

УДК 553.411:550.84(571.65)

DOI 10.23683/0321-3005-2019-2-74-81

ОТРАЖЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО МЕТАМОРФИЗМА В ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЯХ ЗОЛОТОВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

© 2019 г. А.Э. Харди́ков¹

¹Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

REFLECTION OF LOW-TEMPERATURE METAMORPHISM IN GEOCHEMICAL FIELDS OF GOLD-BEARING STRATA OF VERKHROYANSK-KOLYMA OROGEN

A.E. Khardikov¹

¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Харди́ков Александр Эдуардович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090, Россия, e-mail: khardikov@sfedu.ru

Alexander E. Khardikov - Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Institute for Earth Sciences, Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: khardikov@sfedu.ru

В результате площадных геохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния в пределах Азимальской перспективной площади, находящейся в пределах Аян-Юряхского антиклинория Верхояно-Колымской складчатой области, выявлена зональность распределения химических элементов. Она отображает существующие здесь пространственно-временные соотношения различных типов метаморфизма, приведших к формированию единой метасоматической колонки, а также подтверждает наличие неодинаковых уровней современного эрозионного среза исследуемой территории, что вывело на дневную поверхность горизонты, отвечающие стадиям метасоматоза, происходящим при различной температуре и кислотно-щелочном режиме. По характеру распределения элементов исследованного комплекса на территории Азимальской перспективной площади в первую очередь выделяются золото и мышьяк. Они образуют во вторичных ореолах контрастные аномалии, обнаруживающие связь с конкретными геологическими объектами. Их распространение контролируется четырьмя главными ветвями Хинике-Кулинской зоны разломов, а также малыми штоками и штокообразными телами гранитоидов басунунинского и nera-бохачинского интрузивных комплексов. Свинец, серебро, цинк, кобальт, никель, медь, олово, барий, молибден образуют неконтрастные вторичные ореолы рассеяния и отражают геохимическую зональность вокруг геологических объектов либо их геохимическую специализацию. Промежуточное положение занимает вольфрам. Пространственно совмещенные вторичные ореолы исследованных элементов группируются в четыре рудно-геохимические зоны: Соготохская, Хугланнах-Пунктирненская, Стожильненская, Арга-Юряхская. Полученные данные позволяют локализовать участки с разной степенью перспективности выявления коренных золоторудных объектов.

Ключевые слова: Верхояно-Колымская складчатая область, площадные геохимические исследования, метаморфизм, метасоматоз.

In the result of areal geochemical searches at the secondary scattering halos within Azial promising areas within Ayan-Yuryakh anticlinorium within Verkhoyansk-Kolyma orogen a zonation of the distribution of chemical elements is revealed. It reflects the existing the space-time relations of different types of metamorphism spatial and temporal correlation of different types of metamorphism, which led to the formation of a single metasomatic column, and also confirms the presence of different levels of modern erosion section of the study area, which brought to the surface of the day horizons, corresponding to the stages of metasomatoses, occurring at different temperatures and acid-alkali mode. By the nature of the distribution, gold and arsenic are distinguished, forming contrasting anomalies in the secondary halos and revealing a connection with specific geological objects. Their distribution is controlled by the four main branches Hinike-Kulu fault zones, as well as small stocks and rod-shaped bodies of granitoids of Basugunya and Nera-Bokhapcha intrusive complexes. Lead, silver, zinc, cobalt, nickel, copper, tin, barium, molybdenum form weakly contrasting secondary halos, reflecting the geochemical zoning around geological objects, or their geochemical specialization. Tungsten occupies an intermediate position. Spatially combined secondary halos of investigated elements are grouped into four ore-geochemical zones: Sogotokh, Hooglannah-Punctirnensk, Stogylenskaya and Arga-Yuryakh. The obtained data allow localizing areas with different degree of prospects for the identification of indigenous gold objects.

Keywords: Verkhoyansk-Kolyma orogen, areal geochemical searches, metamorphism, metasomatoses.

Эффективность картирования гидротермально-метаморфических образований для оценки перспектив рудоносности площадей на стадии проведения поисково-оценочных работ масштаба 1:50000 не вызывает сомнений [1–3]. Результаты

подобных исследований на примере Азимальской перспективной площади, расположенной в пределах Аян-Юряхского антиклинория Верхояно-Колымской складчатой области (рис. 1) были изложены в статье [4].

