

Тирехтяхский, арга-ыннах-хайский и кестёрский интрузивные комплексы по материалам ГДП-200 на территории листов Q-53-IX, X

Tirekhtyakh, Arga-Ynnakh-Khai and Kester intrusive complexes based on the materials of GDP-200 on the territory of sheets Q-53-IX, X

Вдовина Л. Г.

Vdovina L. G.

Охарактеризованы структурное положение, петрографический состав, петро- и геохимические особенности амфибол-биотитовых, биотитовых и амблигонит-лепидолитовых гранитоидов изучаемой территории. С учётом этих характеристик предложена принадлежность интрузивных образований тирехтяхского и эндегечуйского тектоно-магматических рядов к тирехтяхскому, а яно-борулахского к арга-ыннах-хайскому и кестёрскому комплексам. Определены отличительные особенности тирехтяхского комплекса: диорит-гранодиорит-гранитовый тренд дифференциации и амфибол-биотитовая ассоциация темноцветных минералов. Биотитовые и двуслюдяные граниты яно-борулахского ряда отнесены к арга-ыннах-хайскому комплексу по отсутствию диоритовых составляющих в тренде дифференциации и амфиболов в наборе темноцветных минералов. Малые тела и дайки амблигонит-лепидолитовых гранитов и лейкогранитов с обратными трендами дифференциации, наличием литиевых слюд, присутствием топаза и минерала ряда амблигонит – монтебразит, а также высокими содержаниями лития, фосфора и фтора объединены в кестёрский комплекс. Рекомендованы исследования с уточнением возраста магматических комплексов современными методами и обоснования выделения тирехтяхского комплекса с Тирехтяхским массивом в качестве петротипа.

Ключевые слова: тирехтяхский, арга-ыннах-хайский, кестёрский комплексы, граниты, гранодиориты, поперечные тектоно-магматические ряды, лепидолит.

The structural position, petrographic composition, petro- and geochemical features of amphibole-biotite, biotite and amblygonite-lepidolite granitoid of the study area are characterized. Taking into account these characteristics, it is proposed that the intrusive formations of the Tirekhtyakh and Endegechuy tectonic-magmatic series belong to the Tirekhtyakh whereas intrusive formations of Yano-Borulakh belong to the Arga-Ynnakh-Khai and Kester complexes. The distinctive features of the Tirekhtyakh complex are the diorite-granodiorite-granite trend of differentiation and the amphibole-biotite association of mafic minerals. Biotite and two-mica granite of the Yano-Borulakh series are assigned to the Arga-Ynnakh-Khai complex by the absence of diorite components in the differentiation trend and amphibole among mafic minerals. Small bodies and dikes of amblygonite-lepidolite granite and leucogranite with reverse trends of differentiation, the presence of lithium micas, the presence of topaz and the minerals of the amblygonite-montebrazite series, as well as high contents of lithium, phosphorus and fluorine, are combined into the Kester complex. Studies are recommended to clarify the age of igneous complexes using modern methods and justify the identification of the Tirekhtyakh complex with the Tirekhtyakh massif as a petrotype.

Keywords: Tirekhtyakh complex, Arga-Ynnakh-Khai complex, Kester complex, granites, granodiorites, transverse tectonic-magmatic series, lepidolite.

Для цитирования: Вдовина Л. Г. Тирехтяхский, арга-ыннах-хайский и кестёрский интрузивные комплексы по материалам ГДП-200 на территории листов Q-53-IX, X. Руды и металлы. 2022. № 2. С. 88–98. DOI: 10.47765/0869-5997-2022-10012.

For citation: Vdovina L. G. Tirekhtyakh, Arga-Ynnakh-Khai and Kester intrusive complexes based on the materials of GDP-200 on the territory of sheets Q-53-IX, X. Ores and metals, 2022, № 2, pp. 88–98. DOI: 10.47765/0869-5997-2022-10012.



Интрузивные образования рассматриваемой территории детально анализировались и успешно использовались в качестве поисковых критериев на протяжении длительного периода геологических исследований. Сведения по интрузивным и гидротермальным образованиям опубликованы в ряде монографий, многочисленных статьях, что позволяет считать данный район наиболее изученной по магматизму территорией Якутии. Тем не менее на начало работ по ГДП-200/2 и подготовке к изданию комплекта карт ГК-200/2 только принадлежность дайковых образований основного состава к позднеюрскому дербекинскому и позднемеловому хунхадинскому комплексам ВСЛ-200/2 не вызывала сомнений.

