

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 553.411.068.7(571.651)

РАННЕМЕЛОВЫЕ ГРАНИТНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ И ОРУДЕНЕНИЕ ЗОЛОТОГО ХРЕБТА (Восточная Чукотка)

Горячев Н. А., Прусс Ю. В.

*ФГБУН Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт
им. Н. А. Шило ДВО РАН, г. Магадан
E-mail: goryachev@neisri.ru*

Приведена геологическая характеристика Золотогорья, одного из старейших золотоносных районов Северо-Востока. Показана важная роль раннемелового метаморфизма и связанного с ним гранитоидного плутонизма в контроле орогенной золоторудной минерализации и россыпной золотоносности, типичная для гранитно-метаморфических куполов Чукотки. Охарактеризованы перспективы района на позднемеловое медно-молибден-порфировое оруденение. Оценен потенциал рудного и россыпного золота рассмотренного района.

Ключевые слова: Золотогорье, Восточная Чукотка, раннемеловой плутоно-метаморфизм, рудная и россыпная золотоносность, позднемеловые порфировые системы.

DOI: 10.34078/1814-0998-2023-1-3-15

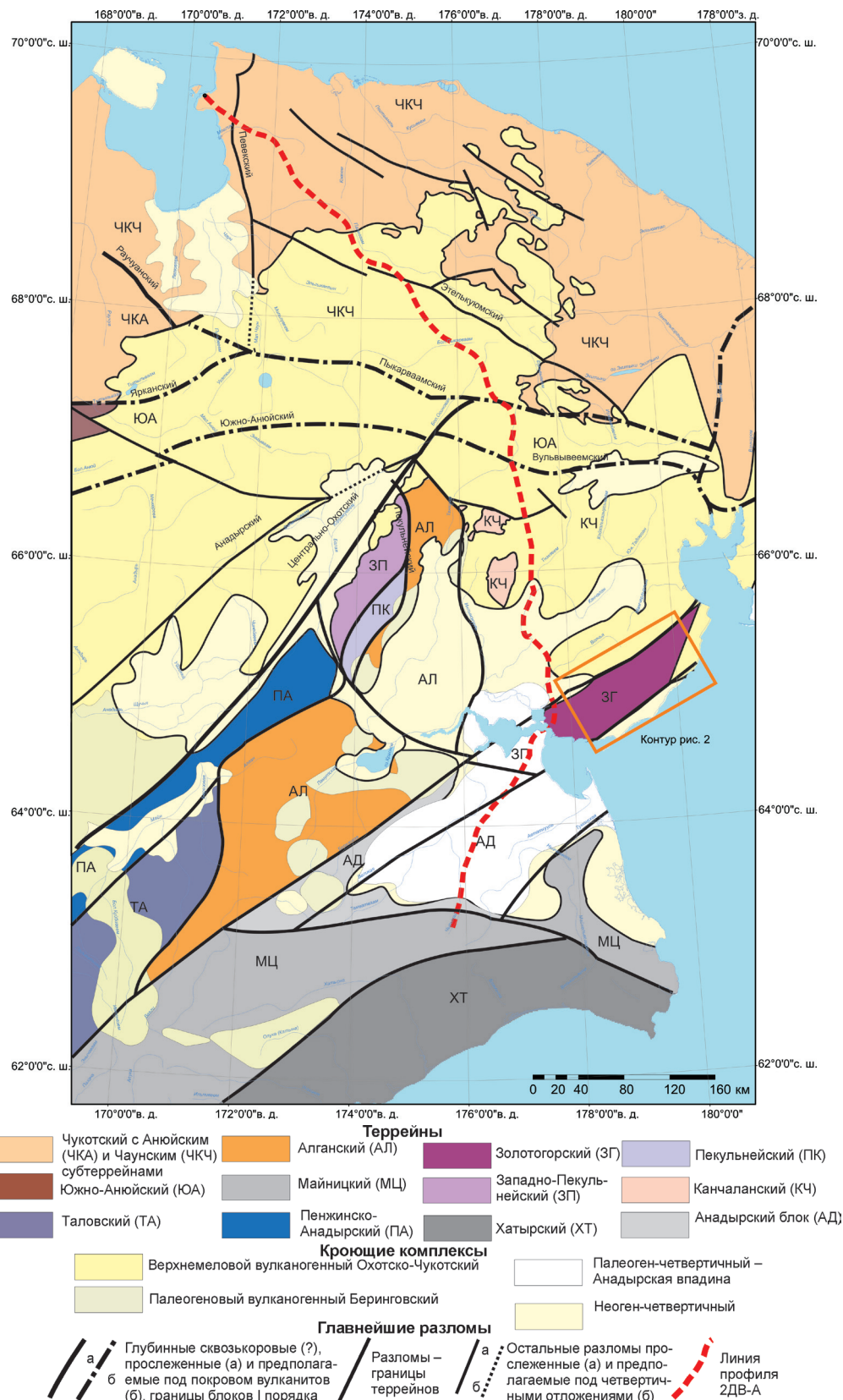
ВВЕДЕНИЕ

В геологическом строении Чукотки заметную роль играют гранитно-метаморфические купольные структуры (Гельман, 1995, 1996; Акинин и др., 2022), которые структурно и генетически контролируют ареалы орогенной золотоносности (Горячев, 1998, 2003). Геологическое строение и золотоносность Золотого хребта (восток Чукотского полуострова – рис. 1) и локализованные в нем небольшие ареалы промышленной россыпной и непромышленной коренной золотоносности (рис. 2) также можно считать структурой подобного рода. Однако публикаций по этой территории практически нет, кроме обобщающих материалов Госгеолкарты-1000 (Исаева и др., 2016), Госгеолкарты-200 (Грецкий, Гельман, 2001) и работ О. Н. Иванова (Иванов, 1978, 1993; Иванов и др., 1989), хотя именно с р. Волчьей и руч. Надо (ныне Первая Золотая) в конце XIX в. началась золотопромышленная история Северо-Востока России (Анерт, 1928). По сведениям этого исследователя, в начале 1900-х гг. в г. Ном (Аляска) было сдано около 300 кг золота, намытого в указанных водотоках. Предлагаемая вниманию читателя статья является попыткой обзора геологии и золотоносности, основанную на материалах геолого-съемочных и добычных работ, результатах интерпретации геофизического про-