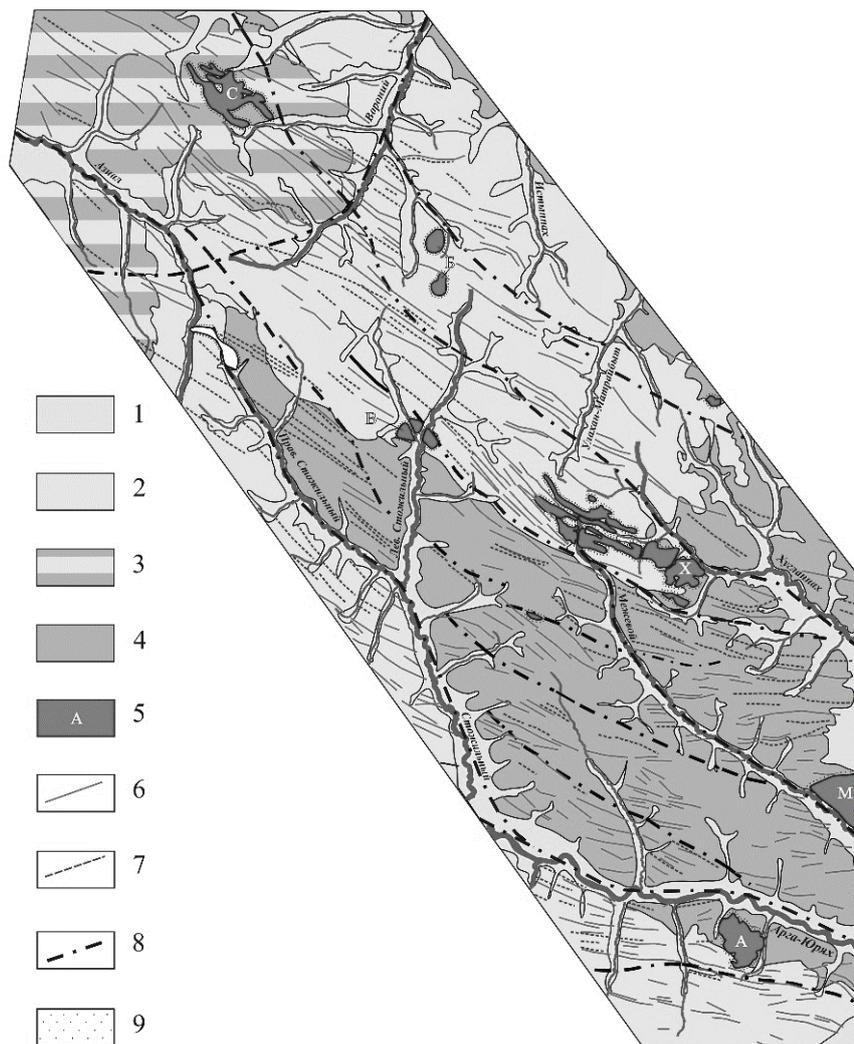


Рис. 1. Схема геологического строения Азияльской площади. Стратиграфические подразделения: 1 – четвертичные отложения (Q); 2 – атканская свита (P_{3at}); 3 – омчакская свита (P_{3om}); 4 – старательская свита (P_{3st}). Интрузивные образования: 5 – позднеюрские и поздне меловые штоки (С – Соготохский штوك гранодиоритов и кварцевых диоритов позднеюрского басугунынского интрузивного комплекса – I_{3b}; Б – штук Быстрый, представленный двумя разрозненными изометричными выходами граносиенит-порфиритов и монцодиоритов поздне мелового биликанского интрузивного комплекса – K_{2bl}; В – Верхне-Стожильненский штук гранодиоритов позднеюрского басугунынского интрузивного комплекса – I_{3b}; Х – штук Хугланнах гранитов и гранодиоритов позднеюрского басугунынского интрузивного комплекса – I_{3b}; А – Арга-Юряхский штук плагиогранитов и кварцевых диоритов позднеюрского нера-бохапчинского гипабиссального комплекса малых интрузий – I_{3nb}; М – штук Межевой кварцевых диоритов и гранитов позднеюрского басугунынского интрузивного комплекса – I_{3b}); 6 – дайки гранитов, гранодиоритов, плагиогранитов, их порфиритов и порфиритов нера-бохапчинского, басугунынского и биликанского комплексов (автометаморфизм: серицитизация, окварцевание); 7 – дайки кварцевых диоритов, диоритов и их порфиритов, габбро-порфиритов нера-бохапчинского, басугунынского и биликанского комплексов (автометаморфизм: хлоритизация, соссоритизация, альбитизация, кальцитизация); 8 – тектонические нарушения; 9 – биотитово-кварцевые, биотитовые, альбитово-актинолитовые роговики и узловатые сланцы, парагенезисы которых соответствуют мусковитово-роговиковой фации контактового метаморфизма / Fig. 1. The scheme of the geological structure of the Asian area. Stratigraphic subdivisions: 1 - quaternary deposits (Q); 2 - atkan suite (P_{3at}); 3 - omchakh suite (P_{3om}); 4 - prospecting suite (P_{3st}). Intrusive formations: 5 - late Jurassic and late Cretaceous stocks (C - Sogotokh stock granodiorites and quartz diorites of late Basugunya intrusive complex - I_{3b}; B - stock Fast, is represented by two disparate isometric outputs granosyenite-monzodiorites and monzodiorites of late Cretaceous Bilikan intrusive complex - K_{2bl}; B - Upper-Stoglyneensky stock granodiorites of late Jurassic Basugunya intrusive complex - I_{3b}; X - stock Hooglannah granites and granodiorites of the late Jurassic intrusive Basugunya complex - I_{3b}; A - Arga-Yuryakh stock of plagiogranites and quartz diorites of late Jurassic Nera-Bokhapcha hypabyssal complex of small intrusions - I_{3nb}; M - stock Megevoi of quartz diorites and granites of late Jurassic Basugunya intrusive complex - I_{3b}); 6 - dykes of granites, granodiorites, plagiogranites, it's porphyrites and porphyrites of the Nera-Bokhapcha, Basugunya and Bilikan complexes (autometamorphism: sericitization, silicification); 7 - dikes of quartz diorites, diorites and their porphyrites, gabbro porphyrites of the Nera-Bokhapcha, Basugunya and Bilican complexes (autometamorphism: chloritization, saussuritization, albitization, calcification); 8 - tectonic disturbances; 9 - biotite-quartz, biotite, albite-actinolite hornfels and nodal schists, the parageneses of which correspond to muscovite-hornfels facies of contact meta-morphism

