

УДК 550.93:552.311(571.65)
DOI:10.52349/0869-7892_2023_93_5-27

Н. В. Шатова, С. В. Серегин (ВСЕГЕИ)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД НАМЫНДЫКАНСКОГО И ВИКТОРИНСКОГО КОМПЛЕКСОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОМОЛОНСКОГО МАССИВА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В статье приведены новые геохронологические и изотопно-геохимические данные, которые позволяют выделить в южной части Омолонского массива две группы интрузивных пород и уточнить их геодинамическую позицию. Исследованы петролого-геохимические и изотопно-геохронологические аспекты эволюции магм. В результате исследований уточнен раннемеловой возраст намындыканского комплекса и подтвержден позднемеловой возраст викторинского комплекса.

Ключевые слова: геодинамические режимы, Омолонский массив, U-Pb датирование, Q-57-XXVII, Охотско-Чукотский вулканический пояс, геохимические особенности.

N. V. Shatova, S. V. Seregin (VSEGEI)

NEW DATA ON GEOCHRONOLOGICAL AGE OF INTRUSIVE ROCKS OF THE NAMYNDYKAN AND VICTORINSKY COMPLEXES IN THE SOUTHERN OMOLON MASSIF (MAGADAN REGION, THE RUSSIAN FAR EAST)

The article provides new geochronological and isotope-geochemical data, which make it possible to identify two groups of intrusive rocks in the southern Omolon Massif and to clarify their geodynamic position. The petrological-geochemical and isotope-geochronological aspects of the evolution of magmas are discussed. Based on the study, the age of the Namyndykan Complex was corrected, and the age of the Victorinsky complex was confirmed as Late Cretaceous.

Keywords: geodynamic regimes, Omolon Massif, U-Pb dating, Q-57-XXVII, Okhotsk-Chukchi volcanic belt, geochemical features.

Для цитирования: Шатова Н. В., Серегин С. В. Новые данные о возрасте интрузивных пород намындыканского и викторинского комплексов южной части Омолонского массива (Магаданская область) // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 5–27. DOI: 10.52349/0869-7892_2023_93_5-27.

В рамках проведения работ по геологическому доизучению территории Российской Федерации (ГДП-200) на территории листа Q-57-XXVII, (Омкучанская площадь) проводились геологосъемочные работы. В ходе работ были получены новые данные по геохимии и возрасту интрузивов, относящихся к намындыканскому и викторинскому комплексам. В данной статье на основе вновь полученных данных проводится проверка принадлежности ряда интрузивных массивов к тому или иному комплексу и делаются предположения об условиях формирования викторинского и намындыканского интрузивных комплексов.

Геологический очерк. Зоны распространения намындыканского и викторинского комплексов расположены на территории Омолонского массива и прилегающих к нему площадей (рис. 1).

По особенностям тектонического плана с учетом глубинного строения в составе массива выделяют Юкагирскую глыбу и Восточно-Омолонскую зону, разделяющиеся, как правило, наложенными юрскими впадинами [17–19; 21; 22; 24; 27; 28; 31; 33; 37].

Юкагирская глыба – юго-западная, наиболее устойчивая часть Омолонского массива с общей тенденцией относительного воздымания на протяжении почти всей истории развития. Она обладает северо-западным удлинением и серией поперечных разломов расчленена на ряд тектонических блоков (поднятий) [9; 10], (Кузнецов В. М., ФБУ «ТФГИ по ДВФО», 1981); [4].

Восточно-Омолонская зона более подвижная (погруженная), равновеликая Юкагирской глыбе, часть Омолонского массива. Названная структура гетерогенна, отмечается ее трехчленное

деление на Гыданскую и Ауланджинскую зоны, а также находящееся в основном между ними Моланджинское поднятие. Следует отметить, что строение территории расшифровано еще недостаточно, так как значительные площади здесь перекрыты терригенными осадками позднеюрских впадин.

Возрастной диапазон пород крайне обширен – от рифейского фундамента, вскрывающегося в некоторых блоках Юагирской глыбы, до среднеюрских терригенных осадков по периферии блоков Восточно-Омолонской зоны. Наибольшее распространение имеют вулканогенные и вулка-

ногенно-осадочные толщи девонского возраста [5–7; 10; 23; 33].

На юго-западе Омолонский массив граничит с Сугойской складчатой системой, охватывающей нижние течения рек Балыгычан, Сугой и Коркодон и в плане образует дугу, обращенную выпуклостью к юго-востоку. В ее составе выделяются Нижне-Сугойская и Сеймчано-Ачагинская складчатые зоны.

Возрастной диапазон пород колеблется в диапазоне от раннего девона до средней юры. Преобладают осадки триасового и раннеюрского возраста терригенно-карбонатной и туфогенно-терригенной формаций [1; 5; 6; 12].

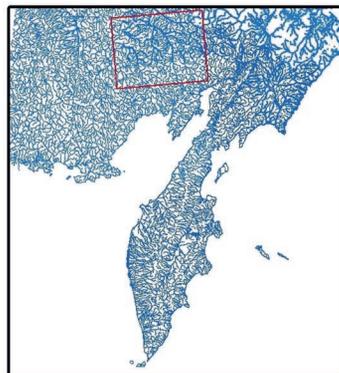
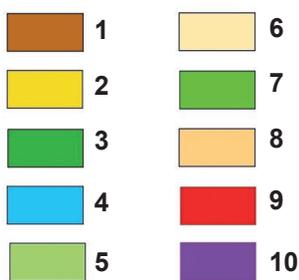
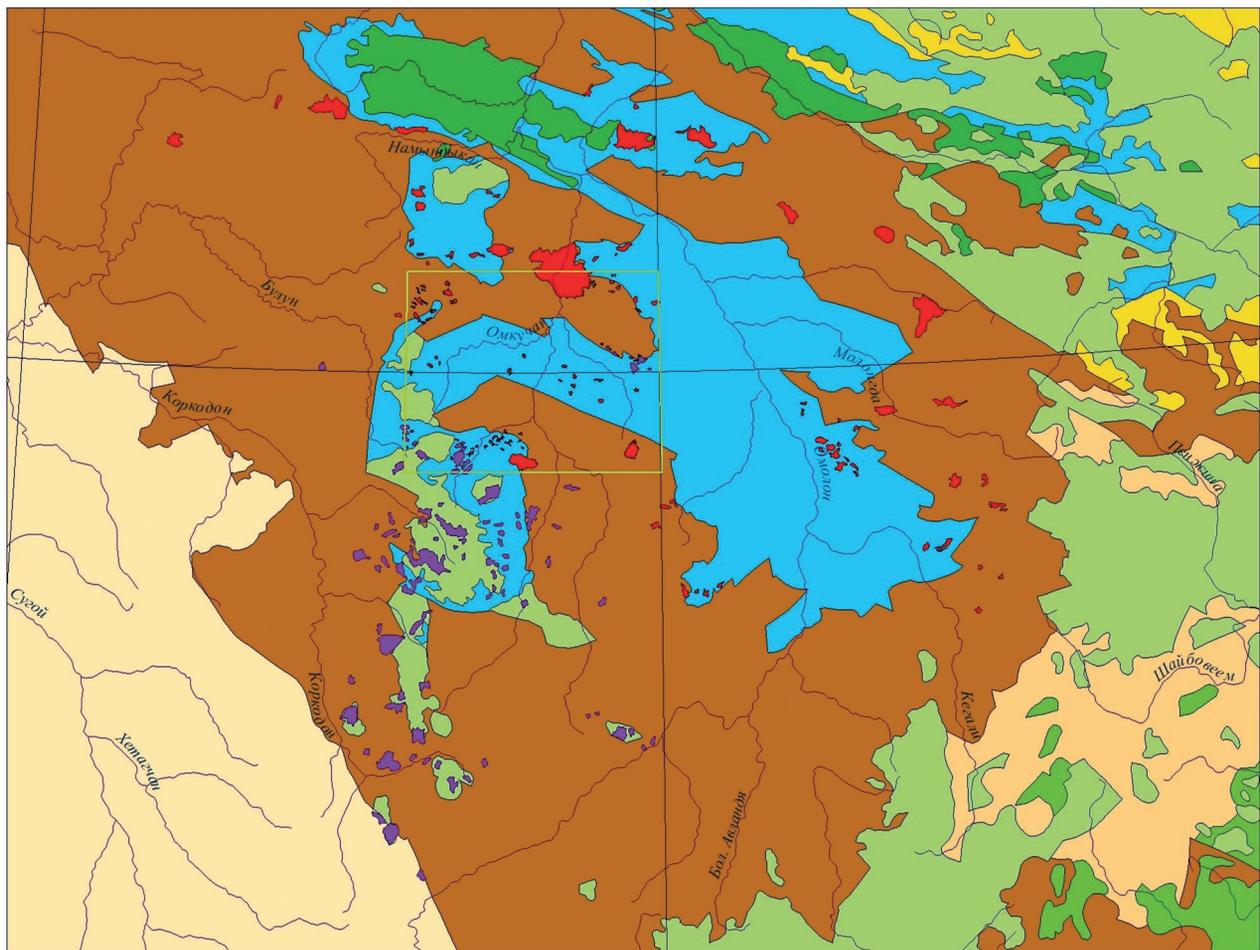


Рис. 1. Площади распространения интрузивов викторинского и намындыканского комплексов
 Основные региональные подразделения: 1 – Омолонский массив, 2 – Супринский синклиорий, 3 – Джахтардак-Олойский вулканический пояс, 4 – Верхнеюрские наложенные впадины, 5 – Охотско-Чукотский вулканический пояс, 6 – Сугойский синклиорий, 7 – Удско-Мургальский вулканический пояс, 8 – Западно-Камчатско-Корякская складчатая система. Интрузивные комплексы: 9 – намындыканский комплекс, 10 – викторинский комплекс

На северо-востоке описываемой площади Омолонский массив граничит с Супринской системой, которая в свою очередь является составляющей Березовской зоны Алазейско-Олойской системы [8; 10; 22; 30]. Супринская складчатая система протягивается в субширотном направлении вдоль северного края Омолонского массива не менее чем на 200 км, ширина ее достигает 50 км. Для нее характерна продольная линейная складчатость, выполненная пермо-триасовыми терригенно-карбонатными и ранне-среднеюрскими туфогенно-терригенной и флишоидной формациями. Поверх данных структур наложены многочисленные среднеюрские тектонические впадины, заполненные орогенными осадками позднеюрского и раннемелового возраста. Оба структурных этажа (включая орогенные осадки наложенных впадин) на описываемой площади перекрываются вулканитами позднеюрского–раннемелового возраста. На стыке Омолонского массива и Супринской складчатости выделяется Джаярдак-Олойский вулканический пояс, а на стыке Омолонского и Западно-Камчатско-Коряжской складчатой системы – Удско-Мургалский вулканический пояс [8; 10; 22; 34]. Оба пояса представлены переслаиванием риолитов, андезитов, базальтов и различных туфотерригенных пород. Раннемеловые вулканические пояса в свою очередь перекрываются вулканогенными образованиями среднего и кислого состава, относящимися к Охотско-Чукотскому вулканическому поясу позднемелового возраста [8; 17; 20; 25; 33; 36–39]. Викторинский и намындыканский комплексы распространены в основном на территории Омолонского массива, но часть интрузий захватывает и сопредельные площади.

Намындыканский комплекс имеет наибольшее распространение в Восточно-Омолонской тектоно-магматической зоне, по северо-восточному краю Омолонского массива. На территории Юкагирской глыбы и на территории наложенных юрских впадин количество намындыканских интрузий значительно меньше [10; 15; 16], (Кузнецов В. М., ФБУ «ТФГИ по ДВФО», 1981).

Для данной структуры характерны упорядоченные субпараллельные системы разломов, подчеркнутые вытянутыми вдоль них интрузивами. Данные системы располагаются субпараллельно структурам Джаярдак-Олойского пояса и на данной территории как бы повторяют его простираение.

Формирование намындыканского комплекса происходило в результате четырехфазного внедрения пород все более кислого расплава, сменяющих друг друга в следующей последовательности: 1) габбро и габбродиориты (10–15% интрузий комплекса), 2) диориты, их кварцсодержащие и кварцевые разновидности, диоритовые и габбродиоритовые порфириды (20–25%), 3) гранодиориты, адамеллиты, гранодиорит-порфиры (60–70%), 4) редкие жилы гранит-аплитов и пегматитов. Формирование пород от первой

фазы к последней намындыканского комплекса отражает ход магматической деятельности, при которой смена продуктов идет от более основных к более кислым [8].

Многофазные массивы, как правило, имеют изометричные формы и занимают обширные площади. Так, например, петротип комплекса массив Медленный имеет площадь 250–260 км². Более многочисленные двухфазные и моногенные интрузивы, как правило, имеют вытянутую форму и площадь от 0,5 до 5 км². Намындыканские интрузивы прорывают в основном верхнепалеозойские и верхнеюрские отложения. Лишь некоторые из них внедрены в нижнемеловые вулканиты монаковской толщи [10]. Раннемеловой возраст намындыканского комплекса определяется присутствием валунов и галек характерных для него диоритов в конгломератах нижнемеловой (альбской) мастахской свиты и результатами К-Аг метода. На протяжении прошлых лет предшественниками было сделано 18 определений радиологического возраста диоритов и гранодиоритов, максимум распределения которых приходится на 122 млн лет, что соответствует началу аптского века.

Викторинский комплекс объединяет многофазные массивы и моногенные интрузивы Конгинского вулcano-плутонического ряда. Конгинская перивулканическая структура является ответвлением внешней зоны Охотско-Чукотского вулканического пояса. Она пересекает Омолонский массив и наложенные на него верхнеюрские структуры в меридиональном направлении. На юге описываемой площади, в верховьях р. Коркодон единичные интрузивы викторинского комплекса захватывают приграничные зоны Сугойского синклиория.

Так же, как и в намындыканском комплексе, крупные викторинские интрузивы имеют многофазное строение и состоят из пород ряда габбро–гранодиорит–гранит [2; 15; 16; 19]. Стадии формирования массива имеют разную пропорцию при пересчете на общую площадь интрузивов: 1) габброидная (около 3–5%), 2) диоритовой (10–15%), 3) граносиенит-гранодиоритовой (60–70%) и 4) гранитной (15–20%). Аналогично намындыканскому комплексу, происходит дифференциация продуктов магматизма от основных к кислым с течением времени.

К числу относительно крупных многофазных массивов, сложенных преимущественно равномернокристаллическими породами, относятся: Мрачный (85–90 км²), Двойник (60 км²), Ветвистый (около 40 км²), Грозненский (около 30 км²). Так же, как и в породах намындыканского комплекса, в большом количестве присутствуют, как правило, моногенные мелкие тела – штоки, дайки и небольшие силлы.