филя 2ДВ-А [Н. А. Горячев, С. Г. Бялобжецкий, Б. Ф. Палымский, 2009 г.], а также на наблюдениях Ю. В. Прусса во время краткого посещения им этого района. Цель нашей публикации – показать значение плутоно-метаморфических куполов в локализации орогенной золоторудной и россыпной минерализации данной территории, а также дать оценку перспектив ее на золотое и сопутствующее оруденение.

ГЕОЛОГИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ И ИНТРУЗИВНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Территория Золотого хребта структурно отвечает Золотогорскому террейну (см. рис. 1). Этот блок северо-восточной ориентировки выделен нами в ранге самостоятельной структуры из состава Канчаланского (бывшего Золотогорского – Геодинамика..., 2006) террейна на основании особенностей его глубинной структуры по данным сейсмического профиля 2ДВ-А [Н. А. Горячев и др., 2009 г.] и специфики метаморфических преобразований исходных пород палеозойского – мезозойского возраста. В геоморфологическом плане он соответствует собственно Золотогорскому хребту и его юго-западному окончанию на правобережье Анадырского лимана. Его геологическая специфика заключается в том, что здесь проявились типичные зональные метаморфические преобразования амфиболитовой фации в тесной ассоциации с гранитами раннего мела (Гельман, 1995; Грецкий, Гельман, 2001), с формированием гранитно-метаморфических куполов. Вероятно, его следует



Авторы С. Г. Бялобжецкий и Н. А. Горячев (2009 г.), с использованием материалов тектонической карты м-ба 1:15 000 000 (Геодинамика..., 2006), Геологической карты Чукотки м-ба 1:500 000 (Чукотгеолком), литолого-формационной карты Корьякии м-ба 1:1 000 000 (С. Г. Бялобжецкий, В. Б. Шмакин) и геологической карты Анадырско-Беринговского района м-ба 1:500 000 (В. А. Захаров и др.).

Рис. 1. Позиция рассматриваемого региона на Тектонической карте Восточной Чукотки [Н. А. Горячев, С. Г. Бялобжецкий, 2009 г.]

Fig. 1. Position of the area discussed on the Tectonic map of Eastern Chukotka [N. A. Goryachev, S. G. Byalobzhesky, 2009 unpublished]