В геологическом строении территории участвуют морские терригенные и вулканогенно-осадочные отложения верхней перми и триаса (трусская толща, обнажающаяся в бассейне среднего течения р. Арга-Юрях), смятые в сложные, преимущественно линейные складки северо-западного простирания и прорванные многочисленными дайками и штоками интрузивных пород [5–9]. Не менее важными для успешного проведения поисково-оценочных работ являются выявление геохимических аномалий и определение их связи с рудоконтролирующими гидротермально-метасоматическими и метаморфическими преобразованиями, что также будет продемонстрировано на примере Азиальской площади.

Параметры фонового распределения элементов во вторичных ореолах, сформированных по различным литолого-стратиграфическим комплексам и интрузивным породам территории, сопоставимы с региональными фоновыми содержаниями, установленными для тех же образований [10, 11]. При этом близко к кларку содержание таких элементов, как Pb, Cu, Sc, Bi, As, Sn, Zr, V, Au, Ba, W, Be, Mo. В относительном дефиците находятся лишь Mn, Zn, Ge, Sr; незначительно превышают региональные фоновые значения Nb, Ni, Li, Y, Co, Ag, Cr. Выявленные аномалии связаны с наложенными, в том числе рудными, процессами.

По характеру распределения элементов исследованного комплекса на территории Азиальской перспективной площади в первую очередь выделяются золото и мышьяк, образующие во вторичных ореолах контрастные аномалии и обнаруживающие связь с конкретными геологическими объектами. Их распространение контролируется четырьмя главными ветвями Хинике-Кулинской зоны разломов северо-западного простирания, фиксируемой Арга-Юряхским полем даек, а также малыми штоками и штокообразными телами гранитоидов (Межевой, Арга-Юрях, Хугланнах и др.) басугуьинского и нера-бохапчинского интрузивных комплексов. Свинец, серебро, цинк, кобальт, никель, медь, олово, барий, молибден образуют слабоконтрастные вторичные ореолы. Они отражают либо геохимическую зональность вокруг геологических объектов, либо их геохимическую специализацию. Промежуточное положение занимает вольфрам. Наиболее контрастные вторичные ореолы рассеяния этого элемента приурочены к центральным частям Хугланнахского и Арга-Юряхского штоков, в то же время аномалии с небольшой интенсивностью уверенно прослеживаются и по периферии этих объектов.

Пространственно совмещенные вторичные ореолы исследованных элементов группируются в четыре рудно-геохимические зоны: Соготохская,

Хугланнах-Пунктирненская, Стожильненская, Арга-Юряхская (рис. 2). Они кулисообразно расположены относительно друг друга со смещением в юго-восточном направлении и контролируются положением основных тектонических структур. К этим зонам приурочены, помимо вторичных ореолов рудогенных элементов, многочисленные пункты золоторудной минерализации, известные рудопроявления и проявления россыпной золотоносности.

Наиболее крупная Хугланнах-Пунктирненская рудно-геохимическая зона расположена в центральной части Азиальской площади и прослеживается единой полосой продуктивных вторичных ореолов золота, мышьяка от верховьев ручьев Вороний, Медвежий, Левый Стожильный через верховья ручья Межевой и долину ручья Хугланнах. Ширина зоны составляет 5,0–7,5 км при протяженности свыше 30 км. Её положение контролируется Северным и Хугланнахским разрывными нарушениями первого порядка, относящимися к Хинике-Кулинской зоне разломов, имеющими рудоконтролирующее значение.