Интрузивы викторинского комплекса прорывают не только палеозойские, триасовые и юрские отложения, но и верхнеальбско-сеноманские вулканиты конгинской свиты [10]. Значения изотопного возраста, полученные К-Аг методом, колеблются от 105–102 до 60 млн лет. Максимум

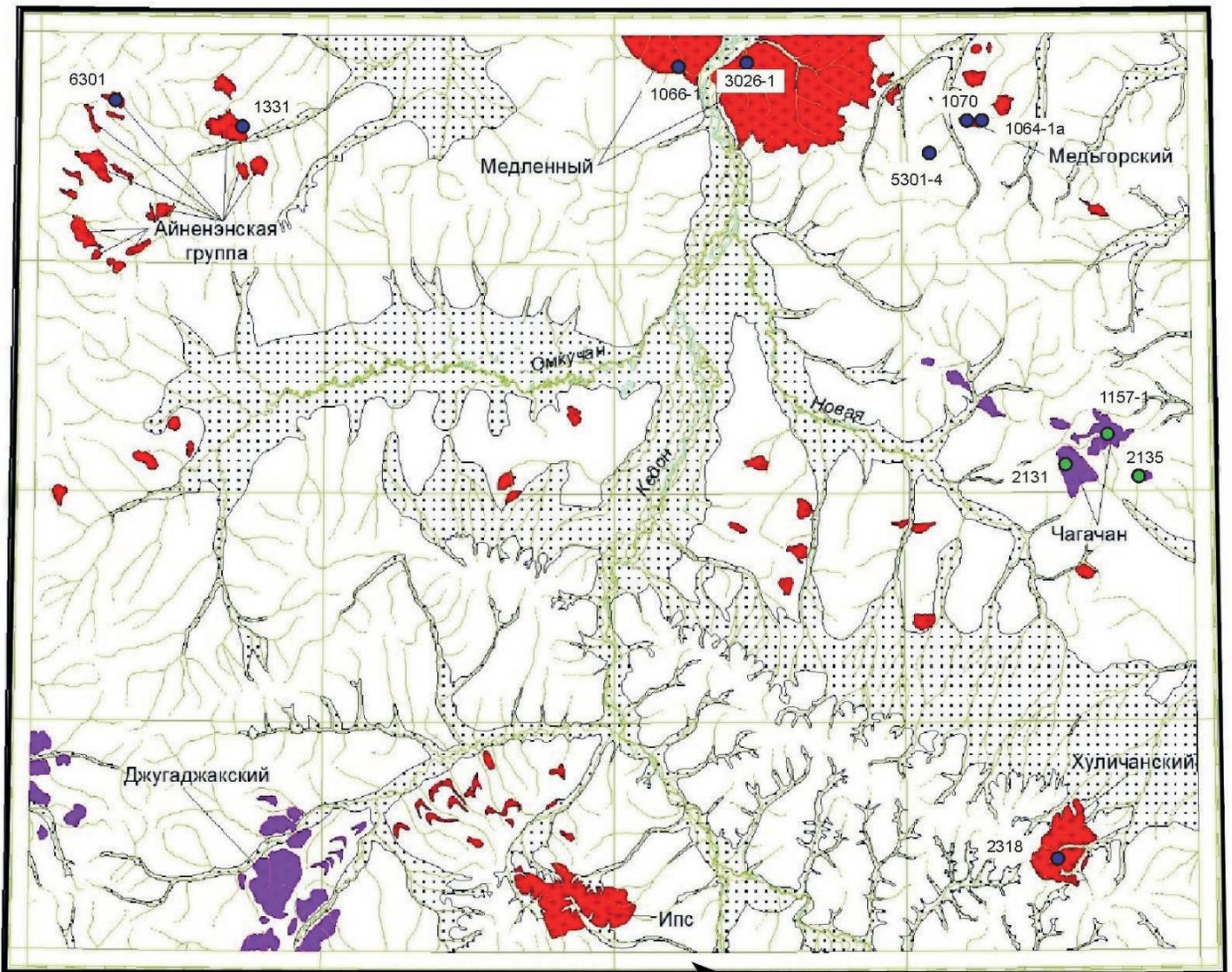
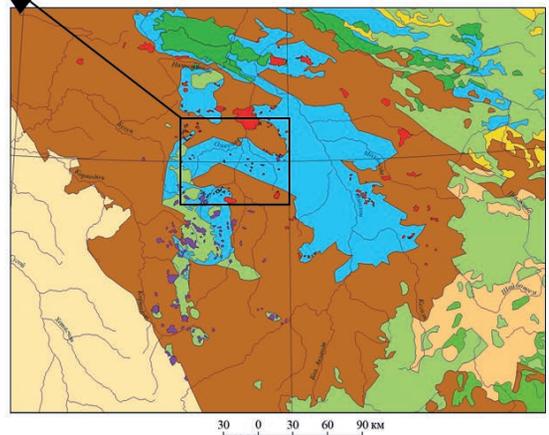


Рис. 2. Положение массивов с точками отбора проб на схеме на основании карты масштаба 1 : 200 000 листа Q-57-XXVIII

Меловые интрузии: 1 – намындыканский комплекс, 2 – викторинский комплекс, 3 – четвертичные отложения; а – точки отбора проб, викторинский комплекс, б – точки отбора проб, намындыканский комплекс



их распределения приходится на 85–90 млн лет, что отвечает туронскому–коньякскому векам.

Петрографический состав. В ходе работ опробование проводилось в массовом количестве и затрагивало все фазы как викторинского, так и намындыканского комплексов (рис. 2). Результаты исследования показали, что породы обоих комплексов практически неотличимы друг от друга как

визуально, так и при изучении шлифов. Коренные различия выявляются только при определении возрастных характеристик. В обоих plutonic комплексах можно отметить два петрохимических ряда: нормальнощелочной и умереннощелочной, присутствующих в обоих комплексах (табл. 1)

Намындыканский комплекс состоит из четырех фаз. Первая фаза: амфибол-клинопироксеновые и, реже, двупироксеновые монцогаббро, габбро,

Таблица 1

Состав пород и геохронологическая характеристика магматических пород различных фаз внедрения викторинского и намындыканского комплексов, полученная в ЦИИ ВСЕГЕИ локальным U-Pb методом по цирконам

№ п/п	Номер образца	Комплекс	Порода	Возраст, млн лет
1	2131	Викторинский комплекс	Монцогаббро, 1-я фаза	106,7 ± 1,1
2	1157		Монцогаббро, 1-я фаза	82,2 ± 1,0
3	2135		Кварцевый диорит-порфир, 2-я фаза	84,6 ± 0,7
4	6301		Монцонит, 2-я фаза	138,3 ± 1,4
5	1064		Кварцевый монцонит, 2-я фаза	143,8 ± 2,2
6	1070		Кварцевый монцонит, 2-я фаза	143,3 ± 1,9
7	2066		Кварцевый монцодиорит, 2-я фаза	140,8 ± 1,2
8	2065	Намындыканский комплекс	Кварцевый монцодиорит, 2-я фаза	141,4 ± 1,0
9	3027		Гранодиорит, 2-я фаза	141,6 ± 1,3
10	1331		Гранодиорит-порфир, 2-я фаза	136,9 ± 1,1
11	2318		Гранодиорит-порфир, 2-я фаза	137,5 ± 1,4
12	5301		Гранодиорит-порфир, 2-я фаза	137,9 ± 1,1
13	3026		Граносиенит, 3-я фаза	141,8 ± 1,1

габбродиориты. Вторая главная интрузивная фаза: клинопироксен-роговообманковые диориты, кварцсодержащие и кварцевые диориты, биотит-клинопироксен-роговообманковые диорит-порфиры; монцодиориты, кварцевые монцодиориты, монцогранодиориты, биотит-роговообманковые граносиениты и тоналиты, гранодиорит-порфиры, кварцевые монцониты. Третья фаза: умеренно-щелочные граниты, плагиограниты, лейкограниты. Последняя, четвертая фаза – жильная фаза гранитов и аплитов.

Гранодиорит-порфиры (1331-2, 2318-1, 5301-4) имеют порфировую и гипидиоморфнозернистую структуру. Кварц ксеноморфный от 15 до 20%, плагиоклаз представлен андезином и олигоклазом (от 40 до 50%). Калиевый полевой шпат (ортоклаз) составляет 20%. Темноцветные минералы – биотит и амфибол, в сумме 10–12%. Вторичные минералы представлены в виде серицита по плагиоклазу 1–2%.

Породы образуют переходные разности к *граносиенитам* (3026-1), где происходит уменьшение количества олигоклаза (до 15%) и усиление ортоклаза (до 45%), содержания темноцветных минералов и кварца остаются на том же уровне.

Акцессорные минералы представлены апатитом и сфеном. Апатит образует мелкие (0,05 мм) кристаллы и крупные (до 1 мм), равномерно распределен в породе. Сфен встречается в виде мелкозернистых масс и конвертообразных зерен, как правило, в достаточно больших для акцессориев количествах – более 20 зерен в одном шлифе. Рудные минералы в некоторых образцах занимают до 2–3% объема породы, часто ассоциируют с акцессорными минералами.

Монцодиориты (1064-1А, 1070-1, 2066-1, 3027-1, 2065-1, 6301-4) крупнозернистые, разновидности: биотит-роговообманковые и кварцевые. В породах отмечаются структуры диоритовые, монцонитовые. Минеральный состав: кварц (от 0 до 15% в кварцевых разновидностях) представлен ксеноморфными кристаллами. Калиевый полевой шпат также ксеноморфный представлен ортоклазом от 30 до 40%, плагиоклаз (андезин) составляет 35–40%. Количество ортоклаза и плагиоклаза варьирует и обуславливает переход между монцонитами и монцодиоритами. Роговая обманка образует уплощенные кристаллы до 5 мм – 13–20%, биотит 3–7% густо-зелено-бурого цвета, пластинчатой формы.

Вторичные минералы представлены альбитом, серицитом по плагиоклазу и редкими зернами цоизита, в сумме не более 3%. Акцессорные минералы: крупный до 1 мм сфен и идиоморфный циркон. Рудные минералы в сумме не превышают 1–2%.

Викторинский плутонический комплекс имеет в своем составе несколько разнообразных по составу фаз внедрения. Первая фаза: полнокристаллические габбродиориты, габбро, монцогаббродиориты, монцогаббро. Вторая фаза: диориты, диорит-порфиры, кварцевые диориты, монцониты, монцодиориты; тоналиты, гранодиориты, дайки диорит-порфиров; третья фаза: граниты, умереннощелочные, лейкограниты и редкая жильная фаза гранит-аплитов и пегматитов.

Монцогаббро (2131, 1157-1). Породы имеют порфировидную и гипидиоморфнозернистую габбровую структуру. Примерно половину объема породы и более, в зависимости от количества

темноцветных, занимает плагиоклаз ряда лабрадора. Темноцветные минералы занимают от четверти до 45%, в значительной мере представлен биотит. Диопсид и роговая обманка отличаются отсутствием собственной окраски, амфибол преобладает. Вторичные минералы не превышают в сумме 10%, представлены хлоритом по биотиту, вторичным зеленым биотитом по диопсиду и амфиболу, серицит по плагиоклазу. Рудные минералы составляют около 5%, часто образуют каймы вокруг роговой обманки. Акцессорные минералы (до 1%) представлены апатитом.

Кварцевый диорит-порфир (2135). Структура порфировая, основная масса скрыто- и мелкокри-

сталлическая. Вкрапленники составляют 30–35%, представлены бурым и зеленым биотитом, роговая обманка с ясным плеохроизмом, а также плагиоклазом – зональным андезином. В основной массе преобладают плагиоклаз, представленный андезином, и биотит. В меньшей степени распространена идиоморфная роговая обманка. Каймы из рудных минералов вокруг зерен роговой обманки. Вторичные минералы: хлорит развивается по биотиту, зеленый биотит и серицит по плагиоклазу в основной массе. В сумме вторичные минералы не превышают 5%.

Из вышеперечисленного можно сделать вывод о близком составе аналогичных фаз в комплексах.

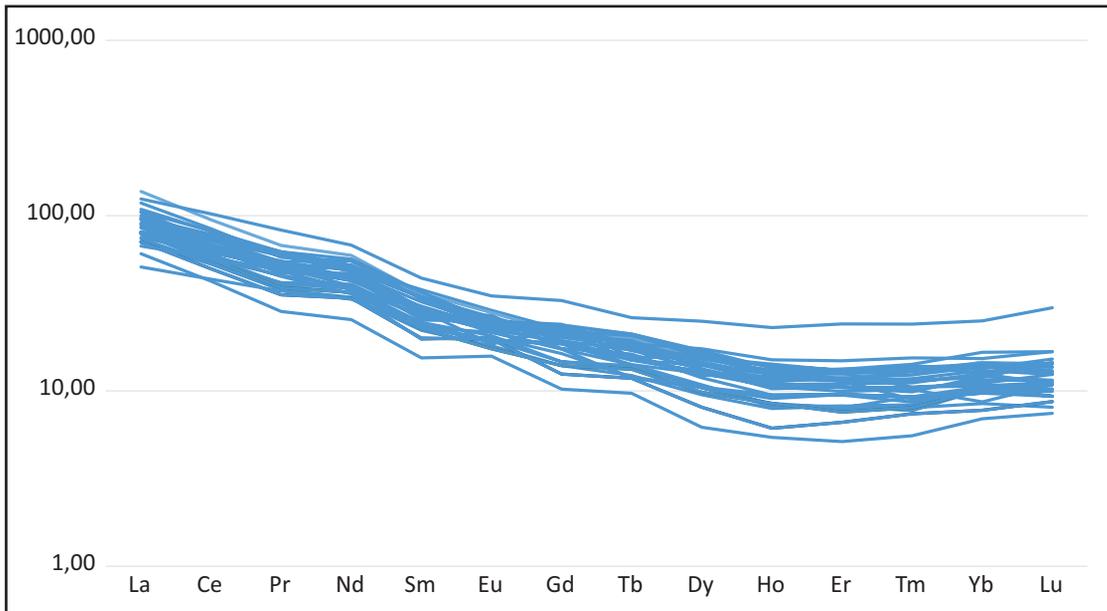


Рис. 3. Распределение графиков редкоземельных элементов, нормированных на хондрит C1 [44] в породах намындыканского комплекса

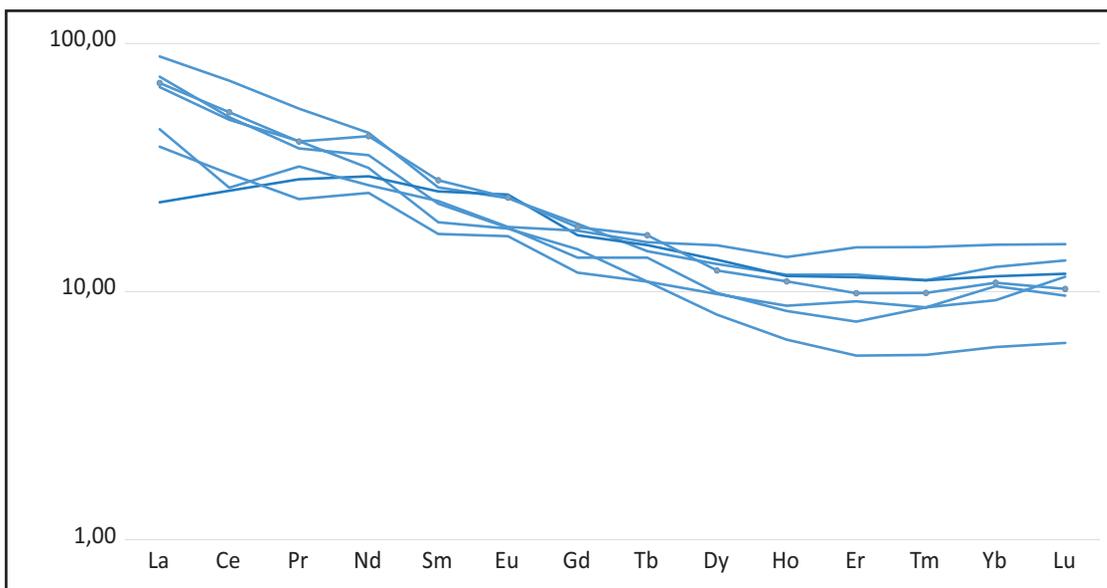


Рис. 4. Распределение графиков редкоземельных элементов, нормированных на хондрит C1 [44] в породах викторинского комплекса

Геохимическая характеристика гранитоидов.

По соотношению щелочей и кремнезема породы намындыканского комплекса относятся к нормально-, в меньшей степени умереннощелочным породам ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 3,8\text{--}8,0\%$, $\text{SiO}_2 = 44\text{--}73\%$) с калиево-натриевым и натровым типом щелочности (среднее отношение $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,2$) [26; 29]. Для них характерна высокая глиноземистость ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 17\text{--}21\%$), агайтность – относятся к щелочноземельному ряду; высокая магнезиальность: среднее значение $\text{MgO} = 4,8\%$; наибольшие значения 9–12%; коэффициент фракционирования изменяется от 47 до 73; умеренновысокие содержания CaO (2–10%); TiO_2 (0,6–2,3%), и низкие

содержания P_2O_5 : 0,08–0,9%. ASI для гранитоидов из намындыканского комплекса варьирует в интервале от 0,9 до 1,4, со средним 1,2, что вместе с вышеперечисленными значениями коэффициентов позволяет сделать вывод о том, что приведенные характеристики характерны для гранитоидов I типа и указывают на их принадлежность к нему [32; 39].