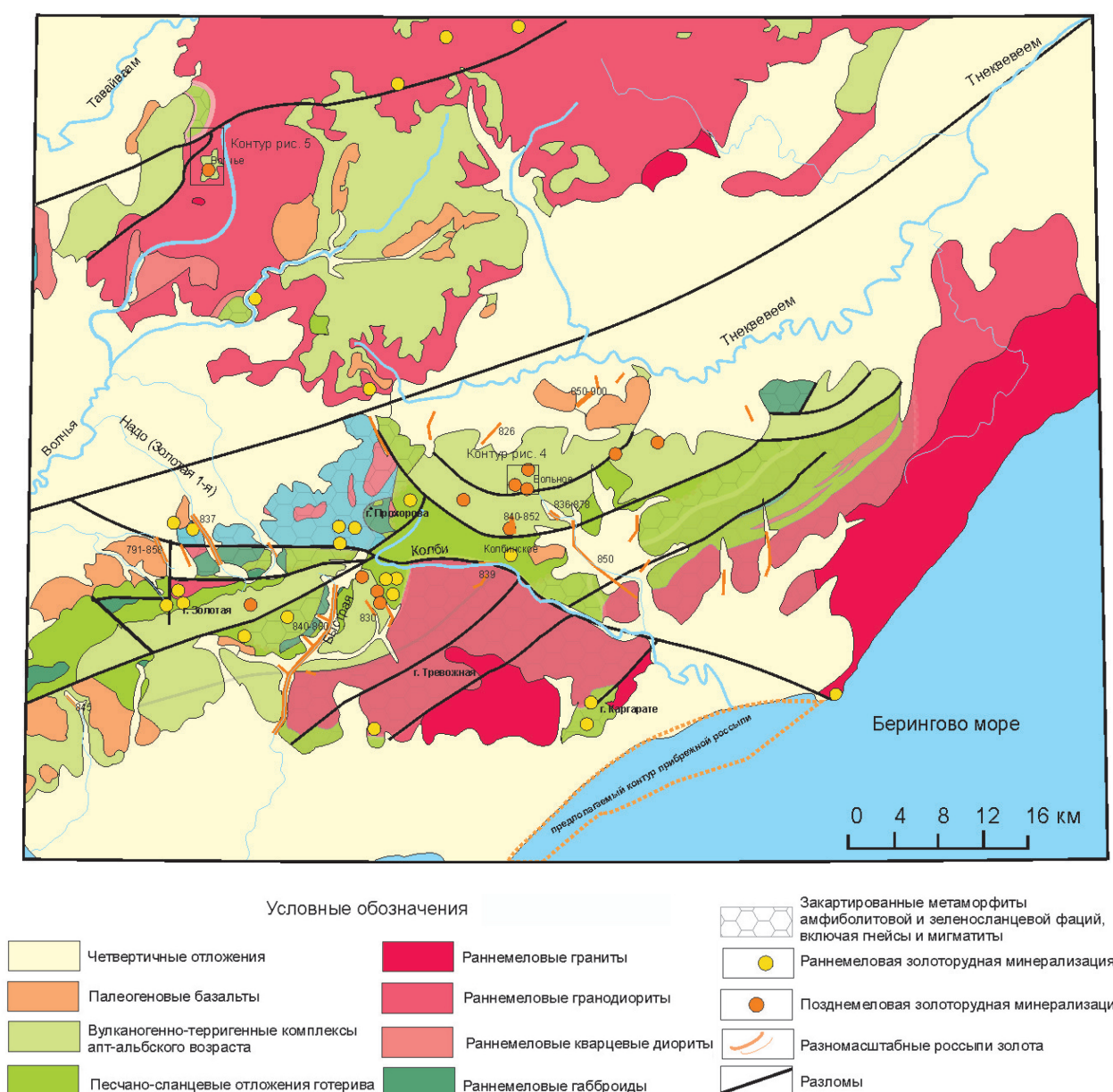


Рис. 2. Схематическая геологическая карта рудоносности Золотогорья. Составлена по (Грецкий, Гельман, 2001) с упрощениями и дополнениями

Fig. 2. Schematic geological map of the Golden Ridge ore-bearing. Compiled (after Gretskey, Gelman, 2001), simplified and added

рассматривать в качестве особого типа пограничных орогенных структур.

Золотогорский террейн сложен разнообразными осадочными, вулканическими, плутоническими и метаморфическими породами, согласно последним данным сформировавшимися с волжского яруса поздней юры до конца эоцена, общая стратиграфическая мощность вулканогенно-осадочного комплекса составляет около 5.2 км (Грецкий, Гельман, 2001). Тектоно-стратиграфический разрез Золотогорского блока (рис. 3) начинается толщей (900 м) метаморфизованных отложений волжского – берриасского ярусов, представленной песчаниками, гравелитами, туфоловами анде-

зитового состава, метаморфизованными в амфиболитовой фации с превращением в двуслюдяные гнейсы, мигматиты, силлиманит-кордиерит-гранатовые сланцы и амфиболиты. Залегающая выше без видимого несогласия, но местами с конгломератами в основании, толща апт-альбского возраста разделена на две части (см. рис. 3). Нижняя – это осадочные терригенные породы с остатками флоры, общей мощностью 1000 м, а верхняя толща (800 м) вулканогенная. С неясными взаимоотношениями они перекрыты позднемеловыми вулканитами кислого состава (леурваамская, тавайваамская свиты), суммарной мощностью 800 м. И на все это несогласно налегают по-

Лито-логия	Воз-раст	Мощ-ность, м	С о с т а в	Комп-лекс	Мощ-ность, м
	P ₂ -N ₂	215	Гравелиты, пески, суглинки	Верхнемо-лассовый	215
	P ₁₋₂	200	Базальты, андезиты, туфы	Базальтовый	200
	K ₂ tv	550	Дациты, латиты, туфы, туфопесчаники (тавайваамская толща)		2600
	K ₂ br	250	Трахидациты, туфы (леурваамская толща)		
	K ₂ ap-al	800	Базальты, андезибазальты, туфы	Вулкано-генно-осадоч-ный	
	K ₁ ap-al	1000	Конгломераты, песчаники, алевролиты, с остатками флоры		2400
	K ₁ g	1500	Гравелиты, песчаники, алевролиты	Нижне-молас-совый	
	J ₃ v-K ₁ v	900	Гнейсы, сланцы, амфиболиты, песчаники, туфолавы андезитов		

Рис. 3. Тектоно-стратиграфический разрез Золотогорья [Н. А. Горячев и др., 2009 г.]