В пределах Хугланнах-Пунктирненской рудно-геохимической зоны выделяются Хугланнахское и Верхне-Стожильненское аномальные геохимические поля (рис. 2). В геологическом строении Хугланнахского поля принимают участие породы атканской и омчакской свит, смятые в линейные складки северо-западного простирания (Хугланнахская синклираль и Межевая антиклираль) и осложненные Северным и Хугланнахским разломами. Осадочные породы прорываются дайками кислого и среднего состава нера-бохапчинского и басугуьинского интрузивных комплексов. Центральным элементом в строении аномального поля, к которому приурочена основная масса выявленных пунктов минерализации золота (в том числе рудопроявление Хугланнах), является штокообразное тело гранитов-гранодиоритов Хугланнах басугуьинского комплекса. Интрузия в плане имеет сложную форму, многочисленные ответвления, сопровождается дайками и дайкообразными телами. Основное тело штока и его экзоконтакты охвачены ореолом площадной березитизации.

Полоса контрастных вторичных ореолов золота (до 800–1700 мг/т) и мышьяка, находящихся в тесной ассоциации, фиксирует положение как самого Хугланнахского штока, так и его юго-восточного, южного и северо-западного обрамлений, тем самым определяя границы всего аномального поля. С ореолами золота в центральной части пространственно коррелируют вторичные ореолы вольфрама низкой интенсивности ($0,16–0,3 \cdot 10^{-3} \%$). Интенсивность всех ореолов обуславливается близостью к основному телу штока гранодиорит-порфиров.