На диаграммах распределения редкоземельных элементов, по характеру распределения можно сделать вывод о том, что породы обогащены легкими редкими землями и обеднены тяжелыми, а также по отсутствию европейской аномалии можно сделать вывод, что во время кристаллизации

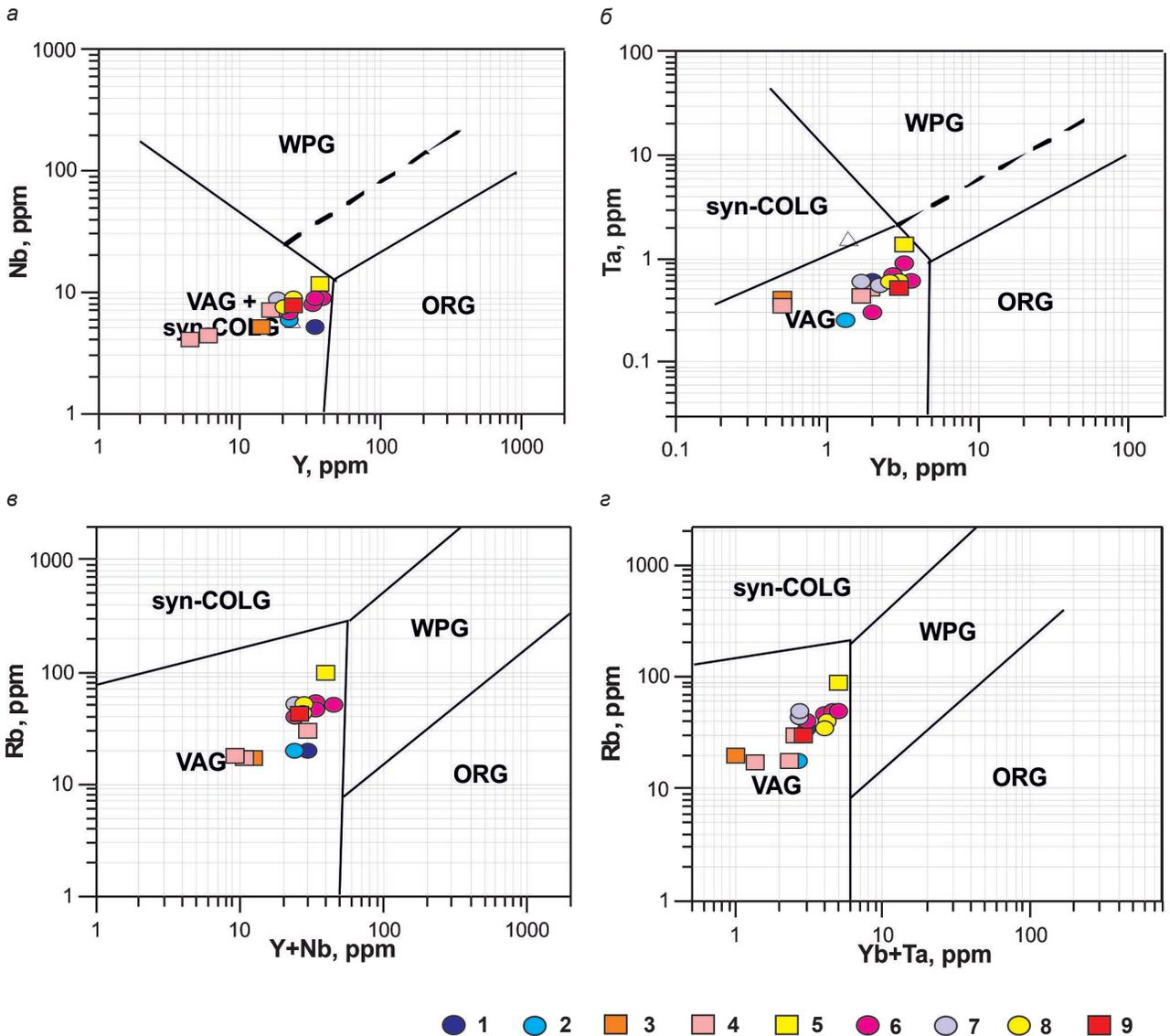


Рис. 5. Дискриминантные диаграммы [43]

а – Nb–Y, б – Ta–Yb, в – Rb – (Y + Nb), г – Rb – (Yb + Ta)

1 – габбро (1157/1), 2 – монцогаббро (2131/1), 3 – гранит (5301/3), 4 – гранодиорит (5301/1, 4319/1, 1331/2), 5 – граносиенит (3026), 6 – монцодиорит (2065/1, 3027/1, 2066/1, 6301/3), 7 – монзонит (2130/1, 2135/1), 8 – кварцевый монцодиорит (1064/1А, 1070/1), 9 – диорит-порфир (1046/1). Пунктирная линия на диаграммах Nb–Y и Ta–Yb – граница ORG для аномальных рифтов. Поля на диаграммах: ORG – граниты океанических хребтов; WPG – внутриплитные граниты; VAG – граниты вулканических дуг; Syn-COLG – синколлизционные граниты

Геохимические характеристики исследуемых образцов из викторинского и намындыканского комплексов

Комплекс	Викторинский			Намындыканский									
	2131-1	2135-1	1157-1	3026-1	3027-1	2066-1	2065-1	10641a	1070-1	6301-5	5301-2	2318-1	1331-2
Номер пробы/элемент													
SiO ₂ %	48	59,4	45,2	64,9	60,6	56,5	57	60,4	56,5	56,2	65,2	67,8	66,2
Al ₂ O ₃ %	18	18,5	19,8	16,6	19	17,9	17,9	19	18,2	17,8	16,6	17,3	17,6
TiO ₂ %	1,91	0,47	1,48	0,82	0,9	1,35	1,31	0,95	1,31	0,87	0,23	0,28	0,37
Fe ₂ O ₃ общ %	12,5	4,94	11,1	5,18	6,24	10	9,8	6,5	9,88	7,09	4,84	2,33	2,87
MnO %	0,18	0,2	0,18	0,1	0,11	0,15	0,16	0,14	0,17	0,19	0,086	0,062	0,061
FeO %	5,69	1,69	4,47	3,06	2,04	4,62	4,56	2,58	4,76	4,07	0,05	1,48	1,78
MgO %	3,72	1,35	4,8	1,99	2,37	4,11	4,23	2,57	4,21	2,99	0,51	1	1,1
CaO %	8,99	4,89	11,2	1,56	2,41	2,63	2,61	2,38	2,55	5,36	2,66	2,77	4,23
Na ₂ O %	3,73	5	2,84	3,47	4,04	3,62	3,54	3,95	3,62	4,2	4,48	5,98	4,62
K ₂ O %	1,41	3,08	1,25	4,48	3,02	2,79	2,66	3,08	2,63	2,4	1,66	1,36	1,87
P ₂ O ₅ %	0,3	0,22	0,64	0,12	0,19	0,3	0,2	0,21	0,21	0,27	0,079	0,13	0,14
ппп %	1,7	1,35	1,5	0,61	1	0,42	0,45	0,69	0,69	2,52	3,88	0,99	0,95
Сумма%	99,8	99,4	100	99,9	99,9	99,9	99,8	99,9	99,9	99,9	100	100	100
La ppm	13,4	31,6	25,7	33,7	30,2	28,1	25,7	36,6	31	26,7	10,5	20,8	15
Ce ppm	30,3	65	56,4	65,2	58,7	54,6	50,6	67,3	58,2	52,8	18	38,8	30
Pr ppm	4,18	7,59	7,19	7,07	6,65	6,43	5,76	7,09	6,45	6,54	2,24	4,51	3,71
Nd ppm	18,9	30,4	29,6	33,1	33,2	30	27,6	31,4	29,7	25	9,21	14,9	13,8
Sm ppm	4,48	5,7	5,9	6,53	6,99	6,62	6,02	6,63	6,69	4,85	1,71	2,61	2,67
Eu ppm	1,58	1,84	2,03	1,66	1,66	1,77	1,57	1,84	1,94	1,56	0,68	0,89	0,97
Gd ppm	4,46	4,42	4,92	5,74	6,17	5,68	5,18	5,48	5,37	4,54	1,47	2,06	2,18
Tb ppm	0,62	0,58	0,64	0,93	1	0,98	0,93	0,89	0,9	0,67	0,21	0,29	0,29
Dy ppm	4,03	3,13	3,44	5,01	5,47	5,16	4,72	4,68	4,31	3,83	1,08	1,25	1,42
Ho ppm	0,85	0,66	0,68	0,92	0,97	0,99	0,92	0,89	0,78	0,79	0,22	0,25	0,27
Er ppm	2,52	1,75	1,93	2,79	2,56	2,43	2,34	2,47	2,31	2,19	0,52	0,56	0,57
Tm ppm	0,33	0,27	0,27	0,46	0,42	0,42	0,41	0,4	0,36	0,32	0,094	0,068	0,078
Yb ppm	2,24	1,87	1,82	3,47	3,04	3	2,82	2,87	2,63	1,96	0,43	0,58	0,64
Lu ppm	0,31	0,31	0,27	0,54	0,44	0,44	0,4	0,41	0,35	0,36	0,067	0,074	0,09
Rb ppm	20,5	59,5	38,3	110	55,2	64,2	54,6	50,7	45,7	31	14,9		21,1
Sr ppm	471	983	979	393	504	522	549	721	696	771	415		1120
Y ppm	22,7	18,2	18,9	27,1	32	22,7	24,6	22,1	23,7	19,6	5,07		6,31
Zr ppm	92,8	148	111	384	323	130	160	166	174	133	81		110
Nb ppm	5,66	9,43	7,91	15,9	10,7	8,74	9,48	7,74	8,3	6,29	4,51		5,05
Ba ppm	338	2040	1140	609	461	427	445	569	552	654	258		501
Hf ppm	2,39	3,67	2,74	9,79	8,05	3,35	3,87	4,06	4,19	3,22	2,17		2,62
Ta ppm	0,34	0,68	0,54	1,42	0,81	0,64	0,67	0,6	0,57	0,37	0,37		0,37
Th ppm	1,13	3,81	2,93	9,92	4,62	4,28	3,94	3,44	3,97	1,98	0,95		1,43
U ppm	0,36	1,22	1,13	2,19	1,15	1,3	1,15	0,85	0,7	0,49	0,39		0,5

в среде происходило относительно небольшое накопление плагиоклаза в мантийном источнике. Для графиков распределений можно выделить максимально высокие превышения содержаний легких редких земель, которые характерны для гранодиоритов из намындыканского комплекса, и максимально низкие, характерные для габброидов. Отмечается практически полное отсутствие европиевой аномалии, изредка небольшой положительной аномалии ($Eu/Eu^* = 0,94-1,16$) (рис. 3) при сумме редких земель от 71,2 до 168,9 г/т, и при вариациях соотношения LaN/YbN от 4,3 до 14,7. Наиболее низкие значения наблюдаются у субвулканических пород диоритового ряда, а высокие – в магматических породах монцонитового ряда.

Породы викторинского комплекса имеют суммарные содержания редкоземельных элементов (РЗЭ), варьирующие в пределах 88–155 г/т для более основных разновидностей пород (рис. 4). При ($LaN/YbN = 2,8-8,57$) графики распределения редких земель имеют сглаженный характер и отличаются практически полным отсутствием европиевой аномалии ($Eu/Eu^* = 0,9-1,07$), что согласуется с данными по породам из намындыканского комплекса.

Исходя из высоких содержаний Ba, Sr, Pb, Li и низких Nb, Ta, Hf, Zr (табл. 2) в габброидах, можно сделать вывод, что генерация родоначальных расплавов данного интрузивного комплекса была связана, предположительно, с субдукцией континентальной коры в мантийный субстрат. Хондрит-нормализованные спектры РЗЭ интрузива, сложенного породами викторинского комплекса, характеризуются обогащением легкими лантаноидами, тяжелые РЗЭ находятся на уровне 33–67 хондритовых. Соотношение Th/Yb (0,5–2,1) и Ta/Y (0,15–0,37) для пород из намындыканского комплекса, которые примыкают к продуктам плавления деплетированной мантии. В этих породах

доля ассимиляции корового источника составляла значительную часть.

На дискриминантных диаграммах Дж. Пирса [43]: Hf-Ta-Rb Nb-Y, Ta-Yb, Rb-Yb+Ta, Rb-Y+Nb (рис. 5 и рис. 6) фигуративные точки составов всех пород из двух комплексов попадают в поля VAG. Такая же картина наблюдается на диаграмме С. Д. Великославинского (рис. 7) [3; 4], разделяющей гранитоиды на островодужные, внутриплитные и коллизионные типы по параметрам F1 и F2, включающим петрогенные и редкие элементы, точки составов гранитов, гранодиоритов, монцонитов, граносиенитов и кварцевых диоритов отвечают полю IAG для субдукционных гранитоидов. Все типы пород отличаются в целом низкими содержаниями Rb, что характерно для низкодифференцированных магм [11].

По минеральному составу габброидов, а также средних и умереннокислых пород викторинский комплекс принципиально сравним с раннемеловым намындыканским, интрузивы которого характерны для Восточно-Омолонской тектоно-магматической зоны. В рассматриваемых магматитах повышенные содержания щелочного полевого шпата, благодаря которым среди габброидов викторинского комплекса, наряду с габбро и габбродиоритами, присутствуют и монцонитоидные разновидности. Повышение щелочности выше нормальной наблюдается и в более кислых породах, например, среди диоритов присутствуют и монцодиориты, а среди умереннокислых пород, кроме гранодиоритов, характерны кварцевые монцониты и граносиениты. Относительно петрохимических характеристик, по аргитности породы викторинского комплекса можно отнести к щелочноземельному комплексу (0,21–0,44), как и для пород намындыканского комплекса (0,16–0,42), глиноземистость умеренная, петрохимическая серия умереннощелочная и нормальнощелочная, тип щелочности калиево-натриевый до

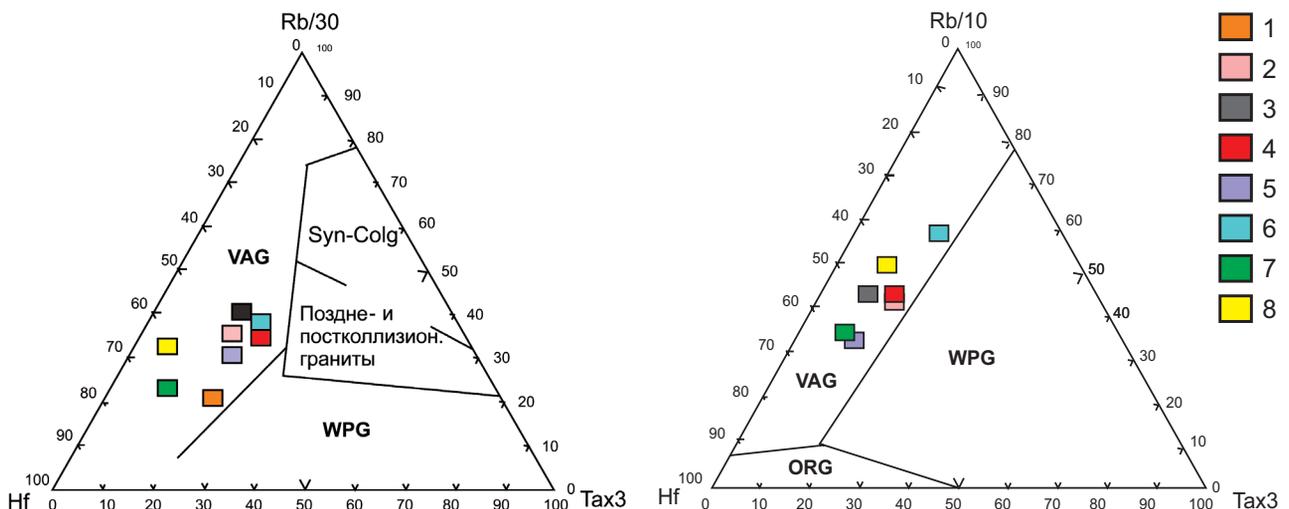


Рис. 6. Диаграммы Дж. Пирса [45]. Hf-Ta-Rb Nb-Y, Ta-Yb, Rb-Yb+Ta, Rb-Y+Nb

1 – гранит низкощелочной, 2 – гранодиориты; 3 – габбро и монцогаббро, 4 – диорит-порфир, 5 – монцониты, 6 – монцодиориты, 7 – кварцевые монцодиориты, 8 – граносиенит. Поля на диаграммах: ORG – граниты океанических хребтов; WPG – внутриплитные граниты; VAG – граниты вулканических дуг; Syn-Colg – синколлизиионные граниты

Таблица 3

Результаты U-Pb датирования цирконов из основных типов породы намандыканского и викторинского комплексов

