0.8 млн лет для “силинского” гранита и 91.5 ± 0.8 млн лет — для “чалбинского” [3]. Для магматических пород Силинского

интрузивного массива и в целом Силинского рудного узла U/Pb-датировки отсутствуют.

ОБРАЗЦЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для определения возраста магматических пород КРР было выполнено U/Pb-датирование циркона из тоналита второй фазы мяочанского комплекса из Силинского массива и двух образцов риолита из нижних 1–2-й ритмопачек холдаминской свиты. Порфириовидный тоналит (обр. Х17-84) сложен плагиоклазом, кварцем, амфиболом, биотитом и КПШ. Риолиты (обр. Б22-026 и Б22-54а) представляют собой породы флюидальной текстуры и порфириовой структуры со стекловатой основной массой. Вкрапленники представлены кварцем, КПШ и плагиоклазом. В основной массе также присутствует сильно измененный темноцветный минерал. В качестве акцессорных минералов породы содержат циркон, рудный минерал, иногда апатит.

Локальный анализ изотопного состава U-Pb-Th циркона в описанных образцах выполнен по стандартной методике [13] на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Agilent 7500a с системой лазерной абляции UP-213 (“New Wave Research”). Диаметр абляционного кратера составлял 40 мкм. Предварительно были изучены катодолюминесцентные изображения циркона, полученные с использованием приставки Gatan MiniCL, установленной на электронно-зондовый микроанализатор “JEOL” JXA-8100.

Для изучения геохимических особенностей магматических пород КРР был выполнен элементный анализ 10 образцов: тоналит и гранодиориты Силинского массива, риолиты 1–2-й ритмопачек и дациты 3–4-й ритмопачек холдаминской свиты. Определение содержания петрогенных элементов (кроме SiO_2) проводилось на атомно-эмиссионном с индуктивно связанной плазмой спектрометре (iCAP 7600 Duo), а содержания микроэлементов — методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS Agilent 7500с). Для разложения образцов использовалась процедура сплавления с метабора́том лития. Концентрации H_2O^- , ППП и SiO_2 определялись методом гравиметрии.

Все аналитические работы выполнялись в Центре коллективного пользования ДВГИ ДВО РАН.