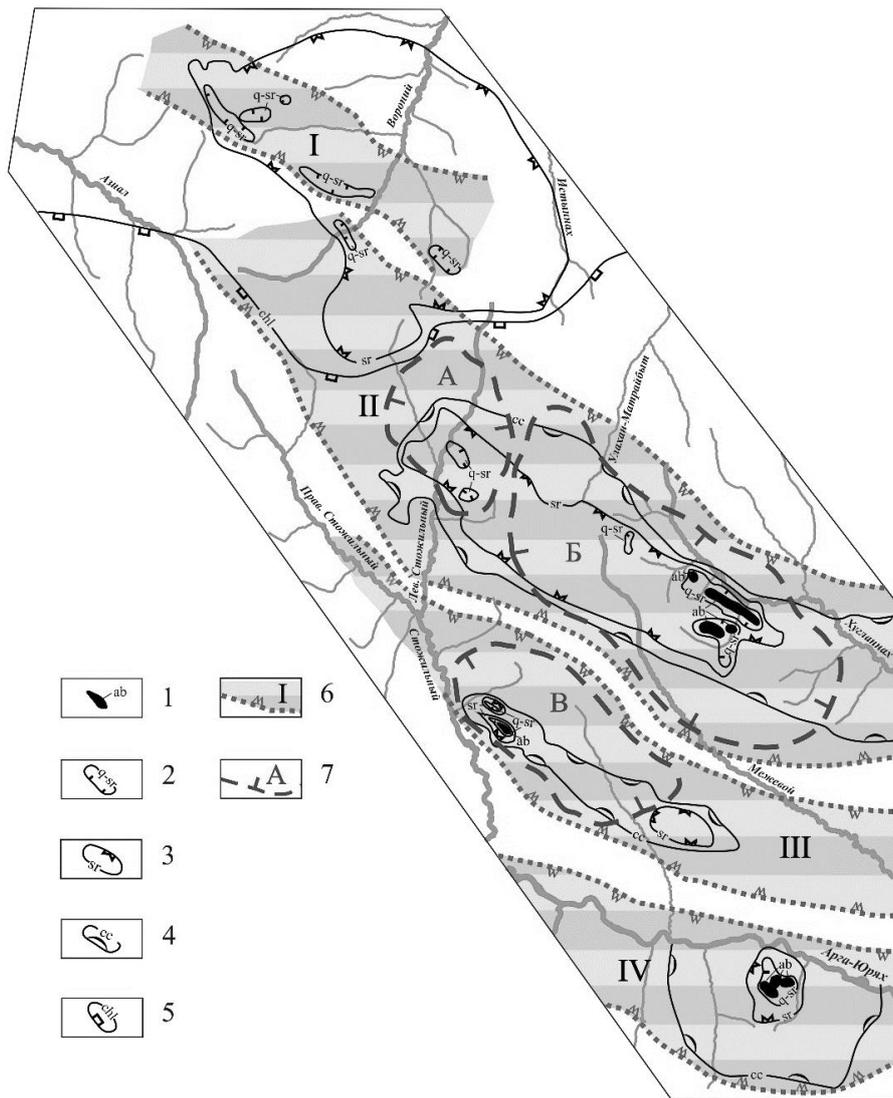


Рис. 2. Соотношение гидротермально-метасоматических образований и геохимических полей Азиальской площади. Метасоматоз: 1 – границы полей развития рудоносных интенсивно березитизированных кварцево-полевошпатовых метасоматитов, березитов, анкеритово-кварцевого, алибитово-кварцевого и серицитово-кварцевого прожилкования (ab) – кварц + альбит + серицит + анкерит (кальцит) + пирит + арсенопирит; 2 – границы развития полей интенсивно березитизированных пород (q-sr) – кварц + серицит + анкерит (кальцит) + пирит; 3 – границы развития полей березитизированных пород (серицит + кварц + пирит); 4 – границы развития полей площадной приповерхностной пропилитизации и слабой березитизации пород (cc) – хлорит + кальцит + эпидот + серицит; 5 – границы полей слабой приповерхностной пропилитизации пород (chl) – хлорит + кальцит; 6 – рудно-геохимические зоны (I – Соготокская, II – Хугланнах-Пунктирненская, III – Стожильненская, IV – Арга-Юряхская); 7 – аномальные геохимические поля (А – Верхне-Стожильненское, Б – Хугланнахское, В – Нижне-Стожильненское). Во всех случаях берг-штриховка направлена внутрь выделенных зон и полей и показывает нарастание интенсивности обозначаемого процесса / Fig. 2. The ratio of hydrothermal and metasomatic formations and geochemical fields of the Azial area. Metasomatism: 1 - the boundaries of the ore-bearing fields of intensely berezitized quartz-feldspathic metasomatites, berezites, ankerite-quartz, alibite-quartz and sericite-quartz veining (ab) - quartz + albit + sericite + ankerite (calcite) + pyrite + arsenopyrite; 2 - the boundaries of the development of fields of intensely berezitized rocks (q-sr) - quartz + sericite + ankerite (calcite) + pyrite; 3 - the boundaries of the development of fields of berezitized rocks (sericite + quartz + pyrite); 4 - the boundaries of the development of fields of areal near-surface propitization and weak birchization of breeds (cc) - chlorite + calcite + epidote + sericite; 5 - the boundaries of the fields of weak near-surface propitization of breeds (chl) - chlorite + calcite; 6 - ore-geochemical zones (I - Sogotokh, II - Hooglannah-Punktirinenskaya, III - Stozhilenskaya, IV - Arga-Yuryakh); 7 - anomalous geochemical fields (A - Verkhne-Stozhilinskoe, B - Hooglannah, C - Nizhne-Stozhilenskoe). In all cases, the berg hatching is directed inside the selected zones and fields and shows an increase in the intensity of the designated process

Кроме того, пространственной ориентировкой вторичных ореолов подчеркиваются элементы строения ведущей рудоконтролирующей структуры, имеющей общее северо-западное простирание.

Золото образует здесь четыре сближенные контрастные аномалии, ограниченные изоконцентрацией 10 мг/т и приуроченные к главной рудной зоне рудопроявления Хугланнах. Они представляют собой серию золотоносных тел в разной степени березитизированных гранодиорит-порфиоров, пронизанных густой сетью тонких ветвящихся и субпараллельных прожилков кварца с обильной сульфидной вкрапленностью (арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, а также самородное золото). Распространенным является прожилково-вкрапленный тип оруденения, реже встречается жильно-прожилковый. Геохимическая ассоциация элементов, ранжированных по убыванию величины коэффициента концентрации, имеет вид $Au \rightarrow As \rightarrow (W, Cr) \rightarrow Cu \rightarrow Bi \rightarrow Ni \rightarrow Sn \rightarrow (Zn, Co, Ba, Mo, Be, Mn, Ag, Pb)$. Ввиду явной золотой и мышьяковой специализации в ранжированном ряду, видна отчетливая принадлежность аномалии к участкам развития минерализации золоторудно-кварцевого формационного типа.

Локальные аномалии золота в юго-восточном экзоконтакте, а также в пределах северо-западного ответвления Хугланнахского штока значительно уступают аномалии главной рудной зоны как по площади распространения, так и по продуктивности. В плане они имеют линейную форму и северо-западную ориентировку. Аномалии сопровождаются коренными выходами березитизированных даек пород среднего и умеренно кислого состава, вмещающих участки сульфидно-кварцевого прожилкования и пункты минерализации золота. Геохимический спектр всех аномалий достаточно близок и по составу ведущих элементов соответствует золоторудно-кварцевой формации. В структуре Хугланнахского аномального геохимического поля установлены черты зонального строения. Центральным элементом в структуре зональности является область концентрации элементов рудного комплекса (золото, мышьяк, вольфрам), условно представляющая собой ядерную зону аномального поля. Зональность геохимического поля закономерно отражается при анализе корреляционных связей химических элементов. Выделяются две группы элементов, которые характеризуются по отношению к золоту значимыми положительными (группа 1) либо отрицательными (группа 2) корреляционными связями. Внутри групп корреляционная связь между элементами положительная, а между элементами разных групп – отрицательная либо имеющая тенденцию к отрицательной (ниже критического

уровня значимости). В первую группу, кроме золота, входят мышьяк и вольфрам – элементы рудного комплекса. Вторая группа объединяет серебро, цинк, свинец, марганец и кобальт. Условно к ним относятся олово и никель, обладающие слабой положительной связью с вольфрамом на уровне порога значимости. Таким образом, проявляется разделение элементов ядерной зоны и зоны обмена.