Fig. 3. Tectonic-stratigraphic section of the Golden Ridge area [N. A. Goryachev et al., 2009 unpublished]

кровы (200 м) палеоцен-эоценовых базальтов, входящие в состав Анадырско-Бристольского пояса. Они перекрыты осадочным, слабо литифицированным в низах, угленосным комплексом неогена (около 210 м) с конгломератами в основании и рыхлыми четвертичными осадками (ледниковые, аллювиальные и пр.) мощностью до 100 м.

Таким образом, по данным геологического картирования выделяются четыре структурных яруса, разделенных структурными несогласиями (см. рис. 3): (1) нижний (нижнемолассовый) – позднеюрско-раннемеловой (терригенные отложения волжского, берриасового, валанжинского и готеривского возраста), (2) средний (вулканогенно-осадочный), представленный существенно вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями апт-альбского и позднемелового времени, (3) верхний, включающий палеогеновые вулканогенные комплексы, и (4) самый верхний – верхнемолассовый (Грецкий, Гельман, 2001).

По данным профиля 2ДВ-А, для рассматриваемого блока характерно утолщение коры до 45 км с интенсивными деформациями слоя М с участками проникновения мантийного вещества почти до горизонта 10 км по восточному флангу [Н. А. Горячев и др., 2009 г.]. Интересно, что рисунок электрического сопротивления пород в коре подчеркивает «антиклинальную природу» данной структуры, что, вероятно, связано с явлениями интенсивного плутонометамор-

физма в осевой части Золотого хребта.

Метаморфизм. Важную структурную роль на рассматриваемой территории играет Золотогорское поднятие длиной 80 и шириной 16–25 км. Оно фактически представляет собой фрагмент своеобразного гранитно-метаморфического «вала» или сочетание двух гранитно-метаморфических куполов (Гельман, 1995, 1996; Грецкий, Гельман, 2001). Главными структурами этого поднятия являются высокометаморфизованные ядра окрестностей г. Прохорова (субмеридиональная ориентировка сланцеватости и гнейсовидности) и гор Эуйвьеут (северо-восточная ориентировка сланцеватости) с гранитоидами в основании гор (см. рис. 2). Согласно данным О. С. Березнер (1982 г.), для указанных куполов харак-

терна отчетливая зональность (от максимального метаморфизма): (1) зона плагиоклазовых мигматитов, гнейсов и кристаллических сланцев с силлиманитом, кордиеритом и гранатом; (2) зона порфиروبластических сланцев с андалузитом, гранатом и кордиеритом, для которой также типоморфен ставролит в горах Эуйвьеут, и жедрит для г. Прохорова; (3) зона биотитовых углесто-глинистых сланцев и (4) зона углесто-глинистых сланцев с новообразованиями серицита, ильменита и хлорита. Этот метаморфизм наложен также и на тела раннемеловых габброидов. И. М. Дербекко приводит близкую картину зональности от гранит-мигматитового комплекса в ядре через зону мигматитов к эпидот-амфиболитовой фации и затем зеленосланцевой с биотитом и без (Дербекко, 1982). По результатам микрозондового анализа 6 пар гранат-биотит ею определены параметры метаморфизма: $P = 3$ кб, $T = 350–800$ °С (Дербекко, 1982), максимум температур отвечает амфиболитовой (мигматитовой) фации – 620–800 °С, эпидот-амфиболитовая формировалась в интервале 350–550 °С и зеленосланцевая ниже 350 °С. Следует отметить, что метаморфиты и эндоконтактные мигматитовые фации гранитоидов гор Эуйвьеут находятся в согласном залегании, однако гранодиориты отчетливо прорывают кристаллические сланцы с ороговикованием на г. Прохорова (Розенблюм, 1975).

О. Н. Иванов (Иванов, 1978, 1993; Иванов и др., 1989) отметил, что метаморфические породы формируют две кулисообразно сочетающиеся

ся зоны северо-восточного простираения общей протяженностью 90 км при ширине в первые десятки километров. Строение зоны в районе г. Прохорова, согласно его наблюдениям, следующее: (1) полосчатые плагиогнейсы (160 м) – (2) пачка существенно амфиболовых сланцев (клинопироксен-амфиболовых, антофиллитовых, полевошпат-амфиболовых) и амфиболитов с клинопироксеном и гранатом (около 100 м) – (3) толща биотит-мусковит-кварц-полевошпатового состава с прослоями гнейсов, амфиболитов и амфиболовых сланцев, кварцитов с гранатом и рутилом с единичными линзами мраморов (около 600 м). Гранат содержит 78–79 % альмандина, 15–16 % пиропы, 2–4 % спессартина и 2–3 %grossуляра. Им отмечены обширные явления мигматизации – порфиробласты, гнезда, шпильки, прожилки, жилообразные ветвящиеся тела, которые, сливаясь, формируют гранитный субстрат с реликтовой полосчатостью, теньвыми мигматитами и релитами. О. Н. Иванов предложил выделить их в формацию мигматит-гранитов хребта Золотой, которые он отнес к докембрию на основании сходства с подобными образованиями Восточной Чукотки и старой (1961 г.) К-Аг датировки кристаллических сланцев междуречья 1-я и 2-я Золотая в 298 млн лет (Иванов и др., 1989). Им также указано, что граница между мигматит-гранитным комплексом и анатектитовыми гранитами постепенная, ареал их весьма велик – 900 км² при преобладании последних, широко распространенных в горах Эйвьеут. В связи с этим следует отметить, что метаморфиты Восточной Чукотки имеют полихронное происхождение от раннего протерозоя до палеозоя и даже позднего мела, а указанная датировка представляется ненадежной из-за отсутствия контроля воздушного аргона. Наконец, точку в возрастной позиции рассматриваемых метаморфитов ставит выявленный при среднемасштабной съемке постепенный переход от метаморфических пород к непреобразованным песчано-сланцевым породам готерива (Грецкий, Гельман, 2001). Верхняя возрастная граница метаморфизма определена находками галек метаморфитов, мигматитов в конгломератах апт-альбского возраста и датировках секущих гранитов и габброидов 120–106 млн лет. В то же время вполне возможно наличие блоков древнего субстрата, на которые наложился процесс мелового зонального метаморфизма, как это установлено, например, для Велиткенайского купола (Акинин и др., 2022).