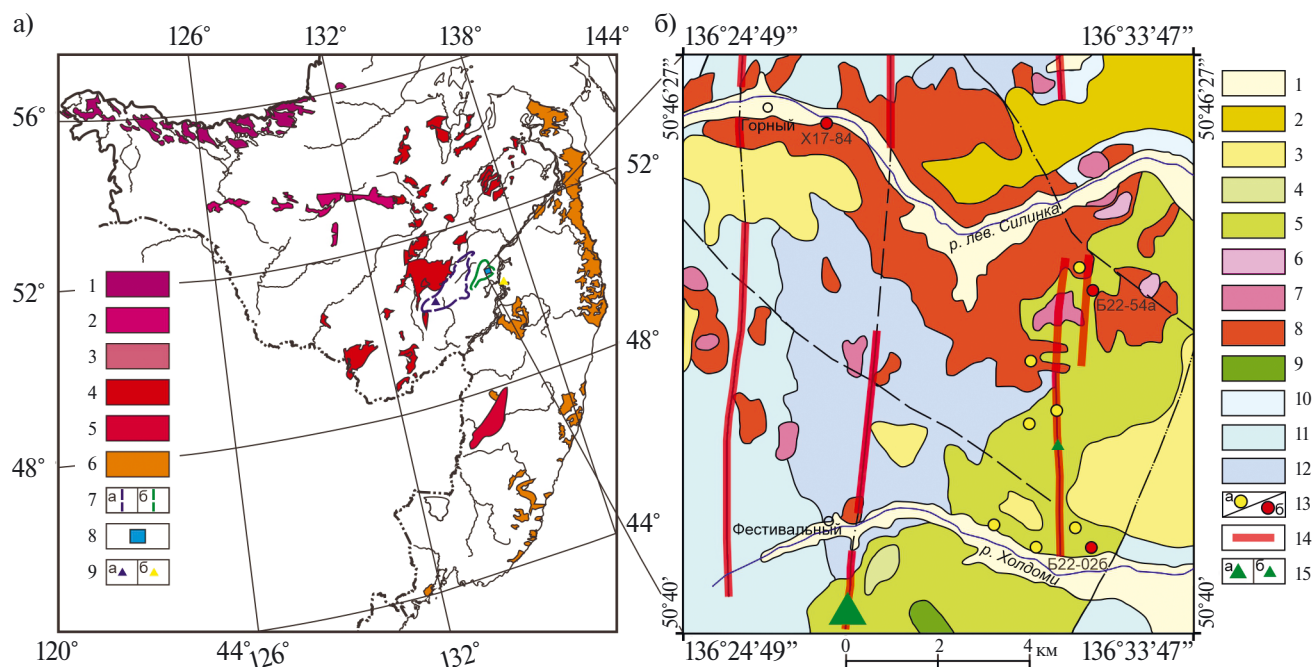


Рис. 1. Геологическая позиция района исследований.

(а) Фрагмент схемы размещения магматических поясов, зон и ареалов обстановок трансформных континентальных окраин Дальнего Востока России (по [8] с изменениями).

1 – Становой плутонический пояс (юра-мел); 2 – Умлекано-Огоджинский вулканоплутонический пояс (юра-мел); 3 – Хунгари-Татинский плутонический пояс (ранний мел); 4 – Хингано-Охотский ареал (ранний мел-ранний сеноман); 5 – Алчанская зона (ранний мел); 6 – Хасано-Амурский ареал (палеоцен-миоцен); 7 – контуры рудных узлов (по [4]): а) Баджалский; б) Комсомольский; 8 – район исследований (б); 9 – месторождения: а) Правоурмийское; б) Малмыж. (б) Геологическая карта района исследований ([5] с изменениями).

1 – четвертичные отложения; 2 – совгаванская свита (N_2-Q_1); 3 – кизинская свита (N_1); 4 – амутская свита (K_2); 5 – холдаминская свита (K_{1-2}); 6–9 – мяочанский диорит-гранодиорит-лейкогранитовый комплекс (K_2): 6 – пятая фаза (лейкограниты); 7 – третья фаза (гранодиориты); 8 – вторая фаза (кварцевые диориты); 9 – первая фаза (габбро); 10 – падалинская свита (J_3); 11 – силинская свита (J_3); 12 – ульбанская свита (J_2); 13 – места отбора проб: а) все изученные, б) датированные; 14 – рудоконтролирующие дизъюнктивы; 15 – месторождения: а) Фестивальное; б) Октябрьское.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Составы изученных пород нанесены на геохимические диаграммы (рис. 2), которые демонстрируют, что интрузивные породы мяочанского комплекса представлены магнезиальными известковыми умеренно глиноземистыми гранитоидами (рис. 2 а–в). Вулканыты холдаминской свиты попадают в поля магнезиальных (дациты) и железистых (риолиты) известково-щелочных (реже – известковых) высокоглиноземистых магматических пород (рис. 2 а–в). Причем в случае риолитов вплоть до весьма высокоглиноземистых (рис. 2 в).

Для сравнения на диаграммах (рис. 2 а–в) также приведены точки составов трех групп магматических пород: “силинских” гранитоидов и риолитов холдаминской свиты из юго-западной части КРР за пределами Силинского рудного узла [3, 14] (1); рудоносных гранитоидов

из окрестностей W–Cu–Sn-Правоурмийского месторождения Баджалского рудного района (рис. 1 а) [2] (2); и диоритоидов мяочанского комплекса золото-медно-порфировых рудных полей Малмыж и Пони, расположенных южнее в пределах Журавлевско-Амурского террейна (рис. 1 а) [7] (3). Как видно по диаграммам (рис. 2 а–в), риолиты из работы [3] резко отличаются по глиноземистости, а также среди них присутствуют магнезиальные разности. Изученные коллегами [3] “силинские” гранитоиды в целом близки по составу охарактеризованным здесь, кроме того, что более дифференцированные разности имеют и более щелочной характер (рис. 2 б). Граниты Баджалского рудного района [2] представляют собой поздние дифференциаты своего ряда и отчасти геохимически сходны с изученными в данной работе риолитами (рис. 2 а, б). Однако уровень их глиноземистости гораздо ниже (рис. 2 в). В свою очередь породы

Малмыжского и Понийского рудных полей [7] в целом занимают на диаграммах (рис. 2 а–в) те же поля, что и остальные гранитоиды мяочанского комплекса (кроме щелочно-известкового понийского монцодиорита).