Верхне-Стожильненское аномальное геохимическое поле охватывает западную часть Хугланнах-Пунктирненской рудно-геохимической зоны и расположено на право- и левобережье ручья Левый Стожильный, в его среднем и нижнем течении. В структурном отношении оно занимает аналогичную позицию с Хугланнахским рудным полем, находясь на северо-западном продолжении единой рудоконтролирующей структуры. В плане аномальное поле имеет немного вытянутую на северо-запад округлую форму, его площадь – 26 км². Установленные по результатам литохимической съемки вторичные ореолы золота, а также известные здесь пункты минерализации связаны с минерализованными зонами дробления северо-западного простирания мощностью 1–3 м и участками тонкого кварцевого прожилкования в маломощных измененных дайках диоритовых порфиров. Аномальное поле выделено по серии разрозненных прерывистых вторичных ореолов золота интенсивностью 10–30 мг/т с изометричными, реже линейно вытянутыми эпицентрами (длиной 100–300 м) интенсивностью свыше 100 мг/т и максимальными содержаниями золота в рыхлых отложениях свыше 2000 мг/т. Центральным элементом в структуре аномального поля является обобщенный контур золоторудной аномалии площадью более 8 км². Внешняя граница поля проведена по более широкому ореолу распространения разобщенных аномалий мышьяка, наиболее площадные и контрастные из которых пространственно тяготеют к эпицентрам вторичных ореолов золота. В единичных точках концентрация мышьяка достигает $200 \cdot 10^{-3} \%$. Характерной особенностью является отсутствие вторичных ореолов вольфрама по сравнению с соседним Хугланнахским полем, что, возможно, указывает на меньший уровень эрозийного среза Верхне-Стожильненского поля, которое определяется сокращенным спектром элементов, типичным для золоторудно-кварцевой формации, и рассредоточенным характером распределения их аномалий во вторичных ореолах рассеяния. Это хорошо видно в ранжированном по величине нормированной продуктивности ряду элементов в общем контуре аномального поля, где ведущее значение принадлежит золоту и мышьяку, а сопутствующие элементы (Mn, Co, Pb, Ag, Ni) проявлены слабо.

Верхне-Стожильненское аномальное геохимическое поле связано с надрудным эрозионным срезом, уровень которого в пределах Хугланнах-Пунктир-ненской рудно-геохимической зоны поднимается в северо-западном направлении вследствие общего «погружения» рудоносной структуры.

Стожильненская рудно-геохимическая зона расположена южнее, имеет ширину 3–4,5 км, протяжённость – более 20 км и простирается с северо-запада на юго-восток от нижнего течения ручья Стожильный, по водоразделу р. Арга-Юрях – Межевой к штоку Межевой. Здесь ее простираение меняется до субширотного в соответствии с общим поворотом рудоконтролирующих тектонических структур Хинике-Кулинской зоны разломов. В составе зоны выделено Нижне-Стожильненское аномальное геохимическое поле, которое простирается в северо-западном направлении и охватывает площадь 25 км² на правобережье нижнего течения ручья Стожильный. В структурном отношении оно приурочено к юго-западному крылу Межевой антиклинали, осложнённого рудоконтролирующим Стожильненским разломом и сложенному вулканогенно-осадочными микститами атканской свиты верхней перми [12, 13]. Осадочные породы прорываются дайками кислого и умеренно кислого состава Арга-Юряхского дайкового поля нера-бохапчинского интрузивного комплекса. Выявленные в ходе заверочных работ пункты минерализации и проявления золота связаны с метасоматически изменёнными дайками гранодиоритов и сопровождающими их зонами жильно-прожилкового окварцевания. Геохимическое поле выделено по наличию в его центральной части площадного контрастного вторичного ореола рассеяния золота интенсивностью 10–30 мг/т и >100 мг/т. С ореолом золота тесно ассоциируют площадные аномалии мышьяка и вольфрама. Отличительной особенностью аномального поля является пространственное совмещение вторичных ореолов рассеяния всех элементов-спутников (серебро, висмут, цинк, олово) с аномалиями золота, мышьяка и вольфрама. Ореолы кобальта, марганца перекрываются лишь частично. Свинец и никель образуют вторичные ореолы в обрамлении. Ранжированный по убыванию нормированной продуктивности ряд элементов в контуре аномального поля имеет вид Au → As → Mn → Co → Zn → Ag → Sn → W → Pb → Ni → Ba. Судя по составу первых членов ряда, оруденение соответствует золоторудно-кварцевому формационному типу. Поле имеет зональное строение. Ядерная зона подчеркивается положительным ореолом золота, мышьяка, вольфрама при фоновых содержаниях элементов группы выноса (Co, Ni, Mn, V). Зона обмена обрамляет ядерную зону с востока и фиксируется по положительным ореолам Co, Ni, Mn, V.