Интрузивные образования представлены раннемеловыми габброидами золотогогорского комплекса и дифференцированной серией раннемеловых гранитоидов танюер-золотогогорского комплекса, слагающих два крупных плутона площадью по несколько сотен квадратных километров и целый ряд мелких штоков и дайко-

образных тел (Грецкий, Гельман, 2001; Исаева и др., 2016). Их возрастная позиция установлена отчетливо по холодному налеганию апт-альбских вулканогенно-осадочных комплексов (Грецкий, Гельман, 2001). Позднемеловые габброиды и гранит-порфиры тавайваамского гранодиорит-диоритового комплекса проявлены незначительно и, в основном, на севере территории в Ушканьих горах. Наиболее крупное изометричное тело диоритов этого комплекса площадью до 3 км² там закартировано в истоках р. Волчья (Грецкий, Гельман, 2001; Исаева и др., 2016). Контакты изометричных тел преимущественно субвертикальные с образованием во вмещающих породах зон кварцевых и кварц-биотитовых роговиков шириной первые метры. Дайки и небольшие штоки гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров известны в верховьях р. Колби и в районе г. Волчья. Мощности тел не превышают 50 м при протяженности до 100 м. Самыми молодыми являются дайки и малые интрузии палеогена, которые связаны с формированием Анадырско-Бристольского вулканического пояса. Таким образом, можно говорить о трех импульсах плутонического магматизма: доаптском (или раннеаптском) с U-Pb датировками 127.7 ± 0.8 (габброиды) – 102.2 ± 1.8 (граниты) млн лет (Исаева и др., 2016), позднемеловом и эоценовом. К-Аг датировка раннемеловых гранодиоритов гор Эйвьеут (106 млн лет) в целом не противоречит геологическим данным.

По составу гранитоиды существенно натровые или кали-натровые и относительно пересыщены глиноземом (табл. 1). Для контактовых кварцевых диоритов характерны сланцеватые текстуры и обильные меланократовые шпильки. Аналогичная картина установлена и для гранодиоритов, в которые постепенно переходят кварцевые диориты. Следует отметить, что мигматитовые разности этих пород слагают осевую часть гор Эйвьеут и наблюдаются на г. Прохорова. Они характеризуются гнейсоватостью, полосчатостью и чередованием лейкократовых и меланократовых слоев. Более поздние граниты обладают массивными текстурами. В их контакте вмещающие породы заметно ороговикованы, что наиболее проявлено вдоль южного фланга этого плутона. В этом плане Золотогогорский массив отличается от всех других плутонов танюер-золотогогорского комплекса района по характеру слагающих его пород и по приконтактовому метаморфизму вмещающих пород. Выше уже было сказано, что анатектические граниты и гранодиориты Золотогогорского массива характеризуются гнейсовыми краевыми фациями с теньвыми мигматитами и кристаллосланцами и составляют ядерные части двух метаморфических валов. Мощности мигматитовых оторочек – не более 500 м (Грецкий, Гельман, 2001). Гранитоиды рассеяны маломощными (около 1 м) и мало про-

Таблица 1. Представительные составы раннемеловых магматических и метаморфических пород Золотого хребта

Table 1. Representative compositions of Early Cretaceous igneous and metamorphic rocks of the Golden Ridge