Спектры распределения микроэлементов в изученных породах представлены на мультиэлементных диаграммах (рис. 2 г, д). Редкоземельные элементы (РЗЭ) умеренно фракционированы — $(\text{La/Yb})_N$ от 3.6 до 7.7 для вулканитов и от 4.9 до 9.3 для гранитоидов (рис. 1 г). При этом в большей степени дифференцированы легкие РЗЭ: для образцов холдаминской свиты $(\text{La/Sm})_N$ в пределах 2.33–3.54 и $(\text{Gd/Yb})_N$ от 1.24 до 1.62, а в изученных интрузивных породах мяочанского комплекса — 2.63–3.15 и 1.13–1.52 соответственно (рис. 2 г). По размеру европиевой аномалии риолиты нижних пачек холдаминской свиты значительно отличаются от остальных пород — значение Eu/Eu^* у последних в пределах 0.57–0.76, тогда как в риолитах европиевый минимум гораздо более резкий, со значениями 0.25 и 0.37 (рис. 2 г). Кроме того, упомянутые риолиты четко отличаются большей обогащенностью РЗЭ, общая концентрация которых составляет 204–221 ppm (рис. 2 г). При этом у большинства образцов сумма РЗЭ варьирует от 118 до 180 ppm, а минимальное значение получено для тоналита — 89 ppm. На нормированных к примитивной мантии мультиэлементных диаграммах (рис. 2 д) присутствуют отрицательные аномалии Ba, Nb, Ta, Р и Ti и положительная аномалия Pb. При этом риолиты по Р и Ti обеднены до субмантийных значений.

“Силинские” гранитоиды и вулканиты холдаминской свиты, изученные В.Г. Гоневчуком с коллегами [3] (не показаны на диаграмме для сохранения ее читабельности), имеют в целом сходный характер распределения РЗЭ с гранодиоритами и дацитами (рис. 2 г), но европиевая аномалия в них выражена несколько резче ($\text{Eu/Eu}^* = 0.38–0.58$). Связанные с золото-меднопорфировым оруденением гранитоиды мяочанского комплекса [7], чьи мультиэлементные спектры для сравнения показаны на диаграммах (рис. 2 г, д), отличаются отсутствием значимой европиевой аномалии ($\text{Eu/Eu}^* = 0.94–1.1$) и меньшей суммой РЗЭ — 53.7–67.5 ppm для Малмыжского рудного поля и 94.6 ppm для Понийского (рис. 2 г). Также для них характерны более низкие концентрации других микроэлементов и положительная аномалия Sr (рис. 2 д).

Выполнено U/Pb-датирование циркона образца тоналита мяочанского комплекса (30 зерен)

и двух образцов риолитов нижних пачек холдаминской свиты (по 18 зерен). Исследованные зерна циркона как идиоморфные с осцилляторной зональностью, так и округлой формы (рис. 3 а). У некоторых присутствует секториальная зональность. Размер зерен 80–270 мкм.

На рисунке 3 б–ж представлены диаграммы, построенные по результатам измерения изотопных соотношений при помощи программы IsoplotR [16]. При построении графиков с конкордией (рис. 3 б–г) исключались возрасты с дискорданностью более 20%, а для расчета конкордантного возраста использовались только данные по основной (самой молодой) популяции циркона. В связи с достаточно молодым возрастом пород и, соответственно, низким содержанием ^{235}U на момент их образования, точность измерения значения $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ гораздо ниже, поэтому диаграммы средневзвешенной оценки возраста (рис. 3 д, е) строились по соотношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, а полученный средневзвешенный возраст принимался в качестве времени кристаллизации породы. С целью сохранения более крупного (детального) масштаба оси ординат для построения этих диаграмм (рис. 3 д, е) использовались данные только по самой молодой популяции циркона (без древних значений возраста ксеногенного циркона).