Точка анализа	Содержания, г/г				Возрасты, млн лет				Отношения изотопов							
	% 206Pb _c	U	Th	²³² Th/ ²³⁸ U	ppm 206Pb*	(1) 206Pb/ ²³⁸ U Age	(2) 206Pb/ ²³⁸ U Age	(1) ²³⁸ U/ 206Pb*	±%	(1) 207Pb/ ²⁰⁶ Pb*	±%	(1) 207Pb/ ²³⁵ U	±%	(1) 206Pb/ ²³⁸ U	±%	Коэфф. корр.
3026-1_1.1	1,33	104	61	0,61	1,92	136,1	2,4	46,86	1,8	0,0473	15	0,1390	15,0	0,02134	1,8	0,1
3026-1_6.1	0,00	105	65	0,64	1,96	138,4	2,0	46,08	1,4	0,0533	5,2	0,1595	5,4	0,0217	1,4	0,3
3026-1_8.1	1,17	109	43	0,41	2,09	140,5	1,9	45,37	1,4	0,0493	12	0,1500	12	0,02204	1,4	0,1
3026-1_9.1	1,22	107	66	0,63	2,06	140,8	2,0	45,30	1,4	0,0475	13	0,1440	13	0,02207	1,4	0,1
3026-1_5.1	0,97	186	116	0,64	3,59	141,8	1,6	44,95	1,1	0,0451	12	0,1380	12,0	0,02225	1,1	0,1
3026-1_4.1	0,78	232	159	0,71	4,47	141,9	1,4	44,93	1,0	0,0466	9,2	0,1430	9,3	0,02226	1,0	0,1
3026-1_7.1	0,52	412	164	0,41	8,01	143,6	1,1	44,38	0,8	0,0453	6,1	0,1409	6,1	0,02253	0,8	0,1
3026-1_10.1	1,18	158	88	0,58	3,1	143,6	1,8	44,40	1,2	0,0494	12	0,1530	12	0,02252	1,2	0,1
3026-1_3.1	1,54	123	66	0,56	2,43	144,8	2,4	44,03	1,6	0,0444	17	0,1390	17,0	0,02271	1,6	0,1
3026-1_2.1	0,49	339	213	0,65	6,99	152,3	1,2	41,82	0,8	0,0495	5,7	0,1631	5,7	0,02391	0,8	0,1
1070-1_1.1	2,73	66	56	0,87	1,28	139,6	3,4	45,70	2,5	0,0410	35	0,123	35	0,02189	2,5	0,1
1070-1_2.1	2,23	80	75	0,96	1,64	148,7	3,2	42,87	2,2	0,0380	32	0,121	32	0,02333	2,2	0,1
1070-1_3.1	2,11	81	53	0,67	1,61	144,6	2,7	44,09	1,9	0,0320	35	0,101	35	0,02268	1,9	0,1
1070-1_4.1	2,85	42	23	0,56	0,801	136,5	3,8	46,70	2,8	0,0400	36	0,118	36	0,02141	2,8	0,1
1070-1_5.1	2,18	84	77	0,95	1,66	143,9	2,8	44,29	2,0	0,0450	25	0,139	26	0,02258	2,0	0,1
1070-1_6.1	2,54	50	46	0,95	0,966	139,4	3,2	45,70	2,3	0,0430	30	0,131	30	0,02186	2,3	0,1
1070-1_7.1	2,23	56	30	0,54	1,11	143,8	3,0	44,33	2,1	0,0540	21	0,168	21	0,02256	2,1	0,1
1070-1_8.1	0,00	47	27	0,60	0,917	145,9	2,7	43,67	1,8	0,0549	8,4	0,173	8,6	0,0229	1,8	0,2
1070-1_9.1	2,26	78	49	0,64	1,55	143,3	2,9	44,50	2,0	0,0370	32	0,116	32	0,02247	2,0	0,1
1070-1_10.1	2,22	57	43	0,79	1,1	140,9	2,9	45,26	2,1	0,0430	26	0,132	26	0,02209	2,1	0,1
1064-1a_5.1	2,38	75	42	0,58	1,44	138,6	2,9	46,03	2,1	0,0420	30	0,126	30	0,02173	2,1	0,1
1064-1a_2.1	3,75	33	18	0,56	0,649	140,1	4,3	45,50	3,1	0,0580	33	0,175	33	0,02198	3,1	0,1
1064-1a_6.1	2,34	55	39	0,75	1,07	142,5	3,1	44,74	2,2	0,0440	27	0,135	27	0,02235	2,2	0,1
1064-1a_10.1	2,56	69	38	0,57	1,37	143,7	3,1	44,38	2,2	0,0410	32	0,128	32	0,02253	2,2	0,1
1064-1a_9.1	2,87	44	36	0,84	0,884	145,2	3,6	43,90	2,5	0,0450	32	0,141	32	0,02278	2,5	0,1
1064-1a_1.1	1,64	87	53	0,63	1,73	145,5	2,3	43,81	1,6	0,0440	19	0,139	19	0,02283	1,6	0,1
1064-1a_3.1	3,39	37	19	0,55	0,744	145,7	4,2	43,70	2,9	0,0460	38	0,144	38	0,02286	2,9	0,1
1064-1a_4.1	3,83	31	23	0,75	0,647	147,0	4,6	43,40	3,2	0,0520	37	0,167	37	0,02306	3,2	0,1
1064-1a_7.1	2,60	48	39	0,84	0,979	147,1	3,5	43,30	2,4	0,0460	29	0,147	29	0,02308	2,4	0,1
1064-1a_8.1	0,00	105	66	0,65	5,4	374,2	3,4	16,73	0,9	0,0533	3,2	0,439	3,4	0,05976	0,9	0,3

3027-1_1.1	1,32	133	81	0,63	2,59	142,5	2,2	142,8	2,0	44,75	1,6	0,0469	15	0,144	15	0,02235	1,6	0,1
3027-1_10.1	1,12	174	124	0,74	3,34	140,9	2,0	141,3	1,8	45,24	1,4	0,0468	13	0,143	13	0,0221	1,4	0,1
3027-1_2.1	1,68	122	85	0,72	2,36	141,1	2,4	142,0	2,1	45,19	1,7	0,0437	19	0,133	20	0,02213	1,7	0,1
3027-1_3.1	1,21	159	113	0,74	3,11	143,8	2,1	144,6	1,9	44,33	1,5	0,0442	15	0,138	15	0,02256	1,5	0,1
3027-1_4.1	0,96	150	96	0,66	2,9	142,0	2,0	141,8	1,9	44,91	1,4	0,0499	11	0,153	11	0,02227	1,4	0,1
3027-1_5.1	1,54	130	81	0,64	2,52	141,5	2,4	141,4	2,1	45,06	1,7	0,0493	17	0,151	17	0,02219	1,7	0,1
3027-1_5.2	1,56	90	41	0,47	1,76	143,2	2,6	143,3	2,4	44,51	1,9	0,0484	17	0,15	17	0,02247	1,9	0,1
3027-1_6.1	0,00	134	81	0,63	2,59	143,3	2,0	142,9	2,0	44,48	1,4	0,0515	5,6	0,1597	5,8	0,02248	1,4	0,2
3027-1_7.1	0,91	225	180	0,83	4,26	139,3	1,8	140,5	1,6	45,78	1,3	0,0421	12	0,127	12	0,02184	1,3	0,1
3027-1_8.1	1,30	153	88	0,59	2,95	140,6	2,1	141,6	1,9	45,34	1,5	0,0431	16	0,131	16	0,02205	1,5	0,1
3027-1_9.1	0,00	110	70	0,66	2,09	140,7	2,4	140,3	2,4	45,33	1,7	0,0508	6,4	0,1545	6,4	0,02206	1,7	0,3
2065-1_1.1	0	375	215,00	0,59	7,1	139,4	1,3	140,0	1,3	45,8	1	0,0454	6,3	0,1367	6,3	0,02185	1,0	0,2
2065-1_10.1	2	166	106,00	0,66	3,2	141,9	2,2	142,6	1,8	44,93	1,5	0,0451	17	0,138	17	0,02226	1,5	0,1
2065-1_2.1	1	183	102,00	0,58	3,6	143,7	2,0	144,3	1,9	44,35	1,4	0,0456	11	0,142	11	0,02255	1,4	0,1
2065-1_3.1	0	836	455,00	0,56	16,0	141,4	1,1	141,2	1,1	45,08	0,8	0,0501	3	0,1533	3,1	0,02218	0,8	0,2
2065-1_4.1	1	159	97,00	0,63	3,0	140,1	1,9	139,3	1,8	45,51	1,4	0,0536	11	0,162	11	0,02197	1,4	0,1
2065-1_5.1	1	166	99,00	0,62	3,2	140,7	1,9	141,7	1,8	45,32	1,4	0,0428	14	0,13	14	0,02206	1,4	0,1
2065-1_6.1	1	185	110,00	0,61	3,6	143,9	1,8	144,1	1,7	44,31	1,2	0,0477	8,6	0,148	8,6	0,02257	1,2	0,1
2065-1_7.1	0	119	75,00	0,65	2,3	141,7	2,0	140,6	2,1	45,00	1,4	0,0548	5,9	0,1677	5,9	0,02222	1,4	0,2
2065-1_8.1	1	358	173,00	0,5	6,9	142,0	1,5	143,4	1,4	44,89	1,1	0,0412	10	0,127	10	0,02228	1,1	0,1
2065-1_9.1	0	453	236,00	0,54	8,6	140,4	1,4	140,6	1,4	45,42	1,0	0,0477	3,2	0,1448	3,4	0,02202	1,0	0,3
2066-1_1.1	0,54	324	256	0,82	6,23	142,0	1,5	141,9	1,4	44,91	1,0	0,0493	6,4	0,1512	6,5	0,02227	1,0	0,2
2066-1_10.1	1,50	151	89	0,61	2,86	138,5	2,2	138,3	1,9	46,06	1,6	0,0497	15	0,149	16	0,02171	1,6	0,1
2066-1_2.1	0,89	221	143	0,67	4,29	143,1	2,5	143,9	2,5	44,55	1,8	0,0443	11	0,137	11	0,02245	1,8	0,2
2066-1_3.1	0,91	221	151	0,71	4,22	140,4	1,8	140,7	1,6	45,43	1,3	0,0472	11	0,143	11	0,02201	1,3	0,1
2066-1_4.1	0,00	125	84	0,69	2,37	140,0	2,0	139,2	2,1	45,54	1,4	0,0539	8,9	0,163	8,9	0,02196	1,4	0,2
2066-1_5.1	1,91	147	96	0,67	2,81	139,4	2,4	139,6	1,9	45,73	1,7	0,0478	20	0,144	20	0,02187	1,7	0,1
2066-1_6.1	0,75	200	116	0,60	3,79	139,7	1,7	139,6	1,7	45,63	1,3	0,0499	8,6	0,151	8,6	0,02191	1,3	0,1
2066-1_7.1	0,91	193	126	0,68	3,73	142,1	1,8	142,5	1,7	44,88	1,3	0,0467	11	0,144	11	0,02228	1,3	0,1
2066-1_8.1	1,74	162	100	0,64	3,15	142,1	2,3	143,0	1,9	44,86	1,6	0,0442	20	0,136	20	0,02229	1,6	0,1
2066-1_9.1	0,94	212	129	0,63	4,04	140,0	1,8	140,5	1,7	45,55	1,3	0,0460	11	0,139	11	0,02195	1,3	0,1
1331-2_3.1	0,00	122	38	0,32	2,19	133,2	±1,9	132,8	±1,9	47,9	1,4	0,0508	5,7	0,1463	5,9	0,02088	1,4	0,2
1331-2_10.1	0,00	226	98	0,45	4,07	134,0	±1,4	133,9	±1,4	47,6	1,0	0,0496	4,1	0,1436	4,2	0,02101	1,0	0,2
1331-2_6.1	0,00	221	91	0,43	4,02	135,1	±1,4	134,9	±1,4	47,23	1,0	0,0495	4,1	0,1446	4,3	0,02117	1,0	0,2
1331-2_4.1	0,00	165	76	0,48	3,02	135,9	±1,9	136,0	±1,9	46,95	1,4	0,0481	4,8	0,1411	5	0,02130	1,4	0,3
1331-2_1.1	0,00	146	48	0,34	2,69	137,1	±2,9	136,9	±2,9	46,53	2,1	0,0497	5,1	0,1473	5,5	0,02149	2,1	0,4

Точка анализа	Содержания, г/г				Возрасты, млн лет				Отношения изотопов					
	% 206Pb _c	U	Th	²³² Th/ ²³⁸ U	ppm 206Pb*	(1) 206Pb/ ²³⁸ U Age	(2) 206Pb/ ²³⁸ U Age	(1) ²³⁸ U/ 206Pb*	±%	(1) 207Pb/ ²³⁵ U	±%	(1) 206Pb/ ²³⁸ U	±%	Коефф. Корр.
1331-2_8.1	0,00	135	44	0,34	2,49	137,2 ±1,8	137,1 ±1,9	46,5	5,3	0,1464	5,5	0,02151	1,3	0,2
1331-2_5.1	0,00	192	58	0,31	3,57	138,1 ±1,5	137,6 ±1,6	46,2	4,4	0,1528	4,5	0,02165	1,1	0,2
1331-2_9.1	0,00	188	79	0,43	3,55	139,8 ±1,6	140,1 ±1,6	45,6	4,6	0,1425	4,7	0,02193	1,1	0,2
1331-2_7.1	0,00	221	78	0,36	4,19	140,7 ±1,5	140,6 ±1,5	45,31	4,1	0,1510	4,2	0,02207	1,0	0,2
1331-2_2.1	0,00	120	82	0,71	5,9	359,1 ±4,1	358,6 ±4,2	17,46	3,2	0,4330	3,4	0,05729	1,2	0,3
2318-1_1.1	0,00	129	55	0,45	2,32	133,9 ±1,8	133,3 ±1,9	47,65	5,3	0,1507	5,5	0,02099	1,4	0,2
2318-1_10.1	0,00	253	113	0,46	4,75	139,3 ±1,4	139,5 ±1,4	45,77	3,9	0,1444	4,1	0,02185	1,0	0,2
2318-1_2.1	0,00	382	345	0,93	7,01	136,1 ±1,1	135,8 ±1,1	46,87	3,1	0,1482	3,2	0,02134	0,8	0,2
2318-1_3.1	0,00	55	19	0,36	0,981	132 ±2,8	130,6 ±2,8	48,3	8,0	0,1640	8,2	0,02069	2,1	0,3
2318-1_4.1	0,00	114	44	0,40	2,15	139,5 ±2	139,8 ±2	45,71	5,8	0,1426	6,0	0,02188	1,4	0,2
2318-1_5.1	0,00	237	76	0,33	4,37	136,9 ±1,6	137 ±1,6	46,58	4,0	0,1434	4,1	0,02147	1,2	0,3
2318-1_6.1	0,00	204	109	0,55	3,74	136,2 ±1,7	136,4 ±1,8	46,83	4,5	0,1400	4,7	0,02136	1,3	0,3
2318-1_7.1	0,00	98	40	0,43	1,84	139,4 ±2,1	139,7 ±2,2	45,75	6,2	0,1418	6,4	0,02186	1,5	0,2
2318-1_8.1	0,00	149	79	0,55	2,88	143,2 ±1,8	143,3 ±1,8	44,51	5,0	0,1500	5,2	0,02247	1,3	0,2
2318-1_9.1	0,00	166	63	0,39	3,07	136,9 ±1,6	136,9 ±1,7	46,58	4,8	0,1454	5,0	0,02147	1,2	0,2
5301-4_5.1	1,03	158	34	0,22	2,88	133,7 ±1,8	132,9 ±1,7	47,72	10	0,1540	10	0,02096	1,4	0,1
5301-4_3.1	0,00	644	200	0,32	11,8	136,6 ±0,99	136,7 ±1	46,69	2,5	0,1423	2,6	0,02142	0,7	0,3
5301-4_1.1	0,00	83	23	0,28	1,54	137,5 ±2,3	137,5 ±2,3	46,38	6,6	0,1460	6,8	0,02156	1,7	0,2
5301-4_10.1	0,00	154	42	0,28	2,86	137,6 ±1,7	137,1 ±1,8	46,37	4,9	0,1529	5	0,02157	1,3	0,2
5301-4_4.1	0,00	151	32	0,22	2,82	138,7 ±1,7	138,5 ±1,8	45,99	4,9	0,1495	5	0,02175	1,2	0,2
5301-4_7.1	0,00	185	48	0,27	3,49	139,7 ±1,6	139,4 ±1,7	45,66	4,6	0,1522	4,8	0,02190	1,2	0,2
5301-4_6.1	0,00	293	90	0,32	5,55	140,9 ±1,3	140,7 ±1,3	45,27	0,93	0,1495	3,8	0,02209	0,9	0,2
5301-4_2.1	0,00	287	29	0,11	6,11	157,5 ±1,4	157,3 ±1,5	40,44	3,4	0,1702	3,6	0,02473	0,9	0,3
5301-4_8.1	0,00	70	50	0,73	3,48	361,0 ±4,7	359,8 ±4,9	17,36	4,2	0,4500	4,4	0,05760	1,3	0,3
5301-4_9.1	0,00	141	149	1,09	7,4	381,9 ±3,5	380,9 ±3,7	16,38	3,7	0,4760	3,8	0,06104	1,0	0,2
2,1	0,00	266	411	4,99	1,6	139,2 ±1,2	138,8 ±1,1	45,80	6,7	0,1539	6,7	0,02183	0,9	0,1
4,1	1,58	244	328	4,53	1,4	138,1 ±2,3	139,6 ±2,1	46,18	16,8	0,1192	16,9	0,02166	1,7	0,1
5,1	2,34	196	280	3,65	1,5	137,9 ±1,9	141,1 ±1,3	46,25	29,7	0,0897	29,7	0,02162	1,4	0,0
6,1	1,12	175	211	3,24	1,2	137,0 ±2,7	138,5 ±2,5	46,57	17,2	0,1185	17,3	0,02147	2,0	0,1
7,1	0,00	165	64	3,13	0,4	140,6 ±2,3	139,3 ±2,2	45,34	8,9	0,1713	9,1	0,02206	1,6	0,2