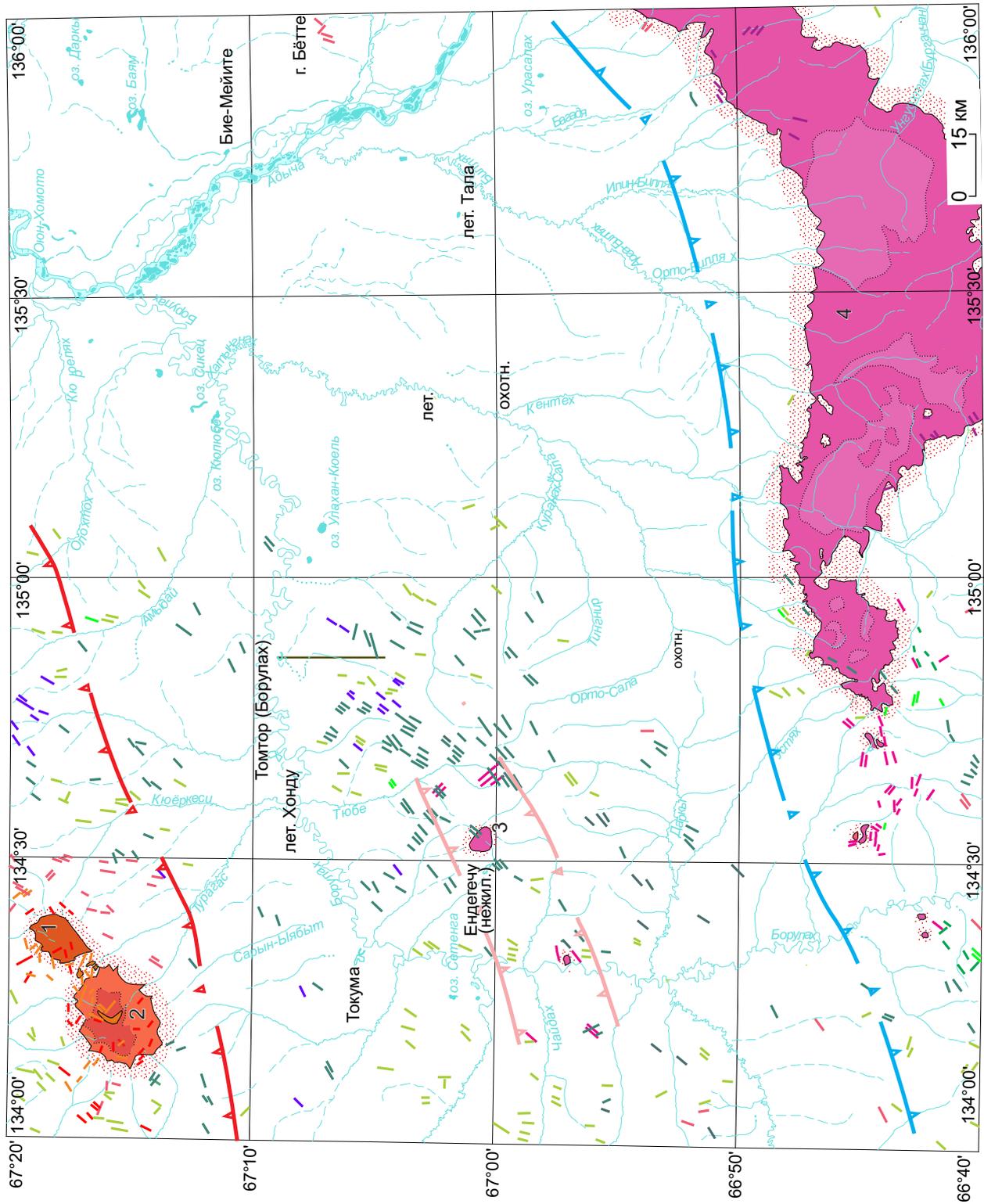
Раннемеловые интрузивные гранитоиды, локализованные в пределах поперечных (по отношению к простирацию складчатости) тектоно-магматических рядов – яно-борулахского (эгахайского, арга-ыннах-хайского), ендегечуйского и тирехтяхского (рис. 1), в легенде Верхоянской серии листов масштаба 1 : 200 000 (А. П. Кропачев, 1999 г.; А. П. Кропачев, 2006 г.) отнесены либо к колмскому (восточный выход Арга-Ыннах-Хайского массива, Тирехтяхский массив), либо к бакы-дербекинскому (западный выход Арга-Ыннах-Хайского массива) комплексам. Малые тела и дайки умеренно-щелочных гранитов и лейкогранит-порфиров выделены в ранге самостоятельных кестёрского и киргиллехского комплексов.

На подготовленной к изданию ГК-1000/3 [1] все гранитоидные образования массивов в поперечных рядах отнесены к бакы-дербекинскому комплексу без учёта ассоциации темноцветных минералов в породах и их металлогенической специализации. Статус киргиллехского комплекса сохранён, а кестёрский комплекс упразднён и исключён из Верхояно-Колымской серийной легенды Госгеолкарты-1000/3 РФ. В то же время на ГК-1000/3 был чётко обозначен принцип разделения гранитоидных образований по их приуроченности к разноплановым тектоно-магматическим структурам для нашей территории: колымский комплекс – к продольным, бакы-дербекинский – к поперечным.

На этой стадии изученности (Г. Г. Казакова, 2019 г.) породы Ендегечуйского и Тирехтяхского массивов отнесены к бакы-дербекинскому комплексу. Но их принадлежность к иным, хотя и однотипным, тектоно-магматическим структурам и значительное (70–120 км) удаление от петротипа комплекса не соответствуют положениям Петрографического кодекса и требуют дальнейшего, более тщательного изучения для обособления в самостоятельные комплексы, например в тирехтяхский с Тирехтяхским массивом в качестве петротипа. Минерагеническая специализация комплекса такова: амфибол-биотитовые гранодиориты и биотитовые граниты рудогенерируют комплексное оруденение (золото, серебро, олово, медь, кобальт, висмут).