Для тоналита мяочанского комплекса (обр. Х17-84) из Силинского интрузивного массива по популяции из 21 зерна циркона получен возраст 99.7 ± 1.1 млн лет (рис. 3 д). Конкордантный возраст для данной породы был рассчитан несколько ниже — 98.8 ± 1.1 млн лет при более высоком значении СКВО (рис. 3 б). Кроме основной популяции в образце обнаружены ксеногенные зерна циркона эдиакарий-раннекембрийского (555–528 млн лет), позднетриасового (237–233 млн лет) и позднемелово-раннепалеогенового (150–131 млн лет) возраста. Для одного зерна был получен более молодой возраст 90.3 млн лет (рис. 3 а, д), который не имеет статистической значимости и вынужденно проигнорирован. Величина соотношения Th/U в цирконе из изученного тоналита колеблется от 0.26 до 0.74.

Для риолита Б22–026 холдаминской свиты по 17 из 18 зерен циркона получен средневзвешенный возраст 98.4 ± 1.0 млн лет (рис. 3 е). Датировка одного ксеногенного циркона получена около 231.6 млн лет. Th/U-соотношение находится в интервале от 0.26 до 0.50. Второй образец риолита (Б22–54а) датирован почти идентичным возрастом 98.7 ± 1.2 млн лет (рис. 3 ж). Два ксеногенных зерна циркона имеют палеозойский