8,2	4,81	102	31	1,81	0,3	132,0	4,9	137,3	4,1	48,33	3,7	0,0164	115,6	0,0468	115,7	0,02069	3,7	0,0
9,1	1,79	147	167	2,70	1,2	136,2	4,2	137,8	4,0	46,84	3,1	0,03951	22,3	0,1163	22,5	0,02135	3,1	0,1
11,1	4,65	104	35	1,87	0,4	133,9	3,2	139,3	1,4	47,65	2,4	0,01624	112,7	0,0470	112,7	0,02099	2,4	0,0
12,1	2,76	143	129	2,65	0,9	137,4	2,3	140,4	1,6	46,43	1,7	0,03133	41,9	0,0931	42,0	0,02154	1,7	0,0
13,1	0,00	241	405	4,49	1,7	138,5	2,8	137,7	2,8	46,06	2,0	0,05341	6,7	0,1599	7,0	0,02171	2,0	0,3
2131_1.1	0,39	915	513	0,58	13	105,0	1,3	104,7	1,3	60,90	1,2	0,0505	4,1	0,1142	4,2	0,01642	1,2	0,3
2131_2.1	0,39	408	171	0,43	6,07	110,1	1,4	110,3	1,4	58,05	1,3	0,0466	5,2	0,1108	5,4	0,01723	1,3	0,2
2131_2.2	0,25	666	395	0,61	9,88	110,0	1,3	110,2	1,3	58,10	1,2	0,0466	3,7	0,1107	3,9	0,01721	1,2	0,3
2131_3.1	0,00	1527	1258	0,85	22	107,4	1,2	107,5	1,2	59,51	1,2	0,04788	1,6	0,1109	1,9	0,0168	1,2	0,6
2131_3.2	0,00	386	152	0,41	5,44	104,9	1,4	104,7	1,4	60,95	1,3	0,0496	3,1	0,1123	3,4	0,01641	1,3	0,4
2131_3.3	0,00	843	360	0,44	12	105,8	1,2	105,9	1,2	60,46	1,2	0,04727	2,1	0,1078	2,4	0,01654	1,2	0,5
2131_4.1	0,00	1627	718	0,46	22,8	104,3	1,2	104,3	1,2	61,33	1,2	0,04801	1,6	0,1079	1,9	0,01631	1,2	0,6
2131_4.2	0,09	1367	416	0,31	19,9	108,3	1,3	108,3	1,3	59,01	1,2	0,04845	2,0	0,1132	2,3	0,01695	1,2	0,5
2131_5.1	0,17	1428	515	0,37	20,5	106,8	1,2	106,8	1,2	59,86	1,1	0,0484	2,3	0,1115	2,6	0,01671	1,1	0,4
2131_6.1	0,09	1676	671	0,41	23,6	104,6	1,2	104,7	1,2	61,14	1,1	0,04735	1,7	0,1068	2,1	0,01636	1,1	0,5
2135_10.1	0,00	138	67	0,51	1,52	82,4	1,4	81,8	1,4	77,7	1,7	0,053	5,9	0,0939	6,1	0,01286	1,7	0,3
2135_8.1	1,38	186	49	0,27	2,1	82,8	1,3	83,5	1,2	77,4	1,6	0,0409	17	0,073	17	0,01292	1,6	0,1
2135_4.1	0,00	181	123	0,70	2,01	82,9	1,0	82,8	1,1	77,28	1,2	0,0485	5,3	0,0866	5,4	0,01294	1,2	0,2
2135_6.1	0,00	162	94	0,60	1,8	82,9	1,1	83,0	1,1	77,27	1,3	0,0465	5,7	0,0829	5,8	0,01294	1,3	0,2
2135_1.1	0,73	351	320	0,94	4,02	84,9	1,0	85,4	1,0	75,42	1,2	0,0432	9,7	0,079	9,8	0,01326	1,2	0,1
2135_5.1	0,00	745	694	0,96	8,54	85,5	0,5	85,5	0,5	74,87	0,6	0,0483	2,6	0,089	2,7	0,01336	0,6	0,2
2135_2.1	0,00	354	375	1,09	4,07	85,7	1,0	85,6	1,0	74,77	1,2	0,0486	4,8	0,0896	4,9	0,01337	1,2	0,2
2135_7.1	0,00	196	144	0,76	2,26	85,9	1,1	86,0	1,2	74,6	1,3	0,0468	5,1	0,0866	5,3	0,01341	1,3	0,3
2135_9.1	0,00	95	52	0,56	4,84	371,3	4,3	371,5	4,4	16,87	1,2	0,0536	3,3	0,438	3,5	0,05929	1,2	0,3
2135_3.1	0,00	243	115	0,49	12,7	379,3	2,8	379,8	2,9	16,5	0,8	0,0531	2,5	0,443	2,7	0,06060	0,8	0,3
1157-1_3.1	0,20	799	2329	3,01	8,58	80,0	1,0	80,0	1,0	80,10	1,2	0,0471	3,2	0,081	3,4	0,01248	1,2	0,4
1157-1_7.1	0,00	932	3239	3,59	10,1	81,0	1,0	81,0	1,0	79,10	1,2	0,0478	2,3	0,0834	2,6	0,01264	1,2	0,5
1157-1_6.1	0,29	451	714	1,63	4,91	81,0	1,0	81,1	1,0	79,10	1,3	0,0467	4,3	0,0814	4,4	0,01264	1,3	0,3
1157-1_8.1	0,00	817	3666	4,64	8,95	81,7	1,0	81,6	1,0	78,42	1,2	0,0488	2,5	0,0858	2,8	0,01275	1,2	0,4
1157-1_5.1	0,46	864	1799	2,15	9,55	82,1	1,0	81,8	1,0	78,04	1,2	0,0502	4,9	0,0886	5,0	0,01281	1,2	0,2
1157-1_2.1	0,00	164	301	1,90	1,8	82,0	1,5	82,0	1,5	78,10	1,9	0,0474	5,4	0,0838	5,7	0,0128	1,9	0,3
1157-1_4.1	0,00	438	569	1,34	4,84	82,4	1,2	82,2	1,2	77,80	1,4	0,0495	3,4	0,0877	3,7	0,01286	1,4	0,4
1157-1_9.1	0,00	246	491	2,06	2,8	84,8	1,3	84,8	1,3	75,50	1,5	0,0477	4,5	0,087	4,8	0,01324	1,5	0,3
1157-1_10.1	0,27	903	1082	1,24	10,5	86,2	1,1	86,3	1,1	74,25	1,3	0,0473	3,9	0,0879	4,1	0,01347	1,3	0,3
1157-1_1.1	0,00	366	1125	3,17	4,46	90,8	1,3	91,0	1,3	70,50	1,4	0,0466	3,4	0,0913	3,7	0,01419	1,4	0,4

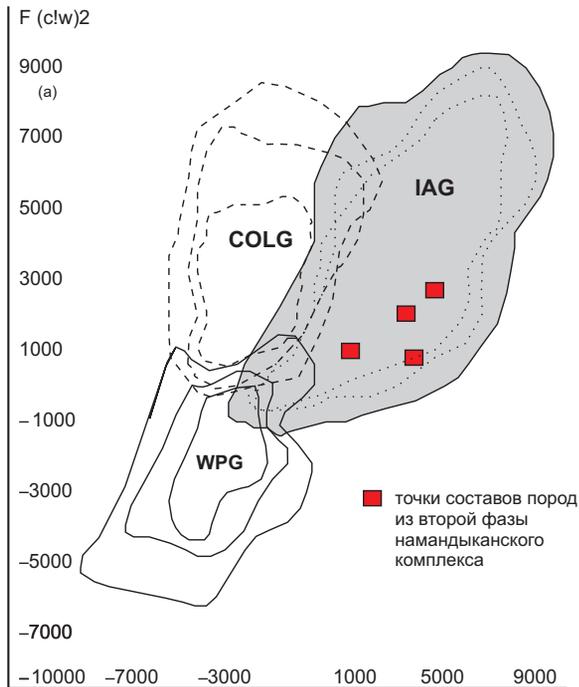


Рис. 7. Дискриминантная диаграмма (F/(w)1) vs (c-w)2 [3]

натриевого ($Na_2O/K_2O = 2,67-2,29$), что попадает и в диапазон значений для намындыканского комплекса (табл. 2) [29].

На мультиэлементных диаграммах графики распределения пород из намындыканского комплекса (рис. 8) характеризуются типом распределения с обогащением крупноионными литофильными элементами относительно высокозарядных и минимумами (Ba), Sr, Ta, Ti, демонстрируя при этом смешанный характер: танталовый минимум отвечает субдукционным меткам, при одновременном отсутствии ниобиевого минимума, Ba/Nb отношение также является слишком низким (3–9) для обстановок субдукции, тогда как Ba/La равен 15–64, что отвечает интервалу, указывающему на субдукционную обстановку [32].

Изотопная характеристика гранитоидов. Выделение цирконов было проведено в ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ» с использованием стандартных методик плотностной и магнитной сепараций. Цирконы выделены из 14 образцов. Возраст цирконов определяется локальным U-Pb методом на вторично-ионном микрозонде SHRIMP-II (ЦИИ ВСЕГЕИ) по стандартной методике (табл. 3). Для выбора точек датирования в зернах использовались оптические

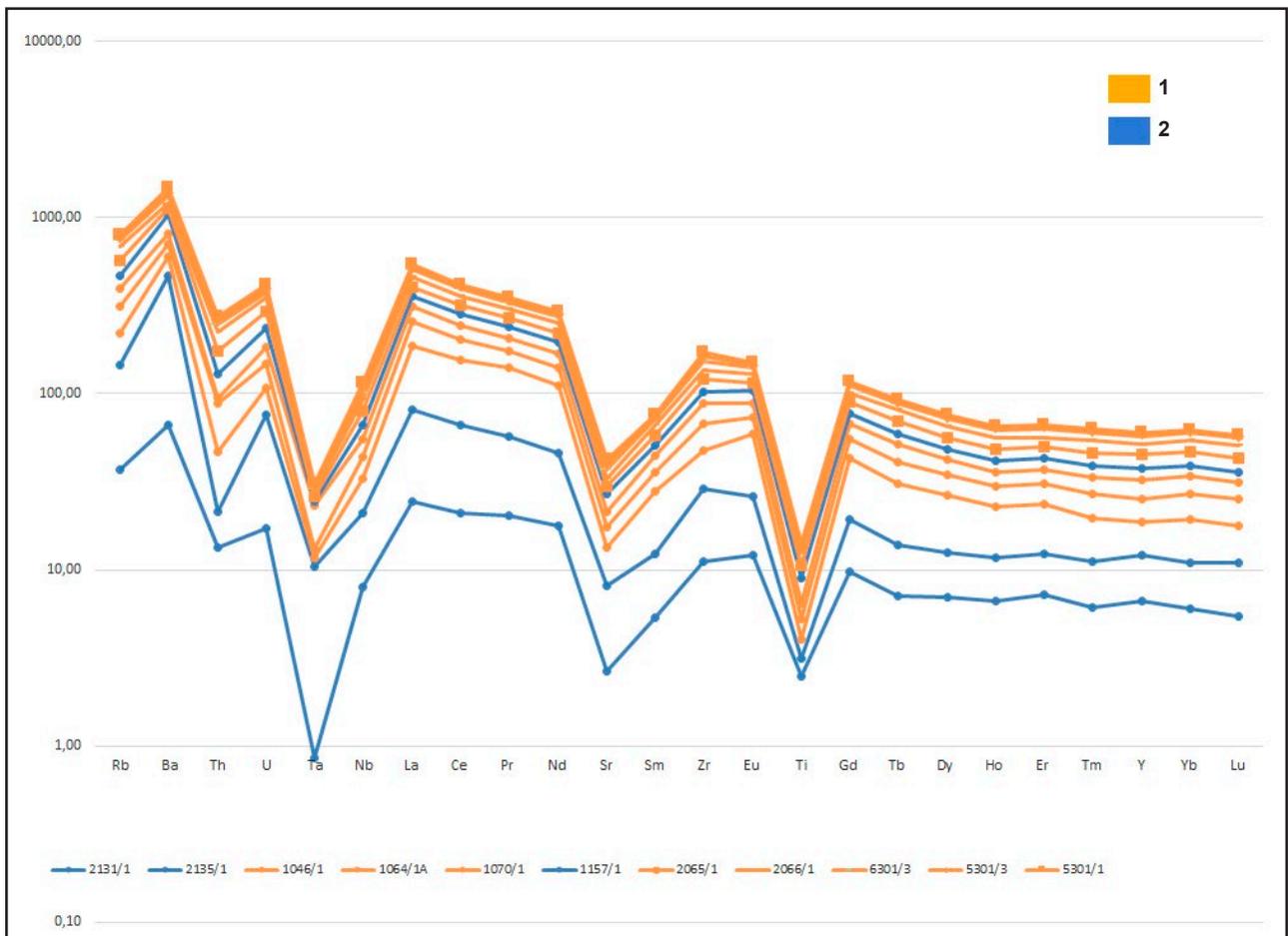


Рис. 8. Мультиэлементные диаграммы, содержания нормированы на состав примитивной мантии 1 – породы намындыканского комплекса, 2 – породы викторинского комплекса

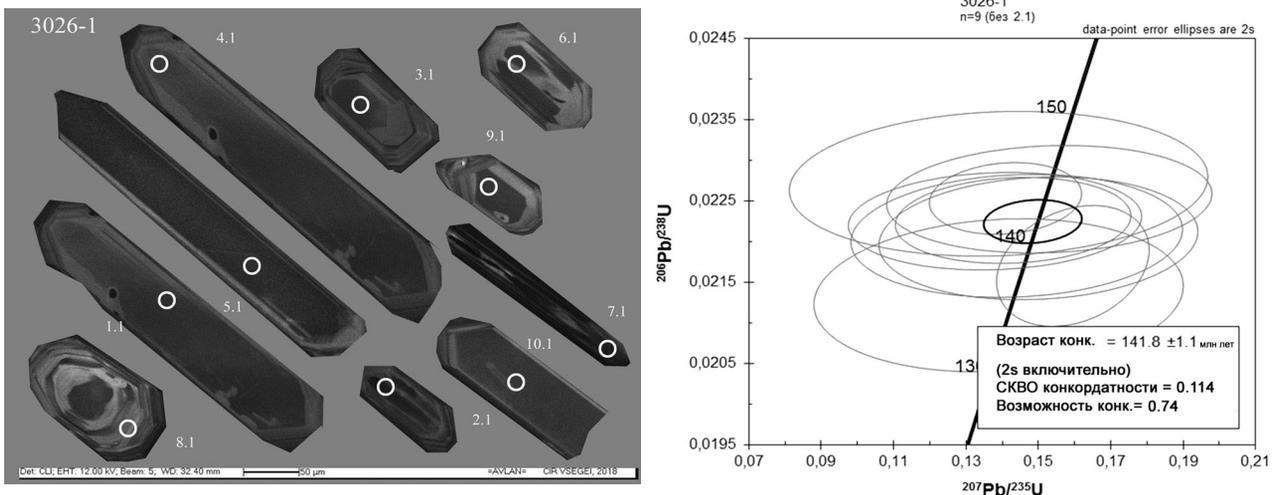


Рис. 9. Микрофотографии цирконов в режиме катодоллюминесценции и их конкордия для цирконов по пробе 3026-1 из граносиенита

(в проходящем и отраженном свете) и катодоллюминесцентные изображения (CL) циркона. Отмечено, что для всех цирконов из образцов намындыканского комплекса содержание урана остается невысоким 31–800 ppm, тория – 18–250 ppm, а также везде присутствует магматическое торий-урановое соотношение в 0,47–0,9 [41; 42]. В облике цирконов преобладают совершенные кристаллографические формы, тонкая осцилляционная зональность, отсутствие ядер, оболочек обрастания и следов механической абразии.

Из всего разнообразного состава пород намындыканского комплекса были проанализированы цирконы в 10 образцах: пять из кварцевых монцодиоритов (1064-1а, 1070-1, 2066-1, 3027-1, 2065-1), три из гранодиорит-порфиров (1331-2, 2318-1, 5301-4), один из монцодиорита (6301-4) и один из граносиенита (3026-1) (табл. 2).

Из викторинского комплекса было проанализировано на возраст три образца с номерами 2131, 1157-1 (монцогаббро) и 2135 (кварцевый диорит-порфир) (табл. 1).

Исследуемые породы можно разделить на четыре группы по петрографическому признаку. Первые три относятся к намындыканскому комплексу, последняя – к викторинскому.

Первая группа пород представлена одним образцом граносиенита. Десять зерен цирконов изучено в образце граносиенита 3026-1, для всех цирконов получен конкордатный возраст в $141,8 \pm 1,1$ млн лет. Кристаллы цирконов имеют длиннопризматический габитус, размер 120–400 мкм (рис. 9). Для цирконов этого образца характерно невысокое содержание U (в среднем 159 г/т) и основная часть зерен представлена цирконом с осцилляционной зональностью с чередованием участков серого и черного оттенков в CL. Чаще всего осцилляционная зональность контрастна, но в некоторых зернах она затуманена и размыта или представлена в виде нескольких зон.

Вторая группа пород представлена четырьмя образцами монцодиоритов и одним монцонитом. Проанализировано 10 зерен цирконов в каждом из четырех образцов биотит-роговообманковых монцодиоритов и 10 из монцонита. Они имеют длинно- и короткопризматический габитус, размер 110–330 мкм (рис. 10, 11). Цирконы можно разделить на несколько групп. Для первой группы характерно наличие секториальной зональности, для второй – осцилляционная зональность в крайних зонах, для этих зерен характерно деление на «серые» и «черные» участки. Последняя группа представлена темными кристаллами с плохо различимой тонкой зональностью.