Порода	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	Σ
Золотогорский раннемеловой комплекс												
Габбро (3)	47.62	0.82	15.83	9.53	0.16	8.69	11.47	2.84	0.19	0.06	2.96	100.18
Танюер-золотогорский раннемеловой комплекс												
Габбро (4)	48.58	0.99	18.22	9.91	0.15	5.67	10.06	3.07	0.77	0.12	2.47	100.00
Диорит (1)	54.05	1.33	16.6	8.80	0.14	5.94	6.76	3.55	1.60	0.34	1.64	99.75
Гранодиорит (9)	65.40	0.58	16.39	1.69/2.33	0.07	1.97	3.44	4.31	2.50	0.16	2.78	101.63
Плагиигранит (4)	68,11	0.42	15.82	1.25/1.68	0.05	1.28	2.74	4.34	3.07	0.13	3.00	101.88
Тавайваамский позднемеловой комплекс**												
Кварцевый диорит-порфирит (1)	60.75	0.58	17.46	3.24/1.14	0.08	2.40	4.62	4.16	1.98	0.18	2.98	99.56
Гранит-порфир (13)	71.76	0.30	14.59	1.25/1.71	0.06	0.90	1.46	4.00	3.88	0.12	1.45	101.47
Метаморфические породы*												
Анатектический гранит	70.04	0.33	15.90	2.30	0.03	0.68	2.23	4.55	3.19	Rb = 101	Sr = 569	Ba = 734
Лейкосоматитов	69.80	0.14	16.46	2.40	0.03	0.84	2.63	4.88	2.07	Rb = 53	Sr = 693	Ba = 622
Слюдисто-кварц-полевошпатовый сланец	61.64	0.52	18.90	1.78/2.44	0.11	1.69	5.15	4.57	1.39	Не опр.		
Гранат-амфибол-полевошпатовый сланец	53.43	1.03	19.36	2.26/5.24	0.14	4.91	7.70	3.55	0.53	Не опр.		
Антофиллитовый сланец	48.22	0.68	9.92	2.24/9.15	0.16	15.91	8.87	1.56	0.75	Не опр.		
То же	48.43	0.23	2.66	2.72/5.00	0.15	20.44	16.25	0.35	0.09	Не опр.		
Пироксен-полевошпат-амфиболовый сланец	46.86	0.87	17.99	9.73	0.30	8.78	11.82	2.66	0.12	Не опр.		

*Исаева и др., 2016.

**О. Н. Иванов (Иванов и др., 1989; Иванов, 1993), примеси в г/т, остальные анализы заимствованы из (Грецкий, Гельман, 2001). В скобках – количество проб.

тяжелыми (до 10 м) жилами аплитов и биотит-мусковитовых пегматитов с турмалином, цирконом и пиритом (Грецкий, Гельман, 2001) и повышенными концентрациями молибдена.

Метаморфические породы купола г. Прохорова подвержены позднему диафторезу (развитие мусковита по силлиманиту, кордиериту и амфиболу) (Грецкий, Гельман, 2001). И метаморфические, и гранитоидные породы установлены в гальках в аптских конгломератах, что четко определяет их возрастную позицию и соответствует имеющимся датировкам (Грецкий, Гельман, 2001). Именно этот гранитно-метаморфический «вал», на наш взгляд, и контролирует золотое оруденение этого района (см. рис. 2).

Рудоносность. В пределах ареала выявлена рудная минерализация разных типов и возраста: раннемеловая золоторудная (золото-

сульфидно-кварцевая), позднемеловая медно-молибден-порфировая и эпitherмальная золото-серебряная (Грецкий, Гельман, 2001). В. И. Шкурский [Объяснительная..., 1970 г.] объединил все проявления золотоносности Золотого хребта в два узла – Скорбутненский и Тавайваамский с широко распространенными россыпями. Им также отмечена и специфика золотоносности этого хребта, заключающаяся в сочетании более раннего мезотермального золото-кварцевого оруденения с более поздним эпitherмальным. Основные точки золотой минерализации мезотермального типа ассоциируют с раннемеловыми гранитами и локализованы в метаморфических породах по готеривским отложениям и раннемеловым габброидам (см. рис. 2). Они охарактеризованы ниже по материалам В. А. Грецкого (Грецкий, Гельман, 2001).

Раннемеловая золоторудная минерализация. Наиболее интересным из этих объектов является *Колбинское рудопоявление*, которое расположено в левом борту нижней части верхнего течения р. Колби. Оно представляет собой штокверк кварцевых и кварц-сульфидных прожилков и жил в готеривских песчаниках, который вскрыт канавами на площади 180×280 м. Количество жильного материала 15–30 % от горной массы. Мощность отдельных жил достигает 1–2 м, в раздувах до 3.8 м. Содержание золота по интервалам 3–3.5 м варьирует от 2 до 12 г/т. По данным пробирного анализа одна проба сечением 0.8 м показала 23.4 г/т. Золоту сопутствуют повышенные содержания As, Cu, Pb – до более 1 %, и Ag до 200 г/т. Золото в протолочках до 0.2 мм. С ним ассоциирует россыпь (запасы 121 кг, пробы 839 ‰).

На западном склоне г. Прохорова (отм. 605 м) среди диафторированных пород амфиболитовой фации по габброидам и готеривским песчаникам отмечен ряд кварцевых и кварц-карбонатных жил мощностью до 1.5 м и протяженностью 80–100 м с рассеянной вкрапленностью сульфидов. Площадь такой оруденелой зоны составляет около 1.5 км². В этих жилах установлено Au (0.1–10 г/т), Ag (до 100 г/т), повышенные содержания As. В пределах этой зоны известны находки проб с повышенными содержаниями Pt (первые г/т) по данным спектрального анализа.