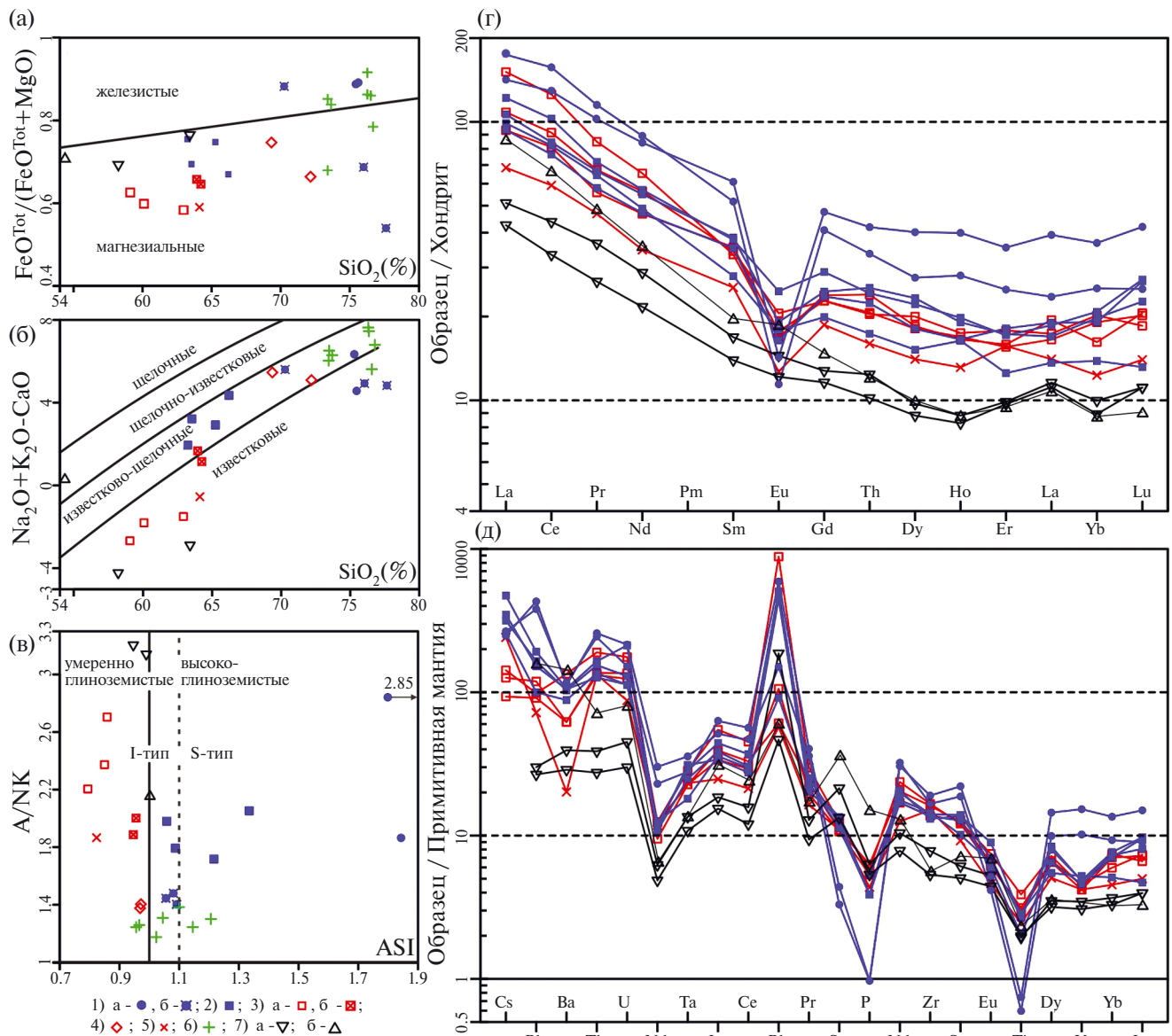


Рис. 2. Геохимические характеристики изученных пород на диаграммах. (а) — $\text{SiO}_2-\text{FeO}_{\text{общ}}/(\text{FeO}_{\text{общ}}+\text{MgO})$ [12]; (б) — $\text{SiO}_2-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ [12]; (в) — $\text{ASI}-\text{A/NK}$, где $\text{ASI}=\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}-1.67\text{P}_2\text{O}_5)$, $\text{A/NK}=\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ в мольных количествах [12]; (г) — хондрит-нормализованное распределение редкоземельных элементов (значения для хондрита по [11]); (д) — примитивная мантия — нормализованное распределение микроэлементов (значения примитивной мантии по [15]). Символы: 1–2 — Холдаминская свита: 1 — риолиты: а) наши данные, б) данные из [3]; 2 — дациты; 3–5 — Гранитоиды КРР: 3 — гранодиориты: а) наши данные, б) данные из [3]; 4 — монцограниты [3]; 5 — тоналит; 6 — Верхнеурмийские гранитоиды [2]; 7 — Гранитоиды золото-медно-порфировых рудных полей [7]: а) Малмыж, б) Пони.

возраст 404.5 и 329.0 млн лет. Значения Th/U в диапазоне 0.12–0.58.

Таким образом, для изученных пород второй фазы мяочанского комплекса и 1–2-й ритмопачек холдаминской свиты получено сходное в пределах аналитической ошибки время образования 99.7–98.4 млн лет, соответствующее началу сеномана. Это свидетельствует о синхронности

формирования гранитоидов ранних фаз мяочанского комплекса и риолитов низов холдаминской свиты. Залегающая выше последней амутская свита соответственно является продуктом более молодого магматизма, интрузивная фаза которого в пределах КРР продолжалась в туроне как минимум до 91.5 млн лет [14]. Кислые магматические породы Верхнеурмийского