Для всех цирконов получены конкордатные возрасты в интервале 141–143 млн лет. Для 10 зерен из монцодиорита (проба 1070) и девяти зерен из кварцевого монцонита (1064-1а) (рис. 10) получен возраст в $143,0 \pm 1,9$ и в $143,8 \pm 2,2$ соответственно. Для монцодиоритов (2065-1, 2066-1 и 3027-1) (рис. 11) были получены следующие конкордатные значения возраста в млн лет: $141,3 \pm 1,0$ (проба 2065-1), $141,8 \pm 1,2$ (проба 2066-1), $141,6 \pm 1,3$ (проба 3027-1). Из пробы 2065-1 было проанализировано 10 точек по 10 зернам, из пробы 2066-1, аналогично, 10 точек по 10 зернам цирконов, из пробы 3027-1 11 точек по 10 зернам цирконов. Все цирконы характеризуются длинно- и короткопризматическими с размерами по длинной стороне в 150–410 мкм, разница в возрасте составляет 1–2 млн лет, что не превышает ошибку измерений. Это подтверждает, что унаследованные древние ядра в цирконах отсутствуют и полученные возрасты отражают время кристаллизации монцонитоидов.

Третья группа пород представлена двумя образцами кварцевого диорита и двумя гранодиоритами. Для двух кварцевых диоритов (5301 и 6301) (рис. 12) и двух гранодиоритов (1331 и 2318) (рис. 13) получены очень близкие конкордатные значения возраста в $137,9 \pm 1,1$ (проба

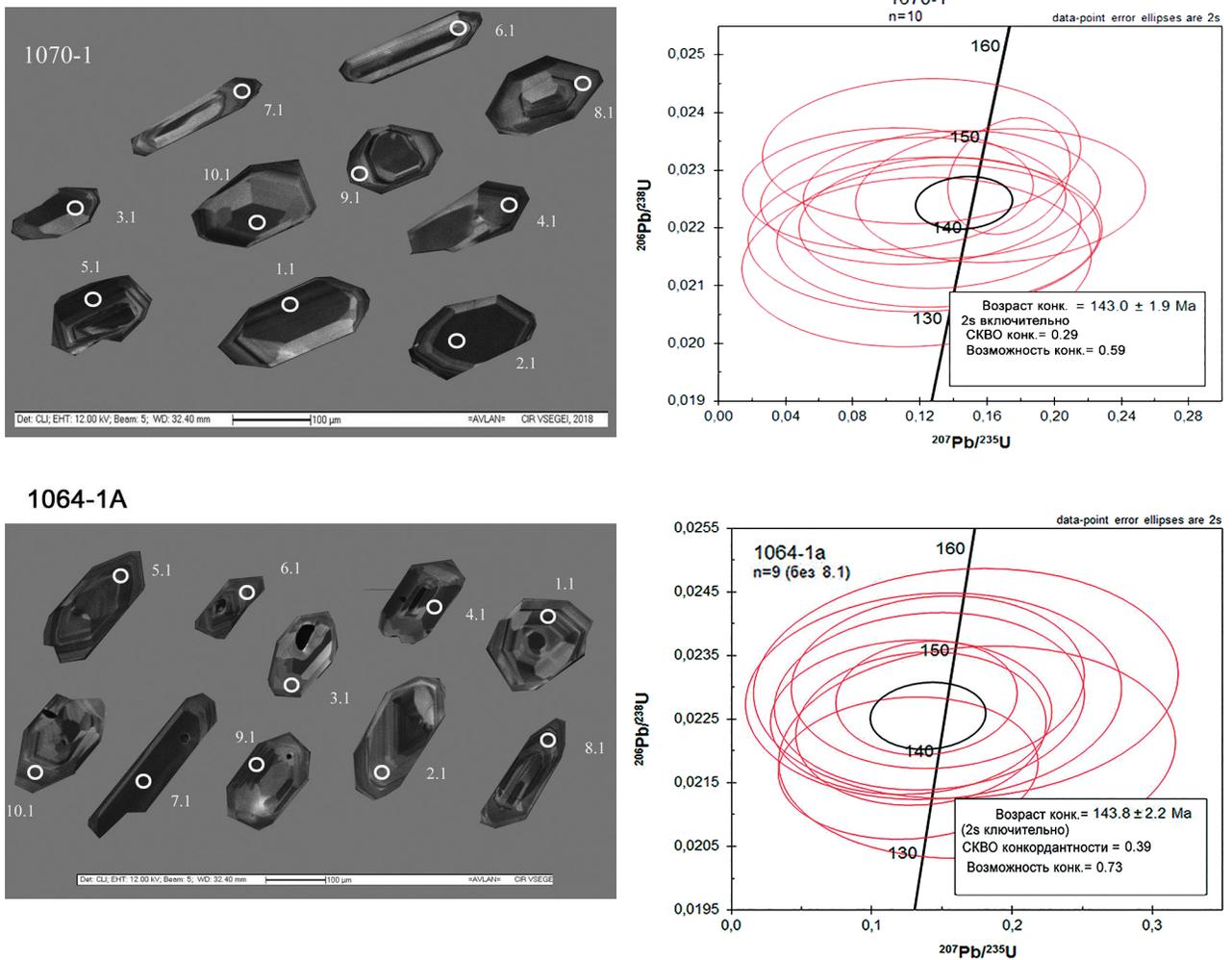


Рис. 10. Микрофотографии цирконов в режиме катодолуминесценции и их конкордии из монцодиорита и монцонита

5301), $138,3 \pm 1,4$ (проба 6301), $136,9 \pm 1,1$ (проба 1331-2) и $137,5 \pm 1,4$ (проба 2318-1) млн лет. Из каждой пробы был получен возраст по 10 точкам. Цирконы из кварцевых диоритов обладают четкой зональностью, наблюдаются ядра, в отдельных случаях со следами перекристаллизации. Магматическая зональность с широкими четкими чередованиями темных и светлых зон. Для гранодиоритов характерны цирконы одинакового строения, с тонкой магматической зональностью, присутствием совсем светлых белых зон в катодолуминесцентном изображении цирконов и серых зон, а также неизменных ядер в строении цирконов.

Из викторинского комплекса получены конкордантные значения возраста по одной пробе монцогаббродиорита (2131) (рис. 14) и двум монцогаббро (1157 и 2135) (рис. 15) в $106,6 \pm 1,1$ млн лет, и $82,6 \pm 0,7$ и $84,6 \pm 0,8$ млн лет, соответственно. В монцогаббро из пробы 1157 было проанализировано 9 точек по 9 зернам, в монцогаббродиорите – 10 точек из 10 цирконов, и в монцогаббро из пробы 2135 проанализировано восемь точек в восьми зернах. Содержание урана варьирует от 386 до 4000 г/т, а в монцогаббродиорите (96–700 г/т), торий-урановое соотношение остается

магматическим [30] (0,3–1,09) кроме монцогаббро (1157), где достигает 4, из-за повышенного содержания тория до 3666 г/т. Цирконы делятся на несколько групп, так же как цирконы из намындыканского комплекса. Одна группа обладает тонкой ненарушенной осцилляционной зональностью, другая секториальной зональностью с участками серых и темных зон. Другая группа представлена менее вытянутыми, приближенными к тетрагональной дипирамиде кристаллами, цирконами черного (в катодолуминесцентном изображении) цвета.

Обсуждение результатов. Исследованные массивы южной части Омолонского массива сложены гранитами, гранодиоритами, монцонитоидами широкого спектра составов. Возраст кристаллизации цирконов в изученных интрузиях можно разделить на две большие группы, относящиеся к раннему (берриас–валанжин) и позднему (альб–коньяк) мелу.

Петрографический состав и петро-геохимические особенности изученных пород позволяют сопоставлять их с дифференцированными гранитами I типа.

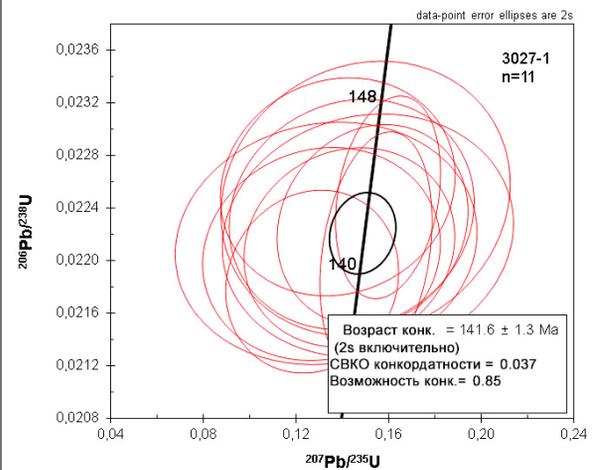
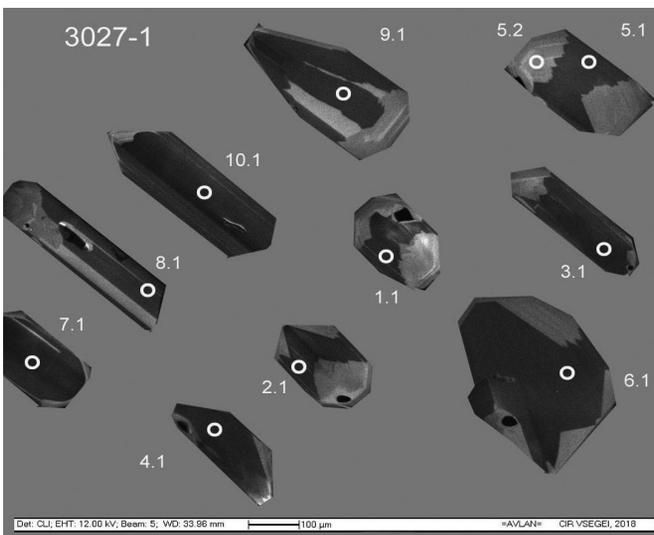
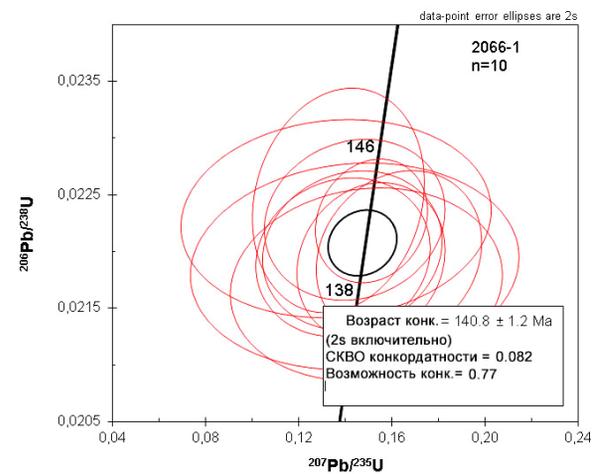
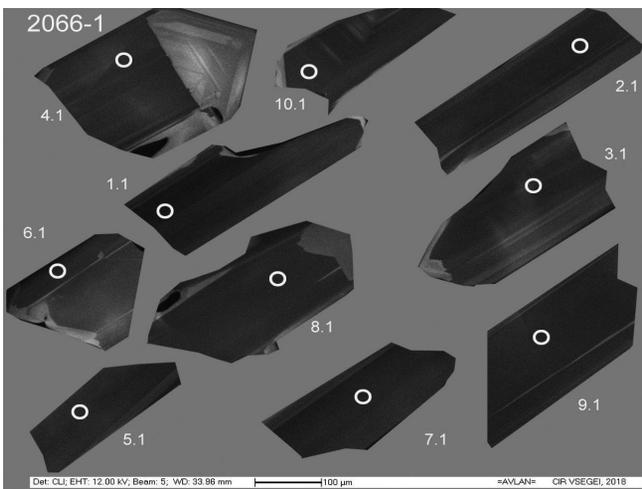
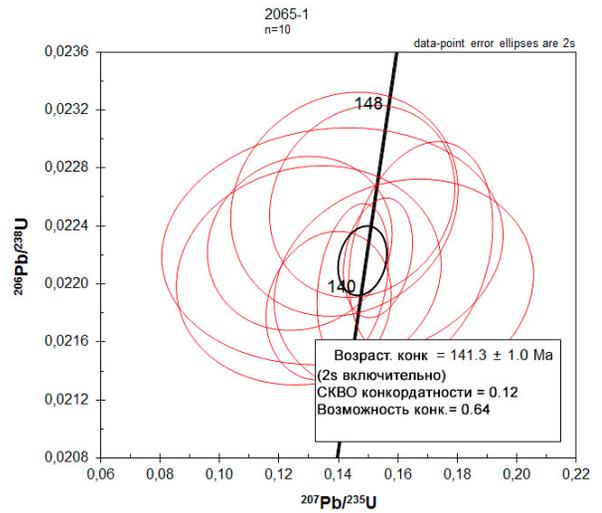
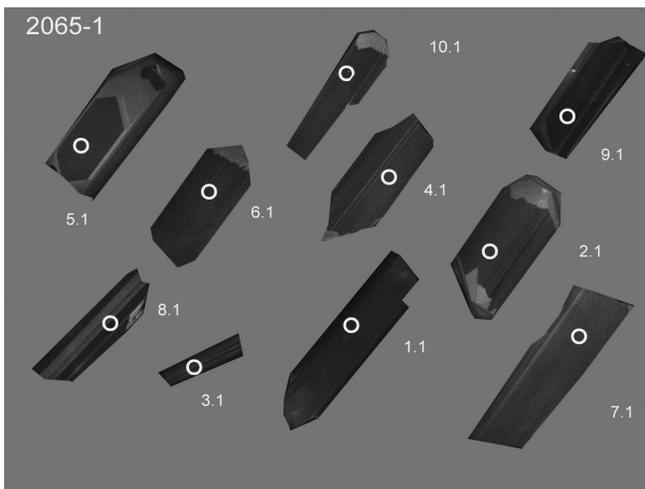
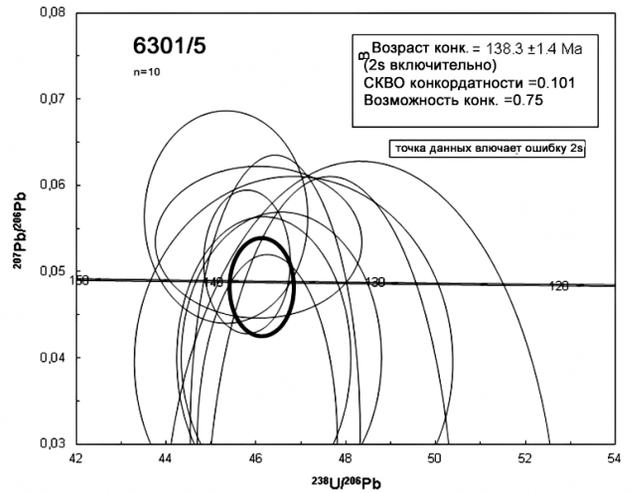
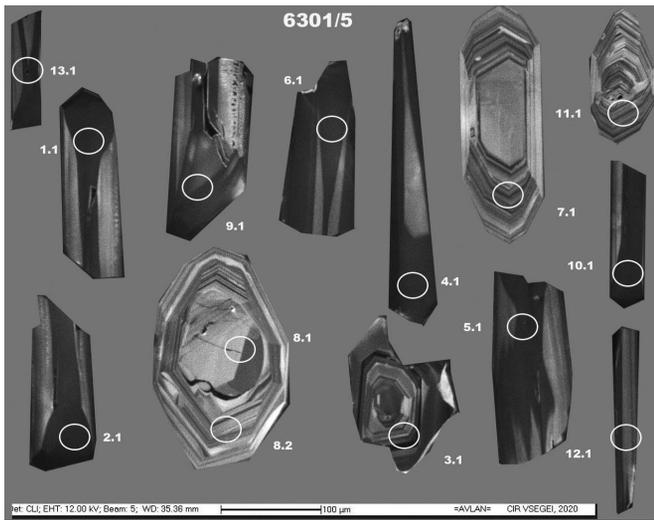


Рис. 11. Микрофотографии цирконов в режиме катодолуминесценции и их конкордии из монцодиоритов



5301-1

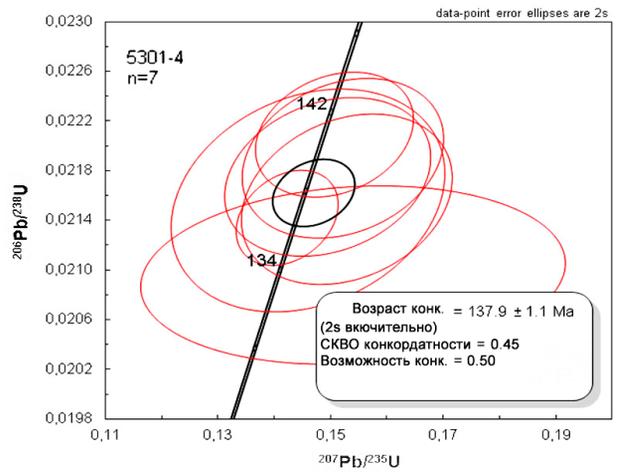
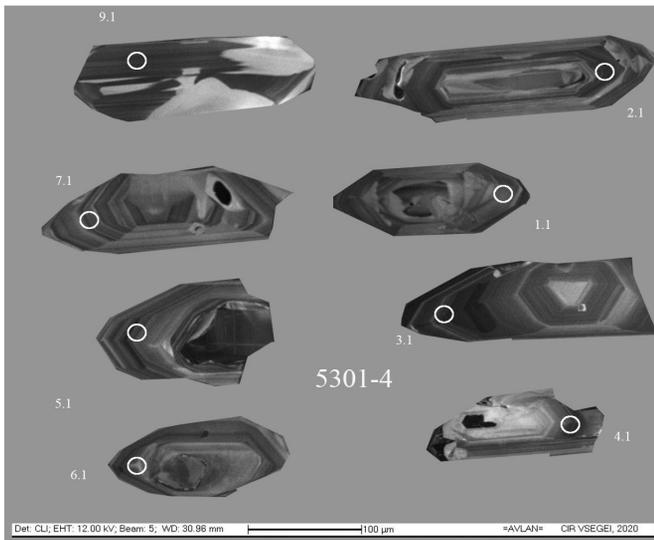


Рис. 12. Микрофотографии цирконов в режиме катодолуминесценции и их конкордии из кварцевых диоритов

По Е. В. Склярюву, гранитоиды андезитового ряда, которые сходны по петрохимическим и геохимическим данным с гранитоидами из намындыканского комплекса, формируются в островодужных обстановках [32; 41]. Полученные же в ходе этой работы данные показывают, что часть параметров графиков распределения редкоземельных элементов отвечает субдукционным обстановкам, а часть – нет. Это смешение характеристик параметров в графиках редкоземельных элементов хорошо укладывается в модель Склярюва, где гранитоиды данного геохимического типа являются составной частью палеоостровных дуг, но приурочены не непосредственно к островной дуге, а к ее тыловой части, на континентальной окраине [32].