Арга-Юряхская рудно-геохимическая зона охватывает рудопроявление золота и сопровождающую его серию контрастных вторичных ореолов рассеяния золота, мышьяка, вольфрама в пределах Арга-Юряхского штока на правобережье одноимённой реки. Прослеживается она от западной рамки площади в восточном направлении более чем на 15 км при ширине 2,5–4,5 км. Положение зоны обусловлено тесной связью с рудоконтролирующим Южно-Арга-Юряхским тектоническим нарушением субширотного простирания, представляющим собой южный краевой взброс Хинике-Кулинской зоны разломов. В геологическом строении рудно-геохимической зоны принимают участие осадочные и вулканогенно-осадочные породы атканской и омчакской свит верхней перми, которые прорываются дайками Арга-Юряхского дайкового поля и малыми интрузиями нера-бохапчинского комплекса. Центральным элементом является шток плагиогранитов Арга-Юрях, в пределах которого локализованы одноимённое рудопоявление и множество пунктов золоторудной минерализации.

Арга-Юряхская рудно-геохимическая зона выделена по комплексной аномалии золота, мышьяка, вольфрама во вторичных ореолах рассеяния в ее центральной части и сосредоточенным по периферии вторичным ореолам группы халькофильных элементов (серебро, олово, цинк, свинец, медь), а также элементов «группы выноса» (марганец, кобальт, никель, ванадий), фиксирующих в совокупности внешнюю границу зоны. По составу первых членов ряда элементов, ранжированных по убыванию значения площадной продуктивности, прогнозируется золоторудно-кварцевый формационный тип оруденения. При этом следует отметить существенную роль в составе геохимического спектра вольфрама, что отличает Арга-Юряхскую рудно-геохимическую зону от всех рассмотренных ранее. Это свидетельствует о более высоком уровне эрозионного среза по сравнению с остальными объектами, а также указывает на возможное проявление золото-редкометальной минерализации, что подтверждается характером корреляционных связей элементов исследованного комплекса в пределах золоторудной аномалии. Золото здесь обнаруживает значимые положительные корреляционные связи с вольфрамом и висмутом.

В северной части Азиальской площади, в поле влияния Соготохского штока диорит-гранодиоритового состава басугуньинского интрузивного комплекса, выделена одноимённая *Соготохская рудно-геохимическая зона*, обусловленная наличием слабоконтрастных вторичных ореолов золота

и мышьяка. Положение Соготохского штока и возможных потенциально золотоносных коренных объектов в его пределах контролируется Северным разломом, являющимся одним из рудоконтролирующих, в том числе и для рудопроявления Хугланнах. Предполагается, что в данном случае имеет место верхнерудный уровень эрозионного среза, наследующий общую тенденцию к погружению в северо-западном направлении рудоносных структур в пределах рудно-геохимических зон, расположенных южнее (Хугланнах-Пунктирненская и Стожильненская). Для Соготохского штока и его обрамления характерны разрозненность вторичных ореолов, их низкая интенсивность и невысокая площадная продуктивность. Геохимическая ассоциация элементов в контуре золоторудной аномалии, представляющая собой ранжированный по убыванию коэффициента концентрации ряд (Au → As → Cr → Sr → Mn, Co, Be, Sc → Zn, Zr → W, Mo, Cu, Ni, Y → Pb, Bi, Ba, Nb, Sn, Ge, V, Li, Ag), характеризует оруденение золоторудно-кварцевого формационного типа и в целом согласуется с рассмотренными ранее объектами.

Таким образом, в результате площадных геохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния в пределах Азиальской перспективной площади выявлена зональность распределения химических элементов. Она отображает существующие здесь определенные пространственно-временные соотношения различных типов метаморфизма, приведших к формированию единой метасоматической колонки, а также подтверждает наличие неодинаковых уровней современного эрозионного среза исследуемой территории, что вывело на дневную поверхность горизонты, отвечающие стадиям метасоматоза, происходящим при различной температуре и кислотно-щелочном режиме [4]. Полученные данные позволяют локализовать участки различной степени перспективности выявления коренных золоторудных объектов.

Литература

1. Плющев Е.В., Ушаков О.П., Шатов В.В., Беляев Г.М. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований. Л.: Недра, 1981. 262 с.
2. Плющев Е.В., Шатов В.В. Геохимия и рудоносность гидротермально-метасоматических образований. Л.: Недра, 1985. 247 с.
3. Плющев Е.В., Шатов В.В., Кашин С.В. Металлогения гидротермально-метасоматических образований. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. 560 с.
4. Хардииков А.Э., Астахова А.А. Изучение низкотемпературного метаморфизма золотовмещающих толщ Верхояно-Колымской складчатой области при проведении поисково-оценочных работ // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2017. № 3-1. С. 114–121.

Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2017. № 3-1. С. 114–121.

5. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России : в 2 кн. / ред. А.И. Ханчук. Владивосток: Дальнаука, 2006.

6. Геология СССР. Т. XXX: Северо-Восток СССР. Геологическое описание. М.: Недра, 1970. Кн. 2. 536 с.

7. Жуланова И.Л., Русакова Т.Б., Котляр И.Н. Геохронология и геохронометрия эндогенных событий в мезозойской истории Северо-Востока Азии. М.: Наука, 2007. 358 с.