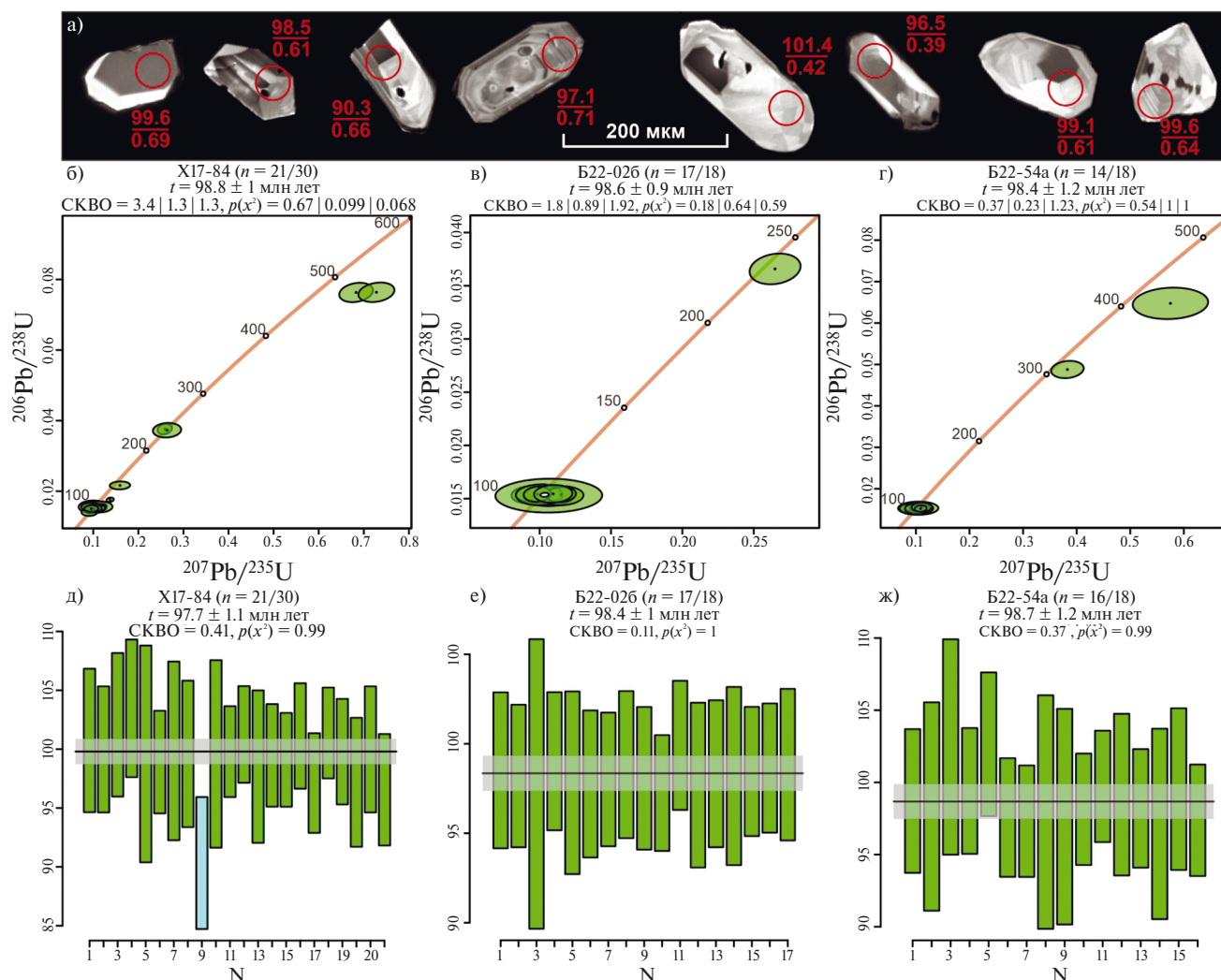


Рис. 3. Результаты исследования циркона. (а) Католюминесцентные изображения представительных зерен циркона с отмеченными точками анализа. Рядом с точками в числителе указан U/Pb-возраст (млн лет), в знаменателе – величина соотношения Th/U. (б–г) – диаграммы с конкордией: (д–ж) – диаграммы средневзвешенной оценки возрастов.

рудного поля Баджальского рудного района (рис. 1 а), граниты из которого были использованы для сравнения на геохимических диаграммах (рис. 2 а–в) [2], были датированы Ar–Ar-методом [6] и U/Pb-методом по циркону [1] в диапазоне 100–94 млн лет, причем наиболее древний возраст был получен для вулканитов [6]. Гранитоиды мяочанского комплекса золото-медно-порфирового Малмыжского рудного поля (рис. 1 а) также имеют сеноманский возраст 100–95 млн лет [7, 10].