Наиболее точной моделью, объясняющей появление интрузий с данными параметрами, на наш взгляд, является обстановка задугового спрединга с неассимилированным слэбом на глубине,

который при своем плавлении создает в породах геохимические метки, отвечающие надсубдукционным обстановкам [34].

Согласно наиболее широко используемой модели геологического развития региона в интервале верхняя юра – верхний мел, дважды формировались вулканические пояса. Начиная с титона и до конца готерива был сформирован Джухтардак-Олойский [13; 14; 35] вулканический пояс, а в интервале альб–кампан формировался Охотско-Чукотский [1; 31; 35]. Обе структуры представляют собой надсубдукционные пояса андийского типа [28] и в пространственном отношении частично накладываются друг на друга.

Зона основного распространения ОЧВП расположена значительно южнее описываемой территории и приурочена к современному тихоокеанскому побережью, однако для нее характерно наличие перивулканических зон, образующихся в зонах

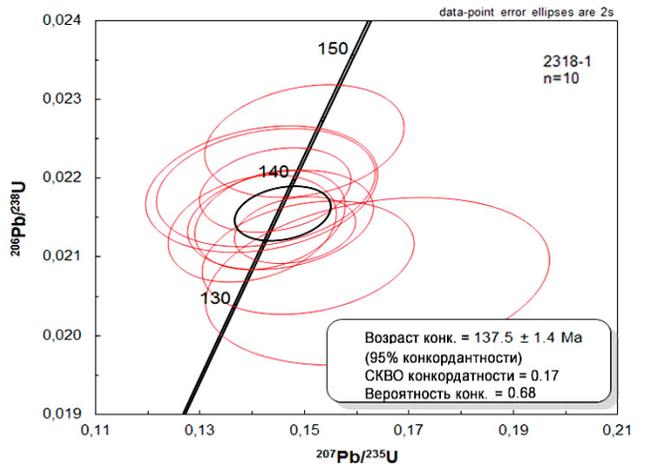
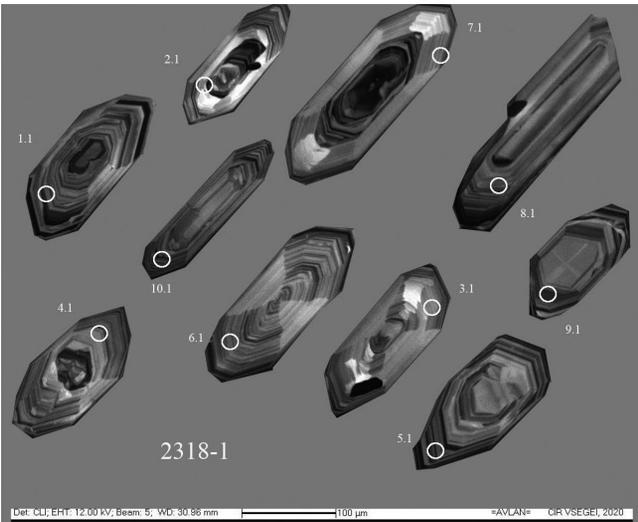
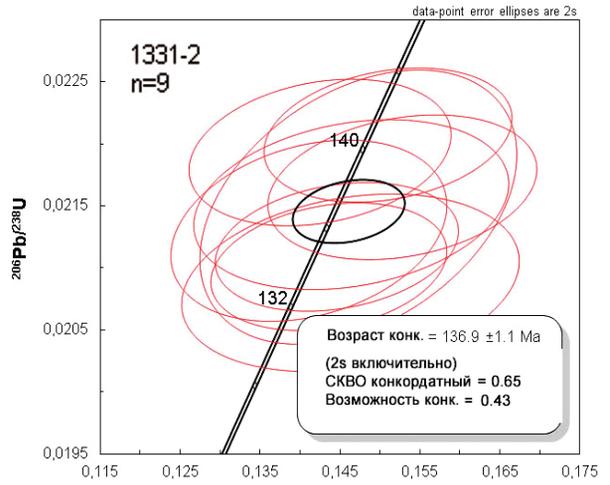
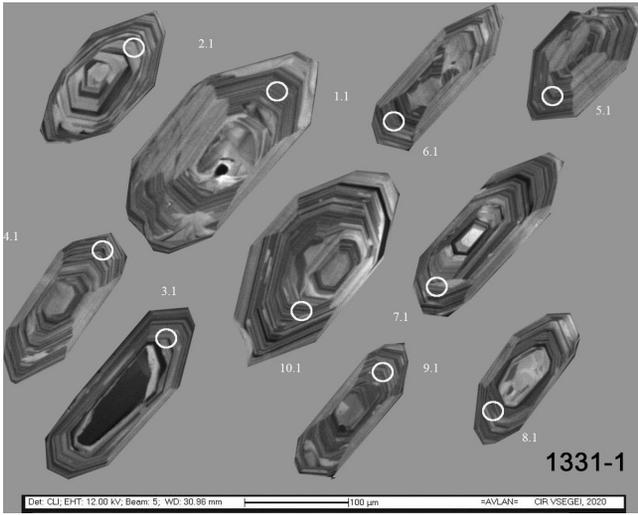


Рис. 13. Микрофотографии цирконов в режиме катодолуминесценции и их конкордии из гранодиоритов

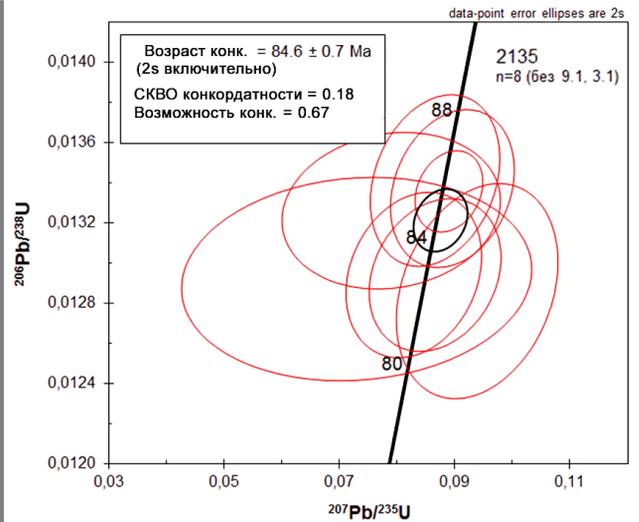
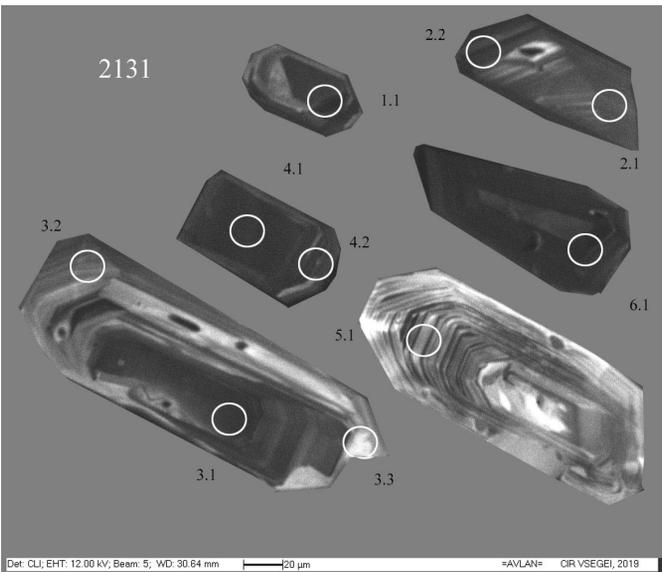


Рис. 14. Микрофотографии цирконов в режиме катодолуминесценции конкордия из монцогаббродиорита

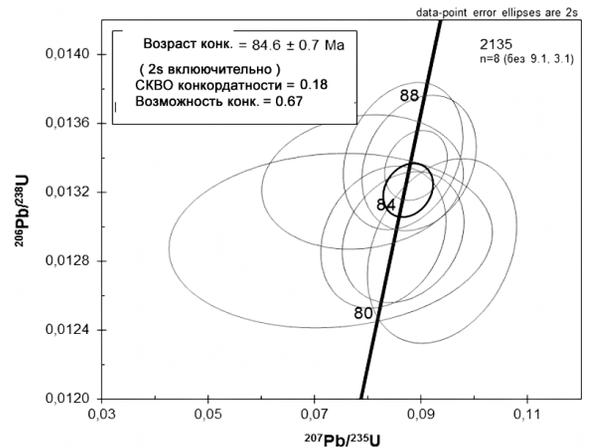
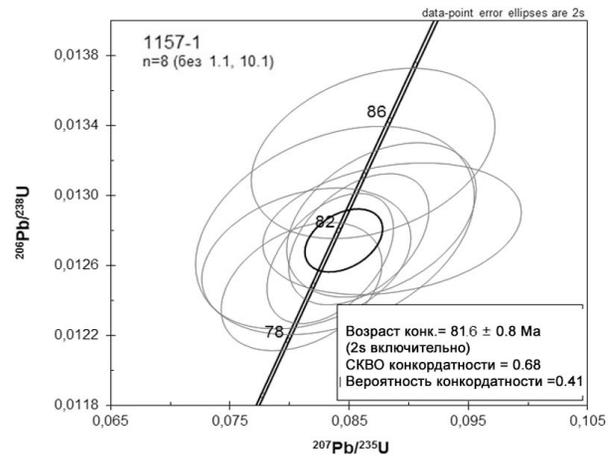
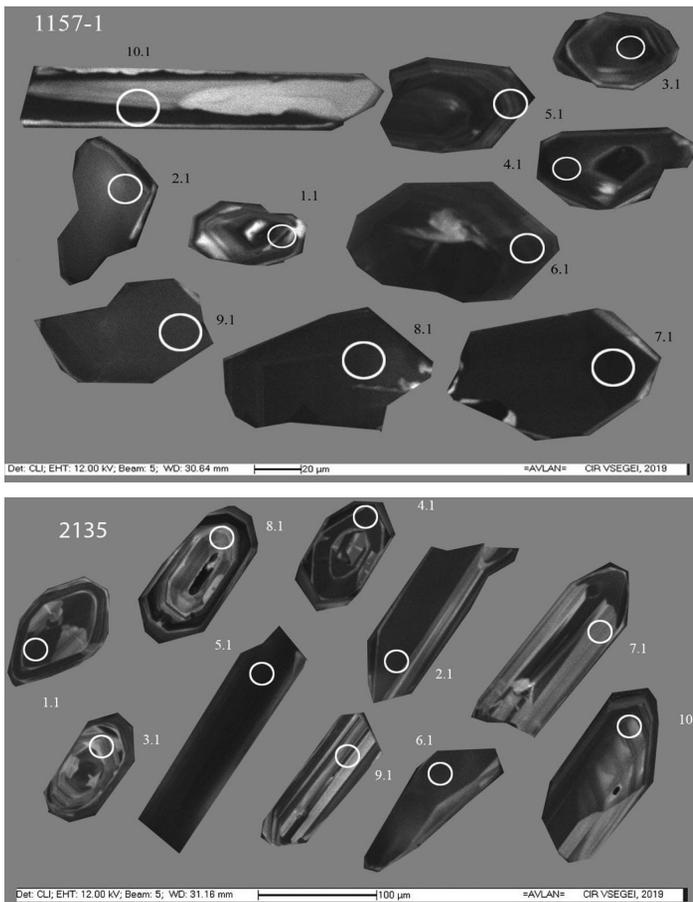


Рис. 15. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции и их конкордии из монцогаббро

задугового спрединга. К одной из этих зон (Конгинской) и приурочены интрузивы викторинского комплекса (Гусаров Б. М., Сдерягин В. И., Беликова О. Д., ФБУ «ТФГИ по ДВФО», 1984).

Полученные для намындыканского комплекса возрастные характеристики (берриас–валанжин) относят его ко времени формирования Джахтардак-Олойского и Удско-Мургальского вулканических поясов (титон–готерив). В структурном плане система разломов и сопряженных с ними интрузий намындыканского комплекса повторяет контуры Джахтардак-Олойского ВП, расположенного в непосредственной близости от зоны распространения интрузий комплекса. Крайне похожие на викторинские графики распределения редких земель позволяют предположить обстановку задугового спрединга на северо-востоке Омолонского микроконтинента в период формирования Джахтардак-Олойского сегмента Олойского вулканического пояса.

Выводы

1. По петрохимическим, геохимическим и изотопным данным выделяется два этапа гомодромного развития магматизма. Первый этап представлен намындыканским комплексом, заложенный в интервале берриас–валанжин. И более поздний, второй этап, аналогичный первому, представлен

викторинским комплексом, который относится к интервалу альбского–коньякского веков.

2. Уточнен состав викторинского и намындыканского комплексов. Результатом геодинамической интерпретации стало выявление цикличности образования plutonic и вулканических комплексов в рамках временного интервала от раннего до позднего мела в период существования двух вулканических поясов Джахтардак-Олойского и Охотско-Чукотского.