В тирехтяхский комплекс нами объединены Тирехтяхский и Ендегечуйский массивы, приуроченные к одноимённым тектоно-магматическим структурам, и сопровождающие их штокообразные тела (сателлиты) и дайки. Отличительные особенности комплекса – диорит-гранодиорит-гранитовый тренд дифференциации, повышенная основность плагиоклазов, амфибол-биотитовая ассоциация темноцветных минералов. Гранодиориты и граниты главной фации по количеству плагиоклаза (соответственно до 50 и 45 %) близки к тоналитам и плагиогранитам, от которых отличаются повышенными содержаниями калиевых полевых шпатов (соответственно до 25 и 27 %). Строение комплекса трёхфазное: к первой фазе отнесены дайки диорит-порфиров и кварцевых диорит-порфиров; ко второй – массивы и штокообразные тела гранодиоритов и гранитов, а также дайки гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров; к третьей – дайки пегматоидных и аплитовидных гранитов.

Наиболее крупный массив комплекса (петротип) Тирехтяхский – дискордантное интрузивное тело вытянутой формы длиной более 70 км при ширине 19–20 км. Площадь выхода интрузива на дневную поверхность примерно 950 км². Контакты массива волнистые, извилистые, часто осложнены апофизами и тектоническими нарушениями. В гравитационном поле он чётко выделяется отрицательной



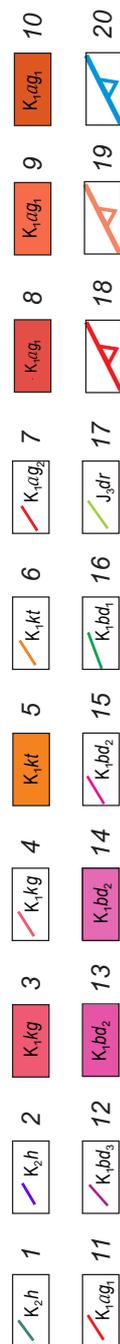


Рис. 1. Схема размещения интрузивных образований листа Q-53-IX, X:

1, 2 – позднемеловые интрузивные образования, хункадинский комплекс лампрофир-монцодиоритовый (K_2h); 1 – дайки долеритов (β), диорит-порфиринов ($\delta\pi$), кварцевых диорит-порфиринов ($q\delta\pi$), 2 – лампрофиры (χ); 3–12 – раннемеловые интрузивные образования: 3, 4 – киргиллехский комплекс гранит-риолитовый (K_1kg); 3 – малые тела гранит-порфиринов ($\gamma\pi$), 4 – дайки гранит-порфиринов ($\gamma\pi$), лейкогранит-порфиринов ($\gamma\pi$), 5, 6 – кестёрский комплекс редкометалльных гранитов (K_1kt); 5 – малые тела умереннощелочных амблигонит-лепидолитовых гранитов ($\epsilon\gamma$), 6 – дайки умереннощелочных амблигонит-лепидолитовых гранитов ($\epsilon\gamma$), гранит-порфиринов ($\gamma\pi$), гонит-лепидолитовых гранитов ($\gamma\pi$); 7–11 – арга-ыгнах-хайский гранитовый комплекс: 7 – вторая фаза (K_1ag_2), дайки аплитовидных гранитов и аплитов (α), 8–11 – первая фаза (K_1ag_1); 8 – массивы биотитовых гранодиоритов ($\gamma\delta$), 9 – биотитовых гранитов (γ_1), 10 – биотит-мусковитовых гранитов (γ_2), 11 – дайки гранит-порфиринов ($\gamma\pi$); 12–16 – бакы-дербекинский комплекс диорит-гранодиорит-гранитовый: 12 – третья фаза, дайки пегматоидных и аплитовидных гранитов ($\gamma\pi$), 13–15 – вторая фаза (K_1bd_2), массивы биотит-роговообманковых: 13 – гранодиоритов ($\gamma\delta$), 14 – гранитов (γ), 15 – дайки гранодиорит-порфиринов ($\gamma\delta\pi$); 16 – первая фаза, дайки диорит-порфиринов ($\delta\pi$) и кварцевых диорит-порфиринов ($q\delta\pi$); 17 – дербекинский комплекс диорит-долеритовый (J_3dr), дайки габбродиорит-порфиринов ($\gamma\delta\pi$), диорит-порфиринов ($\delta\pi$), кварцевых диорит-порфиринов ($q\delta\pi$); 18–20 – тектоно-магматические ряды: 18 – Яно-Борулахский, 19 – Ендегечуйский, 20 – Тирехтяхский; цифрами обозначены малые тела и массивы: Арга-Ыгнах-Хайский (1 – восточный, 2 – западный выходы, 3 – Ендегечуйский, 4 – Тирехтяхский

Fig. 1. Scheme of intrusive formations placement on sheet Q-53-IX, X:

1, 2 – Late Cretaceous intrusive formations, Khunkhadin lamprophyre-monzodiorite complex (K_2h): 1 – dikes of dolerite (β), diorite-porphyrityrite ($\delta\pi$), quartz diorite-porphyrityrite ($q\delta\pi$), 2 – lamprophyre (χ); 3–12 – Early Cretaceous intrusive formations: 3, 4 – granite-rhyolitic Kirgillekhi complex (K_1kg); 3 – small granite porphyry bodies ($\gamma\pi$), 4 – granite porphyry dikes ($\gamma\pi$), leucogranite porphyry ($\gamma\pi$), 5, 6 – Kester complex of rare-metal granite (K_1kt); 5 – small bodies of moderately alkaline amlygonite-lepidolite granite ($\epsilon\gamma$), 6 – dikes of moderately alkaline amlygonite-lepidolite granite ($\epsilon\gamma$), leucogranite-porphyrityrite ($\gamma\pi$), gongite-lepidolite granite ($\gamma\pi$), biotite-porphyrityrite ($\gamma\pi$), biotite-porphyrityrite ($\gamma\pi$), biotite-porphyrityrite ($\gamma\pi$), biotite-porphyrityrite ($\gamma\pi$); 7–11 – Arga-Ynnakh-Khai granite complex: 7 – second phase (K_1ag_2), dikes of aplite-like granite and aplite (α), 8–11 – first phase (K_1ag_1); 8 – massifs of biotite granodiorite ($\gamma\delta$), 9 – biotite granite (γ_1), 10 – biotite-muscovite granite (γ_2), 11 – granite-porphyrityrite dikes ($\gamma\pi$); 12–16 – Baki-Derbekino diorite-granodiorite-granite complex: 12 – third phase, dikes of pegmatoid and aplite-like granite ($\gamma\pi$), 13–15 – second phase (K_1bd_2), biotite-hornblende massifs: 13 – granodiorite ($\gamma\delta$), 14 – granite (γ), 15 – granodiorite-porphyrityrite dikes ($\gamma\delta\pi$); 16 – first phase, dikes of diorite-porphyrityrite ($\delta\pi$) and quartz diorite-porphyrityrite ($q\delta\pi$); 17 – Derbekino diorite-dolerite complex (J_3dr), dikes of gabbrodiorite-porphyrityrite ($\gamma\delta\pi$), diorite-porphyrityrite ($\delta\pi$), quartz diorite-porphyrityrite ($q\delta\pi$); 18–20 – tectonic-magmatic series: 18 – Yano-Borulakh, 19 – Endegechuy, 20 – Tirekhtyakh; numbers indicate small bodies and massifs: Arga-Ynnakh-Khaisky: 1 – eastern outcrop, 2 – western outcrop, 3 – Endegechuy, 4 – Tirekhtyakhsky

областью с локальными аномалиями овальной или угловатой форм интенсивностью от -4 до -2,5 мГал (в среднем 4,1 мГал) площадью 13–171 км². Контактво-метаморфизованные зоны трассируются по кольцевому расположению положительных аномалий магнитного поля интенсивностью 4–182 нТл площадью 0,1–18 км².

На аэро- и космических фотоснимках гранитоидные образования массивов и малых тел однозначно распознаются по серому шероховатому фототону. Границы с роговиками, которые характеризуются тёмно-серым гладким фототонем, отчётливо дешифрируются. Интрузивные секущие контакты Тирехтяхского массива наклонены в сторону вмещающих пород. Северный и южный контакты падают довольно круто (35–75°), западный – полого погружается по азимуту 320° под углом 20°.

В зоне эндоконтакта в западной части массива в полосе шириной около 500 м доминируют мелкозернистые гранодиориты. Кроме того, здесь отмечены округлые или угловатые изометрические ксенолиты терригенного состава размером 10–15 см, реже 30–40 см. Ксенолиты меньшего размера отличаются расплывчатыми очертаниями и большей степенью изменений с переходом в гибридные образования (С. М. Момот и др., 1981 г.).

В строении основного выхода Тирехтяхского массива участвуют гранодиориты и граниты. Граниты обнажаются в центральной и восточной частях массива, в слабоэродированных участках постепенно сменяются гранодиоритами. Все переходы между разновидностями пород постепенные (С. М. Момот и др., 1981 г.; Г. М. Шапиро, 1977 г.; Г. М. Шапиро, 1984 г.).

Штокообразные тела представлены гранодиоритами. Контакты интрузий чёткие рвущие, наклонены в сторону вмещающих пород под углом 45–50°. На участках пологого залегания гранитоидов в осадочную толщу проникают короткие апофизы длиной до 100–300 м, переходящие в дайки и малые тела сателлитовой фации. Эти тела имеют мощность до 10–50, реже 150–450 м (водораздел истоков ручьёв Оччугуй-Тирехтях и Былахы) и длину до 1–1,5 км. Сложены они гранит-порфирами,

гранодиорит-порфирами и кварцевыми диорит-порфирами; сходные образования отмечены и в эндоконтактах интрузий (С. М. Момот и др., 1981 г.).

Особенность внутренней тектоники интрузивных тел проявлена в наличии матрацевидной отдельности, которая в совокупности с вертикальными трещинами разбивает гранитоиды на блоки размером до (1–1,5) × 2 × 3 м. Глубина эрозионного расчленения гранитоидных образований достигает 100–800 м.

На TAS-диаграмме, построенной по данным предыдущих исследований (рис. 2) и сравнительной характеристике комплексов (таблица), видно, что по набору пород и их соотношению массив мало похож на петротип колымского комплекса (Чибагалахский массив) и более отвечает баки-дербекинскому (Безыманный массив).

В Арга-Ыннах-Хайском массиве породы яно-борулахского тектоно-магматического ряда отличаются отсутствием диоритовых составляющих в тренде дифференциации и амфиболов в наборе темноцветных минералов, что позволяет выделить свой собственный комплекс, представленный биотитовыми и двуслюдяными гранитами с более кислыми (андезин – олигоклаз) плагиоклазами и в целом незначительно повышенной щёлочностью и глинозёмистостью (см. рис. 2, см. табл.). На основании этих отличий гранитоиды массива, вслед за О. Д. Ставровым и Л. Г. Фельдманом (1963 г.), отнесены нами к самостоятельному арга-ыннах-хайскому комплексу. Он выделен в 1963 г. для биотитовых гранитоидов Арга-Ыннах-Хайского массива при изучении танталонности интрузивных образований яно-борулахского тектоно-магматического поперечного ряда (О. Д. Ставров, Л. Г. Фельдман, 1963 г.).