В южном склоне хребта (в 4–6 км к востоку от г. Золотая) в отложениях готерива, прорванных дайкообразным телом раннемеловых габброидов, метаморфизованных в зеленосланцевой фации, также выявлены приконтактные зоны кварцевого прожилкования и сульфидизации вдоль разлома (Au – 1–5 г/т). Дренирующие эти зоны водотоки питают самую крупную в районе россыпь р. Быстрая (2.2 т) и ее правых притоков. По штурфовым пробам и данным единичных канав в зоне северо-западного экзоконтакта раннемеловых гранодиоритов плутона г. Тревожная в отложениях готерива в истоках р. Сборная установлены Au (0.1 – ≥ 10 г/т), Ag (40–400 г/т), As (более 1 %) и Mo (0.01 %), а в протолочках выделены 3 золотины размером менее 0.25 мм.

Еще одно рудопоявление известно в междуречье Прав. и Лев. Воробьевка на самом юге территории, где в зоне разлома, разделяющего гранодиориты раннего мела и метаморфизованные породы готерива, отмечается ареал окварцевания и сульфидизации с кварц-сульфидным прожилкованием (мощность прожилков 0.05–0.4 м). Содержание Au в них 1.5 г/т. В 18 км к востоку от него, на берегу моря на м. Низкий на участке 25×75 м в окварцованных гранитах известны небольшие кварцевые жилы мощностью 0.2–0.4 м и длиной до 5 м. По

штурфовым пробам в них содержится Au (0.3 г/т), Ag (40 г/т) и As (более 1 %).

В целом же для этого типа минерализации характерны мелкое самородное золото и геохимическая ассоциация золота с мышьяком, серебром. Иногда повышены концентрации меди, свинца.

Позднемеловая минерализация. Пункты этой минерализации распространены в основном в пределах отложений апта – альба и вулканитах позднего мела. Так, в 6 км к северу от Колбинского рудопоявления, в верховьях руч. Вольный располагается одноименное рудопоявление, представленное сульфидно-кварцевой жильной зоной протяженностью около 100 м при мощности до 1 м. Эта зона расположена вдоль контакта песчаников с андезитами апт-альбского возраста (рис. 4).

Неравномерная сульфидная вкрапленность состоит из мономинералов или сростков пирита, арсенопирита, галенита и халькопирита, отмечен также и борнит. По данным поисковых работ И. М. Дербеко 1989 г., содержание Au – более 10 г/т, Ag – до 300 г/т, As – до 1 %, Pb – до 0.7 %, Cu – до 0.1 % и Mo – до 0.03 %. Минерализация проявлена в провисе кровли небольшого штока гранит-порфиров позднего мела. К северному и южному выходам штока приурочены два штокверковых рудопоявления с содержаниями Au 0.6–2 г/т, Mo – до 0.07 %, As – 0.1–0.3 %, Ag – до 100 г/т.

На южных склонах г. Каргаратэ в роговиках экзоконтакта раннемеловых гранитов и гранодиоритов установлена серия даек среднего и кислого состава, сопровождаемых локальными штокверками кварц-сульфидных прожилков (ареалы до 25×400 м) с содержаниями Au от 0.2 до 10 г/т. Здесь же известны кварц-сульфидные жилы с содержаниями Mo 0.01–0.05 %, мощностью до 0.3 м в сульфидизированных и окварцованных роговиках по песчаникам готерива.

Еще один подобный объект обнаружен к северу от Золотых гор на фланге Ушканьих гор в бассейне р. Волчья. Здесь, среди гранодиоритов раннего мела по данным поисковых работ выявлена вулканоструктура, сложенная маломощными покровами риолитов, перекрывающими метаморфиты амфиболитовой фации, мигматиты и гранодиориты раннего мела. Все это прорвано штоком (около 1 км²) поздне-меловых гранит-порфиров [И. М. Дербеко и др., 1988 г.] (г. Волчья), приуроченным к крупному разлому северо-восточного простирания (рис. 5). Породы местами сильно окварцованы и содержат прожилково-вкрапленную сульфидную – до 30 % (пирит, арсенопирит, галенит) минерализацию. В контактовой зоне отмечены развалы жил кварца с примесью карбонатов, эпидота и хлорита. Мощность их, судя по размеру обломков, не превышает 0.5–0.7 м. В них