3. Подтверждена принадлежность викторинского комплекса к Охотско-Чукотскому вулканическому поясу и высказано предположение о приуроченности намындыканского комплекса к этапам формирования Джахтардак-Олойского вулканического пояса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акинин В. В., Миллер Э. Л. Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Петрология. – 2011. – Т. 19, № 3. – С. 249–290.
2. Акинин В. В. Позднемезозойский и кайнозойский магматизм и преобразование нижней коры в северном обрамлении палеоцифики // Автореф. дис. д-р геол.-минерал. наук. – М., 2012.
3. Великославинский С. Д. Геохимическая типизация кислых магматических пород ведущих геодинамических

- обстановок // Петрология. – 2003. – Т. 11, № 4. – С. 363–380.
4. Великославинский С. Д. Раннедокембрийские гранитоидные комплексы центральной части Алданского щита / С. Д. Великославинский, А. Б. Котов, Е. В. Толмачева., Е. Б. Сальникова, В. П. Ковач, А. М. Ларин // Петрология. – 2011. – Т. 19, № 4. – С. 399–416.
5. Гагиева А. М. Жуланова И. Л. Геохронометрия среднепалеозойских вулканитов Омолонского массива: сопоставление K-Ar, Rb-Sr, U-Pb данных, геологическая интерпретация // Тихоокеанская геология. – 2011. – Т. 30, № 3. – С. 3–19.
6. Гагиева А. М. Эндогенные события в позднедокембрийской и палеозойской истории Омолонского массива: сопоставление геологических и геохронометрических данных // Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – Магадан, 2013.
7. Гагиева А. М. Среднепалеозойский вулканизм Омолонского массива (Северо-Восток Азии): особенности химического состава и проблемы геодинамической интерпретации // Вестник ОНЗ РАН. – 2014. – Т. 6. – С. 1–12.
8. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 1. – 572 с.
9. Герасимова Н. А. Основные черты тектоники Омолонской глыбовой области / Н. А. Герасимова, Б. М. Гусаров, Е. Ф. Дылевский, И. А. Ковальчук, К. В. Айманов // Мезозойский тектогенез. СВКНШ ДВНЦ АН СССР. – Магадан, 1971. – С. 150–156.
10. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000. Серия Омолонская. Лист Q-57-XXVII, XXVIII: Объяснительная записка / А. М. Лященко. – М., 1978. – 95 с.
11. Гребенников А. В. Гранитоиды А-типа: Проблемы диагностики, формирования, систематики // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55, № 9. – С. 1356–1373.
12. Жуланова И. Л., Русакова Т. Б., Котляр И. Н. Геохронология и геохронометрия эндогенных событий в мезозойской истории Северо-Востока Азии // Сев.-Вост. комплекс. НИИ ДВО РАН. – М.: Наука, 2007. – 358 с.
13. Кара Т. В. Новые геохронологические U-Pb-данные о возрасте вулcano-плутонической ассоциации Олойского пояса Алазейско-Олойской складчатой системы (Западная Чукотка) / Т. В. Кара, М. В. Лучицкая, С. М. Катков, Е. А. Белоусова // Докл. РАН – 2019. – Т. 487, № 6. – С. 653–658.
14. Кара Т. В. Позднеюрско-раннемеловая вулcano-плутоническая ассоциация Олойского пояса Западной Чукотки: уран-свинцовые SIMS и LA-ICP-MS данные / Т. В. Кара, М. В. Лучицкая, С. М. Катков, Е. А. Белоусова // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. – 2019. – Т. 64, Вып. 3. – С. 422–443.
15. Лучицкая М. В. Гранитные комплексы мезозойско-кайнозоя в структуре континентальной окраины северо-востока Азии // Геотектоника. – 2013. – № 5. – С. 3–35.
16. Лучицкая М. В. Состав, возраст и происхождение мелового гранитоидного магматизма Восточной Чукотки / М. В. Лучицкая, С. Д. Соколов, В. Пиис Э. Миллер, Б. В. Беляцкий // Геотектоника. – 2018. – № 3. – С. 21–41.
17. Лычагин П. П., Дылевский Е. Ф. К проблеме вулcano-плутонических ассоциаций (на примере Северо-Востока СССР) // Известия АН СССР. Сер. геол. – 1984. – № 4. – С. 20–29.
18. Лычагин П. П. Магматизм центральных районов Северо-Востока СССР / П. П. Лычагин, Е. Ф. Дылевский, В. И. Шпикерман, В. Б. Ликман. – Владивосток: ДАН СССР, 1989. – 120 с.
19. Лычагин П. П., Дылевский Е. Ф. Ликман В. Б. Магматизм Омолонского срединного массива // Известия АН СССР. Сер. геол. – 1990. – № 7. – С. 17–29.
20. Мерзляков В. М., Терехов М. И., Бялобжецкий С. Г. О срединных массивах Северо-Востока СССР // Геотектоника. – 1974. – № 5. – С. 61–73.
21. Мерзляков В. М. Эволюция представлений о Колымском массиве // Вопросы геологии срединных массивов Северо-Востока СССР. – Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 5–17.
22. Мерзляков В. М., Терехов М. И., Лычагин П. П. Тектоника Омолонского массива // Геотектоника. – 1982. – № 1. – С. 74–85.
23. Мерзляков В. М. Геология центральных районов Северо-Востока СССР // Автореф. дис. д-т. геол.-минерал. наук. – Новосибирск, 1986. – 32 с.
24. Металлогенические и тектоно-магматические исследования на основе материалов аэро- и космосъемок. – Л.: Недра, 1988. – 212 с.
25. Миледин А. К. Кедронский окраинно-континентальный магматический пояс Омолонского срединного массива (Северо-Восток СССР) // Региональная геодинамика и стратиграфия Азиатской части СССР. Сборник научных трудов. – ГОСКОМГЕОЛОГИИ СССР: Аэрогеология. – 1992. – С. 86–97.
26. Мурхауз В. Практическая петрология. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 480 с.
27. Оксман В. С. Тектоника коллизионного пояса Черского (Северо-Восток Азии). – М.: ГЕОС, 2000. – 269 с.
28. Парфенов Л. М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойского Северо-Востока Азии. – Новосибирск: Наука, 1984. – 192 с.
29. Практическая петрология: методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам геолокарт. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2017. – 168 с.
30. Смирнов В. Н. Верхоянско-Чукотская область новейшего горообразования: зональность и основные этапы формирования // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53, № 5. – С. 610–620.
31. Соколов С. Д. Очерк тектоники северо-востока Азии // Геотектоника. – 2010. – № 6. – С. 60–78.
32. Скляров Е. В. Интерпретация геохимических данных. – М.: Интерметинжиниринг, 2001. – 288 с.
33. Терехов М. И. Геологическое строение и история развития южной части Омолонского массива и его складчатого обрамления // Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – Владивосток, 1971.
34. Тихомиров П. Л. Меловой окраинно-континентальный магматизм северо-востока Азии и вопросы генезиса крупнейших фанерозойских провинций кремнекислого вулканизма // Дис. на соискание ученой степени д-ра геол.-минерал. наук. – М.: МГУ, 2018.
35. Тихомиров П. Л., Правикова Н. В., Бычкова Я. В. О взаимоотношениях Удско-Мургаляского и Охотско-Чукотского вулканических поясов: новые данные геохронологии и геохимии // Геология и геофизика. – 2020. – Т. 61, № 4. – С. 468–488.
36. Умитбаев Р. Б., Садовский А. И., Сидоров А. А. Охотско-Омолонско-Чукотская тектоно-магматическая система и главные черты ее металлогении // ДАН СССР, 1980. – Т. 251, № 1. – С. 185–189.
37. Ханчук А. И. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 1. – С. 1–572.
38. Akinin V. V., Miller E. L., et al. Episodicity and the dance of late Mesozoic magmatism and deformation along the northern circum-Pacific margin: north-eastern Russia to the Cordillera. – Earth-Science Reviews 208 (2020).
39. Frost B. R., Barnes C. G., Collins W. J., et al. A geochemical classification for granitic rocks // J. Petrology. – 2001. – Vol. 42. – No. 11. – Pp. 2033–2048.
40. Johnson S. E., Tate M. C., Fanning C. M. New geologic mapping and SHRIMP UPb zircon data in the Peninsular Ranges batholith, Baja California, Mexico: evidence for asuture? // Geology. – 1999. – Vol. 27. – No. 8. – P. 743–746.
41. Jourdan F., Bertrand H. et al. Major and Trace Element and Sr, Nd, Hf, and Pb Isotope Compositions of the Karoo Large Igneous Province, Botswana-Zimbabwe: Lithosphere vs Mantle Plume Contribution // Journal of petrology. – 2007. – Vol. 48. – No. 6. – Pp. 1043–1077.

42. Ivanov A. V. et al. Low-Ti melts from the south-eastern Siberian Traps Large Igneous Province: Evidence for a water-rich mantle source? // *J. Earth Syst. Sci.* 117, February 2008. – No. 1. – Pp. 1–21.

43. Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // *J. of Petrology.* – 1984. – Vol. 25. – No. 4. – Pp. 956–983.

44. Sun S. S., McDonough, W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: *Magmatism in the ocean basins* / Eds.: A. D. Saunders M. J. Norry // Geological Society of London. – London, 1989. – Pp. 313–345.

REFERENCES

1. Akinin V. V., Miller, E. L. Evolution of calc-alkaline magmas of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt. *Petrology.* 2011, vol. 19, no. 3, pp. 249–290. (In Russian).

2. Akinin V. V. Late Mesozoic and Cenozoic magmatism and transformation of the lower crust in the northern frame of the Pacific. Abstract dis. doc. geol.-miner. Sciences. Moscow, 2012.

3. Velikoslavinsky S. D. Geochemical typification of felsic igneous rocks of leading geodynamic settings. *Petrology.* 2003, vol. 11, no. 4, pp. 363–380. (In Russian).

4. Velikoslavinsky S. D. et al., Early Precambrian granite-gneiss complexes of the central part of the Aldan Shield. *Petrology.* 2011, vol. 19, no. 4, pp. 399–416. (In Russian).

5. Gagieva A. M., Zhulanova I. L. Geochronometry of the Middle Paleozoic volcanic rocks of the Omolon massif: comparison of K-Ar, Rb-Sr, U-Pb data, geological interpretation. *Pacific Geology.* 2011, vol. 30, no. 3, pp. 3–19.

6. Gagieva A. M. Endogenous events in the Late Precambrian and Paleozoic history of the Omolon massif: comparison of geological and geochronometric data. Abstract. dis. cand. geol.-miner. Sciences. Magadan, 2013.

7. Gagieva, A. M., Middle Paleozoic volcanism of the Omolon massif (Northeast Asia): features of chemical composition and problems of geodynamic interpretation. *Bulletin of ONZ RAS.* 2014, vol. 6, pp. 1–12. (In Russian).

8. Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia. Vladivostok, Dalnauka, 2006. vol. 1, 572 p.

9. Gerasimova N. A., Gusarov B. M., Dylevsky E. F. et al. Main features of the tectonics of the Omolon global region. *Mesozoic Tectogenesis.* Magadan, 1971, pp. 150–156.

10. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR. Mashtab 1 : 200 000. Seriya Omolonskaja. List Q-57-XXVII, XXVIII: Ob"jasnitel'naja zapiska [State Geological Map of the USSR. Scale 1 : 200,000. Omolon series. Sheet Q-57-XXVII, XXVIII: Explanatory note]. A. M. Lyashchenko. Moscow, 1978, 95 p.

11. Grebennikov A. V. A-type granitoids: Problems of diagnostics, formation, systematics. *Geology and geophysics.* 2014, vol. 55, no. 9, pp. 1356–1373. (In Russian).

12. Zhulanova I. L., Rusakova T. B., Kotlyar I. N. Geochronology and geochronometry of endogenous events in the Mesozoic history of Northeast Asia. North-East complex. Research Institute FEB RAS. Moscow, Nauka, 2007. 358 p.

13. Kara T. V., Luchitskaya M. V., Katkov S. M., Belousova E. A. New geochronological U-Pb data on the age of the volcano-plutonic association of the Oloi belt of the Alazeya-Oloy fold sys-tem (western Chukotka) Doklady akademii nauk. 2019, vol. 487, no. 6, pp. 653–658.

14. Kara T. V., Luchitskaya M. V., Katkov S. M., Belousova E. A. Late Jurassic-Early Cretaceous volcanic-plutonic association of the Oloy belt of Western Chukotka: uranium-

lead SIMS and LA-ICP-MS data *Bulletin of St. Petersburg State University. Earth Sciences.* 2019, vol. 64, iss. 3, pp. 422–443. (In Russian).

15. Luchitskaya M. V. Granite complexes of the Mesozoic – Cenozoic in the structure of the continental margin of the northeast of Asia *Geotectonics.* 2013, no. 5, pp. 3–35.

16. Luchitskaya M. V., Sokolov S. D., et al. Composition, age and origin of Cretaceous granitoid magmatism in eastern Chukotka. *Geotectonics.* 2018, no. 3, pp. 21–41. (In Russian).

17. Lychagin P. P., Dylevsky E. F. On the problem of volcano-plutonic associations (on the example of the North-East of the USSR). *Ser. geol.* 1984, no. 4, pp. 20–29.

18. Lychagin, P. P. et al., Magmatism in the Central Regions of the Northeast of the USSR. Vladivostok, FEB AN USSR, 1989, 120 p.

19. Lychagin, E. F. Dylevsky, V. B. Likman Magmatism of the Omolon median massif. *Izv. Ser. geol.* 1990, no. 7, pp. 17–29. (In Russian).

20. Merzlyakov V. M., Terekhov M. I., Byalobzheskii S. G. On the middle massifs of the Northeast of the USSR. *Geotectonics.* 1974, no. 5, pp. 61–73. (In Russian).

21. Merzlyakov V. M. Evolution of ideas about the Kolyma massif. Questions of geology of the middle massifs of the North-East of the USSR. Magadan, SVKNII DVNTS AN SSSR, 1977, pp. 5–17.

22. Merzlyakov V. M., Terekhov M. I., Lychagin P. P. Tectonics of the Omolon Massif. *Geotectonics.* 1982, no. 1, pp. 74–85. (In Russian).

23. Merzlyakov V. M. Geology of the central regions of the North-East of the USSR. Abstract dis. doc. geol.-miner. Sciences. Novosibirsk, 1986, 32 p.

24. Metallogenic and tectonic-magmatic studies based on aerial and space surveys. Leningrad, Nedra, 1988, 212 p.

25. Miledin A. K., Kedon marginal-continental magmatic belt of the Omolon median massif (North-East of the USSR), Regional Geodynamics and Stratigraphy of the Asiatic Part of the USSR. Collection of scientific papers. GOSKOMGEOLOGI of the USSR: Aerogeology. 1992, pp. 86–97.

26. Moorhouse V. Practical petrology. Moscow: Publishing House of Foreign Literature, 1963, 480 p.

27. Oksman V. S. Tectonics of the Chersky collision belt (Northeast Asia). Moscow, GEOS, 2000, 269 p.

28. Parfenov L. M., Mesozoic Continental Margins and Island Arcs in Northeast Asia. Novosibirsk, Nauka, 1984, 192 p.

29. Practical petrology: guidelines for the study of igneous formations in relation to the tasks of state geolmaps. St. Petersburg, VSEGEI Publishing House, 2017, 168 p.

30. Smirnov V. N., Verkhoyansk-Chukotka region of recent mountain building: zoning and main stages of formation. *Geol.* 2012, vol. 53, no. 5, pp. 610–620.

31. Sokolov S. D. Essay on the tectonics of the northeast of Asia. *Geotectonics.* 2010, no. 6, pp. 60–78. (In Russian).

32. Sklyarov E. V. Interpretation of geochemical data. Moscow, Internet Engineering, 2001.

33. Terekhov M. I. Geological structure and development history of the southern part of the Omolon massif and its folded framing. Abstract. dis. cand. geol.-miner. Sciences. Vladivostok, 1971.

34. Tikhomirov P. L. Cretaceous marginal continental magmatism of northeast Asia and questions of the genesis of the largest Phanerozoic provinces of silicic volcanism. Dissertation for the degree of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Moscow State University, 2018.

35. Tikhomirov P. L., Pravikova N. V., Bychkova Ya. V. On the relationship between the Uda-Murgalsky and Okhotsk-Chukotka volcanic belts: new data of geochronology and

geochemistry. *Geology and Geophysics*. 2020, vol. 61, no. 4, pp. 468–488. (In Russian).

36. Umitbaev R. B., Sadovskii A. I., Sidorov A. A. The Okhotsk-Omolon-Chukotka tecton-ic-magmatic system and the main features of its metallogeny. *Dokl. Academy of Sciences of the USSR*, 1980. vol. 251, no. 1, pp. 185–189.

37. Khanchuk A. I. and others. Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia: in 2 books. Vladivostok. Dalnauka, 2006. vol. 1, pp. 1–572.

38. Akinin V. V., Miller Elizabeth L., et al. Episodicity and the dance of late Mesozoic magmatism and deformation along the northern circum-Pacific margin: north-eastern Russia to the Cordillera. *Earth-Science Reviews* 208 (2020).

39. Frost B. R., Barnes C. G., Collins W. J., et al. A geochemical classification for granitic rocks. *Petrology*. 2001, vol. 42, no. 11, pp. 2033–2048.

40. Johnson S. E., Tate M. C., Fanning C. M. New geologic mapping and SHRIMP UPb zir-con data in the Peninsular Ranges batholith, Baja California, Mexico:

evidence for asuture? *Geology*. 1999, vol. 27, no. 8, pp. 43–746.

41. Jourdan F., Bertrand H. et al. Major and Trace Element and Sr, Nd, Hf, and Pb Isotope Compositions of the Karoo Large Igneous Province, Botswana-Zimbabwe: Lithosphere vs Mantle Plume Contribution. *Journal of petrology*. 2007, vol. 48, no. 6, pp. 1043–1077.

42. Ivanov A. V. et al. Low-Ti melts from the southeastern Siberian Traps Large Igneous Province: Evidence for a water-rich mantle source? *J. Earth Syst. Sci.* 117, no. 1, February 2008, pp. 1–21.

43. Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Petrology*. 1984, vol. 25, no. 4, pp. 956–983.

44. Sun S. S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: *Magmatism in the ocean basins*. Saunders, A. D. and Norry, M. J. (Editors), Geological Society of London. London, 1989, pp. 313–345.

Шатова Надежда Витальевна – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <narlin.ros@mail.ru>
Серегин Сергей Викторович – вед. геолог, ВСЕГЕИ. <Sergseregin72@gmail.com>

Shatova Nadezhda Vital'evna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, VSEGEI.
<narlin.ros@mail.ru>

Seregin Sergey Victorovich – Leading Geologist, VSEGEI. <Sergseregin72@gmail.com>

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.