По своим геохимическим характеристикам (рис. 2) изученные магматические породы КРР соответствуют гранитоидам I-типа. При этом совозрастные исследованные риолиты низов

холдаминской свиты отличаются очень высокими значениями глиноземистости, характеризующими их как породы S-типа. Таким образом, наиболее вероятным источником изученных “силинских” гранитоидов являлись метабазиты, тогда как в составе исходного для риолитов расплава существенную роль, вероятно, играл метапелитовый компонент. Дацинты верхних пачек холдаминской свиты геохимически более близки к “силинским” гранодиоритам второй фазы мяочанского комплекса, особенно по поведению микроэлементов (рис. 2 г, д), но характеризуются более высокими значениями глиноземистости. Следует заметить, что риолиты нижних ритмопачек холдаминской свиты из юго-западной части КРР [3] значительно отличаются от изученных

в данной работе существенно меньшей глиноземистостью и распределением микроэлементов (в частности, меньше суммой РЗЭ и европиевой аномалией). Это может свидетельствовать о латеральной изменчивости источников исходных расплавов. Сеноманские гранитоиды Малмыжского золото-медно-порфирового рудного поля [7] отличаются от магматических пород КРР более низкими содержаниями большинства микроэлементов и отсутствием европиевой аномалии (рис. 2 г, д).

В последние годы на тихоокеанской окраине Азии академиком А.И. Ханчуком и коллегами была выделена крупная альб-сеноманская магматическая провинция с пиком магматизма в интервале 100–97 млн лет, которая сформировалась в синдвиговой обстановке трансформной континентальной окраины и простирается от побережья Вьетнама на юге до Чукотки на севере [9]. С этой провинцией также связывается эпоха золото-медно-порфирового оруденения [7], и в целом предполагается существование протяженного металлогенического мегапояса [10]. Несмотря на недостаток подтверждающих точных геохронологических данных, магматические породы рудных районов Баджальского террейна также были включены в состав данной альб-сеноманской магматической провинции Тихоокеанской Азии авторами концепции [9].

Полученные U/Pb-датировки магматических пород по циркону свидетельствуют о формировании ключевых фаз магматических комплексов Комсомольского оловорудного района (гранитоиды Силинского массива и одновозрастные риолиты) в раннем сеномане на рубеже 99.7–98.4 млн лет. При этом установлено, что изученные одновозрастные магматические образования характеризуются достаточно контрастными геохимическими характеристиками I- и S-типов изверженных пород, предполагающими различные источники исходных магм. Такое сочетание разных источников одновозрастных расплавов является одним из признаков продуктов магматизма трансформной континентальной окраины [9]. Таким образом, новые данные о составе и возрасте гранитоидов мяочанского комплекса и риолитов холдаминской свиты позволяют рассматривать рудно-магматическую систему КРР как часть выделенной ранее западно-тихоокеанской альб-сеноманской магматической провинции [9].

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования выполнены за счет средств Российского научного фонда в рамках гранта 22-17-00198.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.И., Марин Ю.Б., Капитонов И.Н., Сергеев С.А.* Возраст и источник вещества литий-фтористых гранитов Дальнего Востока (изотопные U–Pb- и Lu–Hf-данные) // ДАН. 2013. Т. 449. № 6. С. 684–687.
2. *Бортников Н.С., Аранович Л.Я., Кряжев С.Г., Смирнов С.З., Гоневчук В.Г., Семеняк Б.И., Дубинина Е.О., Гореликова Н.В., Соколова Е.Н.* Баджальская оловоносная магмато-генно-флюидная система (Дальний Восток, Россия): переход от кристаллизации гранитов к гидротермальному отложению руд // Геология рудных месторождений. 2019. Т. 61. № 3. С. 3–30.
3. *Гоневчук Г.А., Гоневчук В.Г., Герасимов Н.С., Селтманн Р.* Комсомольский рудный район: новые геохимические и изотопно-геохронологические (Rb–Sr) данные // Тихоокеанская геология. 2001. Т. 20. № 4. С. 76–86.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист М-53 – Хабаровск. Объяснительная записка. СПб.: Картофабрика ВСЕГЕИ, 2009. 376 с.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1: 200 000. Изд. 2-е. Серия Комсомольская. Лист М-53-XI (Солнечный). Объяснительная записка. СПб: Изд-во СПб картофабрика ВСЕГЕИ, 2002. 176 с.
6. *Лебедев В.А., Иваненко В.В., Карпенко М.И.* Геохронология вулканоплутонического комплекса Верхнеурмийского рудного поля (Хабаровский край, Россия): данные K–Ar, ³⁹Ar–⁴⁰Ar и Rb–Sr изотопных методов // Геология рудных месторождений. 1997. Т. 38. № 4. С. 362–371.
7. *Петров О.В., Ханчук А.И., Иванов В.В., Киселев Е.А., Шатов В.В., Змиевский Ю.П., Молчанов А.В., Терехов А.В., Сергеев С.А.* U–Pb SIMS геохронология рудоносных магматических пород золото-медно-порфировых проявлений Малмыжского и Понийского рудных полей (Нижнее Приамурье) // Региональная геология и металлогения. 2020. № 83. С. 41–56.
8. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Ханчук А.И. (ред.). Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 1–572.
9. *Ханчук А.И., Гребенников А.В., Иванов В.В.* Альб-сеноманские окраинно-континентальный орогенный пояс и магматическая провинция Тихоокеанской Азии // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38. № 3. С. 4–29.
10. *Ханчук А.И., Иванов В.В., Игнатьев Е.К., Коваленко С.В., Семенова Д.В.* Альб-сеноманский