Наиболее проблемный, интересный и уникальный комплекс рассматриваемой территории – кестёрский. Его выделили в 1963 г. О. Д. Ставров и Л. Г. Фельдман (ВИМС) при изучении танталонности интрузивных образований яно-борулахского тектоно-магматического поперечного ряда. Он объединил малые тела и дайки амблигонит-лепидолитовых

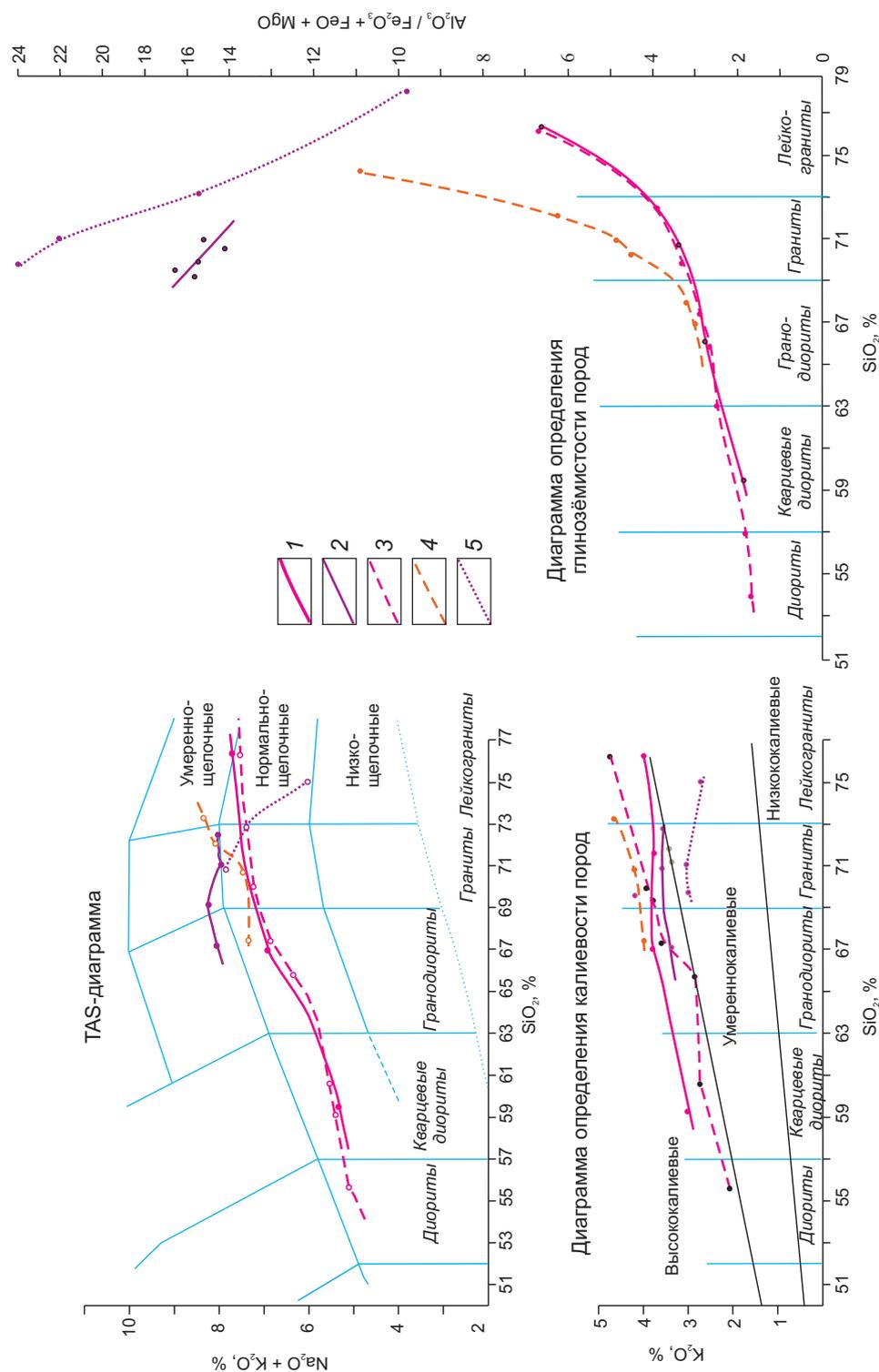


Рис. 2. Тренды дифференциации интрузивных образований, по Г. М. Шапиро, 1984 г.; В. В. Бояршинову, Ю. В. Архипову, 1998 г.; С. М. Момоту и др., 1981 г.; А. В. Артёмовой:

интрузивные комплексы, предлагаемые легендой (петрогипы): 1 – бакы-дербекинский, 2 – кестёрский (гарполит); интрузивные комплексы, принятые к картированию: 3 – бакы-дербекинский, 4 – арга-ыннах-хайский, 5 – кестёрский (дайки)

Fig. 2. Trends of differentiation of intrusive formations, according to G. M. Shapiro, 1984; V. V. Boyarshinov and Yu. V. Arkhipov, 1998, S. M. Momot et al., 1981, A. V. Artyomova:

intrusive complexes suggested by the legend (petrotypes): 1 – Baki-Derbekinskiy, 2 – Kesterskiy (Harpolit); intrusive complexes accepted for mapping: 3 – Baki-Derbekinskiy, 4 – Arga-Ynnakh-Khaiskiy, 5 – Kesterskiy (dykes)