8. Котляр И.Н., Жуланова И.Л., Русакова Т.Б., Гагиева А.М. Изотопные системы магматических и метаморфических комплексов Северо-Востока России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. 319 с.

9. Чехов А.Д. Тектоническая эволюция Северо-Востока Азии. М.: Научный мир, 2000. 204 с.

10. Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А. Наталкинское золоторудное месторождение. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002. 250 с.

11. Маннафов Н.Г. Легенда Неро-Бохапчинской серии государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). Т. IV. Магадан: Магаданский ТФГИ, 1999.

12. Астахова А.А., Хардииков А.Э. Литогенез пермских толщ Аян-Юрхского антиклинория Яно-Колымской складчатой области // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2016. № 1. С. 84–89.

13. Астахова А.А., Хардииков А.Э., Холодная И.А. О роли вулканогенного материала в образовании атканской свиты Аян-Юрхского антиклинория Яно-Колымской складчатой области // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2016. № 2. С. 78–85.

References

1. Plyushchev E.V., Ushakov O.P., Shatov V.V., Belyaev G.M. *Metodika izucheniya gidrotermal'no-metasomaticheskikh obrazovaniy* [Methods of studying hydrothermal metasomatic formations]. Leningrad: Nedra, 1981, 262 p.
2. Plyushchev E.V., Shatov V.V. *Geokhimiya i rudonosnost' gidrotermal'no-metasomaticheskikh obrazovaniy* [Geochemistry and ore potential of hydrothermal-metasomatic formations]. Leningrad: Nedra, 1985, 247 p.
3. Plyushchev E.V., Shatov V.V., Kashin S.V. *Metallogeniya gidrotermal'no-metasomaticheskikh obrazovaniy* [Metallogeny of hydrothermal metasomatic formations]. Saint Petersburg: Izd-vo VSEGEI, 2012, 560 p.
4. Khardikov A.E., Astakhova A.A. *Izuchenie nizkotemperaturnogo metamorfizma zolotovmeshchayushchikh tolshch Verkhoyano-Kolymskoi skladchatoi oblasti pri provedenii poiskovo-otsenochnykh rabot* [The study of low-temperature metamorphism of gold-bearing strata of the Verkhoyansk-Kolyma folded area during search and appraisal works]. *Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Estestv. nauki.* 2017, No. 3, pp. 114-121.

5. *Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii* [Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia]. In 2 vol. Ed. A.I. Khanchuk. Vladivostok: Dal'nauka, 2006.

6. *Geologiya SSSR* [Geology of the USSR]. Vol. XXX. Northeast USSR. Geological description. Moscow: Nedra, 1970, book 2, 536 p.

7. Zhulanova I.L., Rusakova T.B., Kotlyar I.N. *Geokhronologiya i geokhronometriya endogennykh sobytii v mezozoiskoi istorii Severo-Vostoka Azii* [Geochronology and geochronometry of endogenous events in the Mesozoic history of northeastern Asia]. Moscow: Nauka, 2007, 358 p.

8. Kotlyar I.N., Zhulanova I.L., Rusakova T.B., Gagieva A.M. *Izotopnye sistemy magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov Severo-Vostoka Rossii* [Isotopic systems of magmatic and metamorphic complexes of the North-East of Russia]. Magadan: SVKNII DVO RAN, 2001, 319 p.

9. Chekhov A.D. *Tektonicheskaya evolyutsiya Severo-Vostoka Azii* [Tectonic evolution of Northeast Asia]. Moscow: Nauchnyi mir, 2000, 204 p.

10. Goncharov V.I., Voroshin S.V., Sidorov V.A. *Natalkinskoe zolotorudnoe mestorozhdenie* [Natalka gold deposit]. Magadan: SVKNII DVO RAN, 2002, 250 p.

11. Mannafov N.G. *Legenda Nero-Bokhapchinskoi serii gosudarstvennoi geologicheskoi karty Rossiiskoi Federatsii masshtaba 1:200 000* [The legend of the Nera-Bokhapcha series of the state geological map of the Russian Federation in scale 1: 200 000]. Vol. IV. Magadan: Magadanskii TFGI, 1999.

12. Astakhova A.A., Khardikov A.E. *Litogenez permskikh tolshch Ayan-Yuryakhskogo antiklinoriya Yano-Kolymskoi skladchatoi oblasti* [Lithogenesis of the Permian Ayan-Yuryakh anticlinorium of the Yano-Kolyma folded area]. *Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Estestv. nauki*, 2016, No. 1, pp. 84-89.

13. Astakhova A.A., Khardikov A.E., Kholodnaya I.A. *O roli vulkanogenogo materiala v obrazovanii atkanskoi svity Ayan-Yuryakhskogo antiklinoriya Yano-Kolymskoi skladchatoi oblasti* [On the role of volcanogenic material in the formation of the Atkan Formation of the Ayan-Yuryakh anticlinorium of the Yano-Kolyma folded region]. *Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Estestv. nauki*. 2016, No. 2, pp. 78-85.