- гранитоидный магматизм и медный рудогенез Сихотэ-Алиня // ДАН. 2019. Т. 488. № 3. С. 298–302.
11. *Anders E., Grevesse N.* Abundances of the Elements: Meteoritic and Solar // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1989. V. 53. No. 1. P. 197–214.
12. *Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D.* A geochemical classification for granitic rocks // *Journal of Petrology*. 2001. No. 42. P. 2033–2048.
13. *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 // *Chemical Geology*. 2004. V. 211. P. 47–69.
14. *Jahn B., Valui G., Kruk N., Gonevchuk V., Usuki M., Wu J.T.J.* Emplacement ages, geochemical and Sr–Nd–Hf isotopic characterization of Mesozoic to early Cenozoic granitoids of the Sikhote-Alin Orogenic Belt, Russian Far East: Crustal growth and regional tectonic evolution // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2015. V. 111. P. 872–918.
15. *McDonough W.F., Sun S.-S.* The composition of the Earth // *Chemical Geology*. 1995. V. 120. P. 223–253.
16. *Vermeesch P.* IsoplotR: A free and open toolbox for geochronology // *Geoscience Frontiers*. 2018. V. 9. P. 1479–1493.

NEW RESULTS OF THE U/Pb DATING OF CRETACEOUS IGNEOUS ROCKS OF THE KOMSOMOLSK ORE DISTRICT (MIDDLE AMUR RIVER AREA)

A. Yu. Lebedev[#], I. A. Alexandrov, V. V. Ivin

Presented by Academician of the RAS A.I. Khanchuk December 4, 2023

Received December 5, 2023

After revision December 28, 2023

Accepted December 29, 2023

Far East Geological Institute Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation

[#]E-mail: lcah@mail.ru

The Komsomolsk tin ore district is located at the Miaochan Ridge in the Middle Amur River area (Khabarovsk territory) within the Badzhal accretionary terrane of the Sikhote-Alin orogenic belt. The paper presents new results of U–Pb zircon dating of tonalite of the Miaochan complex of the Silinka granitic pluton (99.7 ± 1.1 Ma) and two rhyolites of the lower part of the Kholdami Formation (98.4 ± 1.0 and 98.7 ± 1.2 Ma) from the north-eastern part of the Komsomolsk district. The geochemical characteristics of rocks were also studied, which show that granitoids of the Miaochan complex are I-type granites, and coeval rhyolites of the Kholdami Formation are very peraluminous S-type rocks. New data on the geochemistry and early Cenomanian age of the igneous rocks allows us to consider the ore-magmatic system of the Komsomolsk ore district as part of the previously identified Albion-Cenomanian igneous province of Pacific Asia.

Keywords: Komsomolsk ore district, Sikhote-Alin orogenic belt, Badzhal terrane, igneous rocks, U–Pb dating of zircon, Cenomanian