Сравнительная характеристика интрузивных комплексов

Comparative characteristics of intrusive complexes

Характеристики	Бакы-дербекинский диорит-гранодиорит-гранитовый		Арга-ыннах- хайский гранитовый	Кестёрский редкометалльных гранитов			
	Безымянный массив (петротип)	Тирехтяхский массив					
Тренд	Диорит – гранит	Диорит – гранит	Гранодиорит – гранит	Гранит – лейкогранит			
Плагиоклазы	Андезин	Андезин – лабродор	Андезин – олигоклаз	Олигоклаз – альбит			
Темноцветные мине- ралы	Пироксен, амфиболы, биотит	Амфиболы, биотит	Биотит, мусковит	Литиевые слюды			
Щёлочность	Нормальнощелочные			Умеренно- щелочные			
Тип щёлочности	Натриевый 6 из 15	Калиево-натриевый 55 из 62	Калиево- натриевый 28 из 29	Натриевый 44 из 53			
Калиево- содержание	Высококалиевые			Высококалиевый гарполит, умерен- нокалиевые дайки			
$\frac{Al_2O_3}{(FeO + Fe_2O_3 + MgO)}$, вес. %	1,32–6,45		3,35–5,13	8–28,8			
$\frac{Al}{(Ca + Na + K)}$, мол. %	1,03–1,14		1,15–1,29	1,47–1,63			
Возраст	метод	U / Pb	Ar / Ar	U / Pb	Ar / Ar	U / Pb	Rb / Sr
	млн лет	131	128; 131	136,1	132,3	130,1; 130,5	118; 116; 127

гранитов и лейкогранитов. В этом же году А. В. Дорофеев, исследуя Кестёрское оловорудное месторождение, делает вывод о метасоматическом происхождении пород, вмещающих рудное тело, и определяет их как алограниты (А. В. Дорофеев, А. А. Мартыненко, 1963 г.). При составлении ГК-1000/3 Р. И. Протопопов принял точку зрения А. В. Дорофеева [1, 7] и предложил упразднить комплекс, исключив его из Верхояно-Колымской серийной легенды Госгеолкарты-1000/3.

По мнению разных исследователей, на магматическое происхождение гранитоидов комплекса указывают интрузивный характер контактов тел, магматическая структура гранитов, форма залегания тел, наличие даек и характер взаимоотношений с магматическими породами других комплексов. Амблигонит-

лепидолитовыми гранитами кестёрского комплекса прорваны гранитоиды первой (Кестёрское месторождение, правый водораздел руч. Илин-Сала) и второй (истоки руч. Чиблага-лах) фаз арга-ыннах-хайского комплекса, роговики и ороговикованные породы обоих выходов одноимённого массива.

Контакты с вмещающими породами у всех тел резкие и однозначно интрузивные. Вдоль контактов иногда распространены краевые пегматиты (штокшайдеры), интрузивные брекчии, состоящие из обломков гранодиоритов, ороговикованных терригенных пород и турмалиновых брекчий, сцементированных цементом из амблигонит-лепидолитовых гранитов [5, 10] (В. В. Бояршинов, Л. Г. Вдовина, С. И. Чернов и др.; О. Д. Ставров, Л. Г. Фельдман, 1963 г.).

Малые тела – изометрические, в плане серповидные (гарполит) или неправильной формы лакколитоподобные образования площадью около 1 км² и дайки (по данным предыдущих исследователей, их более 100 (В. В. Бояршинов, Л. Г. Вдовина, С. И. Чернов и др., 1980 г.; А. П. Кропачев, 1999 г.; А. П. Кропачев, 2006 г.)) образуют чётко выраженную кольцевую серию диаметром около 18 км вокруг восточного выхода крупнозернистых гранитов Арга-Ыннах-Хайского массива. Параметры дайковых тел незначительны: мощность обычно не превышает 10–15 м, длина 200–300 м.

Отличительные особенности пород кестёрского комплекса, кроме сахаровидного облика, – наличие литиевых слюд (литиевый мусковит (преобладает), лепидолит, трилитионит, протолитионит, циннвальдит) [10], практически постоянное присутствие топаза и минерала ряда амблигонит – монтебразит, а также высокие содержания лития, фосфора и фтора даже в неизменённых породах [2, 3].

Для комплекса характерны крайне высокая глинозёмистость и своеобразные (обратные) тренды дифференциации (см. рис. 2): при росте содержания кремнекислоты снижаются суммарная щёлочность, калиевость и глинозёмистость пород. Породы комплекса принадлежат к формации редкометалльных гранитов.

Наиболее крупное тело комплекса традиционно называется гарполитом (петротип), оно вскрыто карьером и разбурено скважинами на глубину до 140 м при разведке и отработке Кестёрского месторождения. Висячий контакт тела чёткий (рис. 3), подчёркнут краевыми пегматитами (А. В. Дорофеев, А. А. Мартыненко, 1963 г.) или штокшайдером [5] с крупными (до 25 см по длинной оси) кристаллами калиевого полевого шпата. Аналогичная, но более мелкозернистая пегматоидная оторочка отмечена и у некоторых даек [5]. Основная часть гарполита сложена амблигонит-лепидолитовыми (микроклин-альбитовыми, по Ю. Д. Недосекину [5]) среднезернистыми сахаровидными белыми, иногда с желтоватым оттенком гранитами.

По мнению В. А. Трунилиной и др. [10], граниты комплекса не только имеют магма-



Рис. 3. Висячий контакт тела амблигонит-лепидолитовых гранитов: белое – грейзенизированные амблигонит-лепидолитовые граниты кестёрского комплекса, серое – гранодиориты арга-ыннах-хайского комплекса

Fig. 3. Hanging contact of the body of amblygonite-lepidolite granite: white – greisenized amblygonite-lepidolite granites of the Kester complex, gray – granodiorite of the Arga-Ynnakh-Khai complex

тический генезис, но и происходят из самостоятельных очагов, о чём свидетельствуют тренды дифференциации, которые не продолжают тренды гранодиоритов, биотитовых и двуслюдяных гранитов Арга-Ыннах-Хайского массива, а секут их под углом. Кроме того, в породах кестёрского комплекса резко изменяются главные петрохимические коэффициенты, геохимические показатели на порядки выше, чем в арга-ыннах-хайском, особенно по содержаниям тантала, ниобия, олова, фосфора и таллия. По мнению В. А. Трунилиной, амблигонит-лепидолитовые граниты не комплементарны гранитоидам Арга-Ыннах-Хайского массива и «не могут являться их поздними дифференциатами, сформировавшими последние расплавы» [10].

Для комплекса характерно широкое развитие аутометасоматических образований. Основные процессы: альбитизация, микроклинизация и грейзенизация вплоть до образования

жил альбититов, микроклинитов и цвиттеров в районе месторождения. В стенке добычного карьера установлена [6, 10] постепенная смена (снизу вверх) мусковит-альбитовых разновидностей лепидолит-амблигонит-альбитовыми и затем грейзенизированными гранитами, которые постепенно переходят в оловоносные грейзены. На удалении от карьера метасоматические изменения ослабевают, и здесь гарполит сложен практически неизменёнными амблигонит-лепидолитовыми гранитами нормальной и умеренной щёлочности.

Распределение элементов-примесей соответствует геохимическому типу плюмазитовых редкометалльных гранитов [9], специализированных на Li, Rb, Cs, Sn, W, Sb и Nb. Среднее значение коэффициента редкометалльности $(Li + Rb) \times F / (Ba + Sr) = 182\ 381$ [11], т. е. породы – ультрарудоносные [10]. Иначе говоря, минерагеническая специализация кестёрского комплекса рудоматеринская для редкометалльных (Ta, Li, Rb, Nb и др.) и оловянных объектов тантал-оловорудной кварцево-грейзеновой формации, ценность которых не только в запасах, но и в своеобразном минеральном составе слагающих их руд. Так, в рудах Кестёрского месторождения выявлено 127 минералов [4], включая многочисленные редкие и весьма редкие (28), при этом наибольшая группа представлена фосфатами [8]. Присут-

ствие фосфатных минералов в составе оловорудных месторождений не редкость, однако масштабы проявления, многообразие минеральных видов и разновидностей (около 30), сконцентрированных на небольшом участке (менее 0,5 км²), позволяет перевести Кестёрское месторождение в разряд уникальных. Среди собственных минералов месторождения следует также упомянуть кестёрит [8], эпифононит [11] и батагаит (на рассмотрении в Комиссии по утверждению новых минералов и координации присвоения названий).

Заключение. При достаточно высокой степени изученности территории некоторые вопросы геологического строения и металлогении региона не решены и требуют дальнейшего рассмотрения.

Пересечения даек различных комплексов, особенно сходного состава, часто дают основание для разночтения в определении последовательности их внедрения. Необходимо уточнить возраст магматических комплексов (прежде всего дайковых) современными методами (U-Pb, Ar-Ar) радиогеохронологических датировок.

Нужны исследования для дополнительного обоснования тирехтяхского комплекса с Тирехтяхским массивом в качестве петротипа и определения минерагенической специализации комплекса.

Список литературы

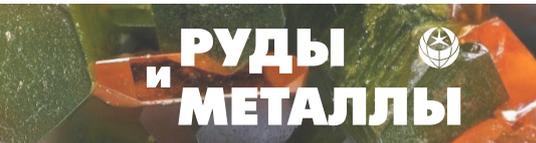
1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Q-53 (Верхоянск). Объяснительная записка / Р. И. Протопопов, А. М. Трущелев, Г. Х. Протопопов и др. ; ред. В. В. Калашников. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 427 с.
2. Коваленко В. И., Кузьмин М. И. О генезисе редкометалльных литий-фтористых и апгаитовых гранитов и соотношении магматических и метасоматических процессов при их формировании // Редкометалльные граниты Монголии. – М. : Наука, 1971. – С. 215–226.
3. Коваль П. В. Петрология и геохимия альбитизированных гранитов. – Новосибирск : Наука, 1975. – 256 с.
4. Кокунин М. В. Редкие минералы забытого месторождения // Отечественная геология. – 2011. – № 1. – С. 72–82.
5. Недосекин Ю. Д. Редкометалльные граниты Северо-Востока СССР. – М. : Наука, 1988. – 142 с.
6. Орлов Ю. С., Филимонов Ю. А., Бояришинов В. В. К вопросу о генезисе аляскитов Арга-Ыннах-Хайского массива (Восточная Якутия) // Геология и полезные ископаемые Верхояно-Колымской складчатой системы. – Якутск : Якутское книжное изд-во, 1984. – С. 74–81.



7. Протопопов Р. И. Проблема выделения кестёрского комплекса редкометалльных гранитов (малых интрузий) // Вестник Госкомгеологии. – 2014. – № 1 (13). – С. 47–52.
8. Соболева В. Н. Материалы к минералогии месторождения Кестёр из бассейна реки Яны // Материалы по геологии Северо-Востока СССР. – Магадан, 1949. – Вып. 6. – С. 40–65.
9. Таусон Л. В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. – М.: Наука, 1977. – 279 с.
10. Трунилина В. А., Орлов Ю. С., Зайцев А. И., Роев С. П. Высокофосфоритистые литий-фтористые граниты Восточной Якутии (Верхояно-Колымская орогенная область) // Тихоокеанская геология. – 2019. – Т. 38, № 1. – С. 86–101.
11. Яковенчук В. Н., Пахомовский Я. А., Коноплева Н. Г., Паникоровский Т. Л., Михайлова Ю. А., Боcharов В. Н., Кривовичев С. В., Иванюк Г. Ю. Епифановит $\text{NaCaCu}_5(\text{PO}_4)_4[\text{AsO}_2(\text{OH})_2] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – новый минерал из месторождения Кестёр (Саха-Якутия, Россия) // Записки Российского минералогического общества. – 2017. – Т. 146, № 3. – С. 30–39.

References

1. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Verkhoyano-Kolym'skaya. List Q-53 (Verkhoyansk). Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1 : 1,000,000 (third generation). Verkhoyano-Kolyma series. Sheet Q-53 (Verkhoyansk). Explanatory note], ed. V. V. Kalashnikov, St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI Publ., 2015, 427 p.
2. Kovalenko V. I., Kuz'min M. I. O genezise redkometall'nykh litii-ftoristykh i apgaitovykh granitov i sootnoshenii magmaticheskikh i metasomaticheskikh protsessov pri ikh formirovanii [On the genesis of rare-metal lithium-fluoride and apgaitite granites and the ratio of magmatic and metasomatic processes during their formation], *Redkometall'nye granity Mongolii [Rare-metal granites of Mongolia]*, Moscow, Nauka Publ., 1971, pp. 215–226.
3. Koval' P. V. Petrologiya i geokhimiya al'bitizirovannykh granitov [Petrology and geochemistry of albited granites], Novosibirsk, Nauka Publ., 1975, 256 p.
4. Kokunin M. V. Redkie mineraly zabytogo mestorozhdeniya [Rare minerals of the forgotten deposit], *Otechestvennaya geologiya [National Geology]*, 2011, No 1, pp. 72–82. (In Russ.).
5. Nedosekin Yu. D. Redkometall'nye granity Severo-Vostoka SSSR [Rare-metal granites of the North-East of the USSR], Moscow, Nauka Publ., 1988, 142 p.
6. Orlov Yu. S., Filimonov Yu. A., Boyarshinov V. V. K voprosu o genezise alaskitov Arga-Ynnakh-Khaiskogo massiva (Vostochnaya Yakutiya) [On the question of the genesis of alaskites of the Arga-Unn-Khai massif (Eastern Yakutia)], *Geologiya i po-*
7. Protopopov R. I. Problema vydeleniya kesterskogo kompleksa redkometall'nykh granitov (malykh intruzii) [The problem of isolation of the Kester complex of rare-metal granites (small intrusions)], *Vestnik Goskomgeologii [Bulletin of Goskomgeology]*, 2014, No 1 (13), pp. 47–52. (In Russ.).
8. Soboleva V. N. Materialy k mineralogii mestorozhdeniya Kester iz basseina reki Yany [Materials for mineralogy of the Kester deposit from the Yana River basin], *Materialy po geologii Severo-Vostoka SSSR [Materials on geology of the North-East of the USSR]*, Magadan, 1949, V. 6, pp. 40–65. (In Russ.).
9. Tauson L. V. Geokhimicheskie tipy i potentsial'naya rudonosnost' granitoidov [Geochemical types and potential ore content of granitoids], Moscow, Nauka Publ., 1977, 279 p.
10. Trunilina V. A., Orlov Yu. S., Zaitsev A. I., Rоеv S. P. Vysokofosforitistye litii-ftoristye granity Vostochnoi Yakutii (Verkhoyano-Kolym'skaya orogennaya oblast') [Highly phosphoritic lithium-fluoride granites of Eastern Yakutia (Verkhoyano-Kolyma orogenic region)], *Tikhookeanskaya Geologiya [Russian journal of Pacific geology]*, 2019, V. 38, No 1, pp. 86–101. (In Russ.).
11. Yakovenchuk V. N., Pakhomovskii Ya. A., Konopleva N. G., Panikorovskii T. L., Mikhailova Yu. A., Bocharov V. N., Krivovichev S. V., Ivanyuk G. Yu. Epifanovit $\text{NaCaCu}_5(\text{PO}_4)_4[\text{AsO}_2(\text{OH})_2] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – novyy mineral iz mestorozhdeniya Kester (Sakha-



Yakutiya, Rossiya) [Epifanovite $\text{NaCaCu}_5(\text{PO}_4)_4$
 $[\text{AsO}_2(\text{OH})_2] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ is a new mineral from the Kes-
ter deposit (Sakha-Yakutia, Russia)], *Zapiski Ros-*

siiskogo mineralogicheskogo obshchestva [*Notes of*
the Russian Mineralogical Society], 2017, V. 146,
No 3, pp. 30–39. (In Russ.).

Автор

Вдовина Лариса Георгиевна

ведущий геолог
vdovinalg@yandex.ru

АО «Якутскгеология»,
г. Якутск, Россия

Author

Larisa G. Vdovina

Leading Geologist
vdovinalg@yandex.ru

JSC “Yakutskgeologiya”,
Yakutsk, Russia