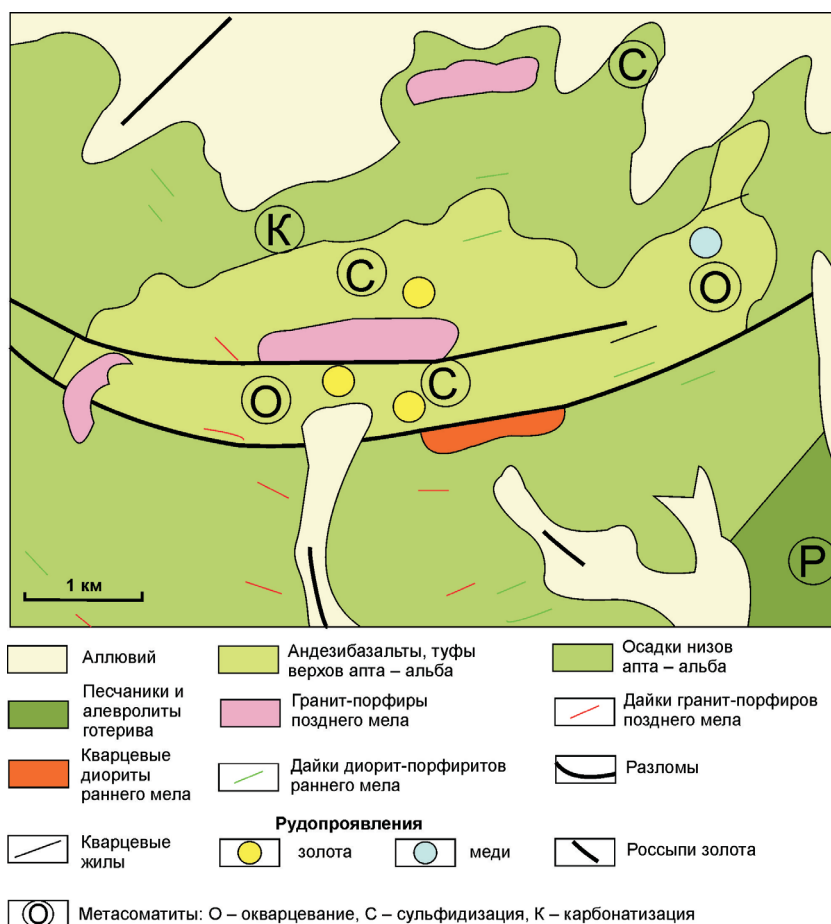


Рис. 4. Схематическая геологическая карта района рудопроявления Вольное. Составлена по материалам геологической карты масштаба 1 : 200 000 [В. А. Грецкий и др., 1989 г.]

Fig. 4. Schematic geological map of the Volnoye ore prospect area. Compiled after materials of the geological map, scale 1 : 200 000 [V. A. Gretskey et al., 1989 unpublished]

отмечены повышенные содержания Мо (0.03–1 %) и Au (до 2 г/т). Шток сопровождается отчетливой комплексной аномалией Мо-W-Ag-Cu-Au-As-Bi и ареалом потоков рассеивания этих элементов в дренирующих водотоках.

Ряд объектов локализован в апт-альбских отложениях в тесной ассоциации с позднемеловыми субвулканическими телами риолитового состава. Они представлены точками минерализации сульфидно-вкрапленных и прожилковых руд (пирит, арсенопирит, халькопирит) в ассоциации с жилами и прожилками халцедоновидного кварца. Содержание прожилков, по данным поисковых работ, достигает 30–60 % объема породы. Содержание золота в отдельных штуфах достигало 10 г/т и более, серебра – до 100 г/т. Эти объекты исследователями рассматривались как эпitherмальные позднемеловые.

Таким образом, для позднемеловой золотой минерализации характерна повышенная роль молибдена, наряду с серебром, медью и мышьяком.

Как уже отмечено, важной особенностью района является его **россыпная золотоносность**, причем россыпи локализуются только в водотоках, обрамляющих выходы зонально метаморфизованных раннемеловых пород и гранитоидов. Россыпи локализованы в большинстве водотоков, дренирующих метаморфические породы и раннемеловые гранитоиды, формируя их своеобразные россыпные ореолы [В. А. Грецкий и др., 1989 г.]. Следует отметить, что расположенные к северу граниты крупного массива Ушканьих гор сопровождаются россыпной золотоносностью только в крайней юго-западной части, прилегающей к Золотогорью (Исаева и др., 2016), т. е. россыпная золотоносность, впрочем, как и рудная, в основном контролируются зонами плутоно-метаморфизма Золотого хребта. Геолого-поисковые данные по золотоносности метаморфического комплекса позволили еще в 1973 г. И. С. Розенблюму (Розенблюм, 1974) высоко оценить перспективы россыпной золотоносности района. В рассматриваемом районе известны 15 промыш-

ленных и 22 непромышленные россыпи золота. Большинство из них уже отработано. Возраст отложений, вмещающих россыпи, раннеплейстоценовый, позднеплейстоценовый и голоценовый. Реже отмечаются россыпи в среднеплейстоценовых отложениях. Принципиально золотоносными являются: плиоцен – нижнеплейстоценовые аллювиальные отложения; ледниковые и водноледниковые отложения среднеплейстоценового возраста; озерно-морские отложения позднеплиоценового возраста, делювиально-солифлюкционные отложения позднеплейстоценового – голоценового возраста. По генетическому типу россыпные месторождения золота подразделяются на аллювиальные погребенные, аллювиальные современные, прибрежно-морские, ложковые, элювиально-пролювиальные. В погребенных аллювиальных отложениях раннеплейстоценового возраста сконцентрировано около 75 % запасов всех промышленных россыпей. Они залегают, как правило, в днищах долин современных водотоков. Аллювиальные голоценовые россыпи рас-

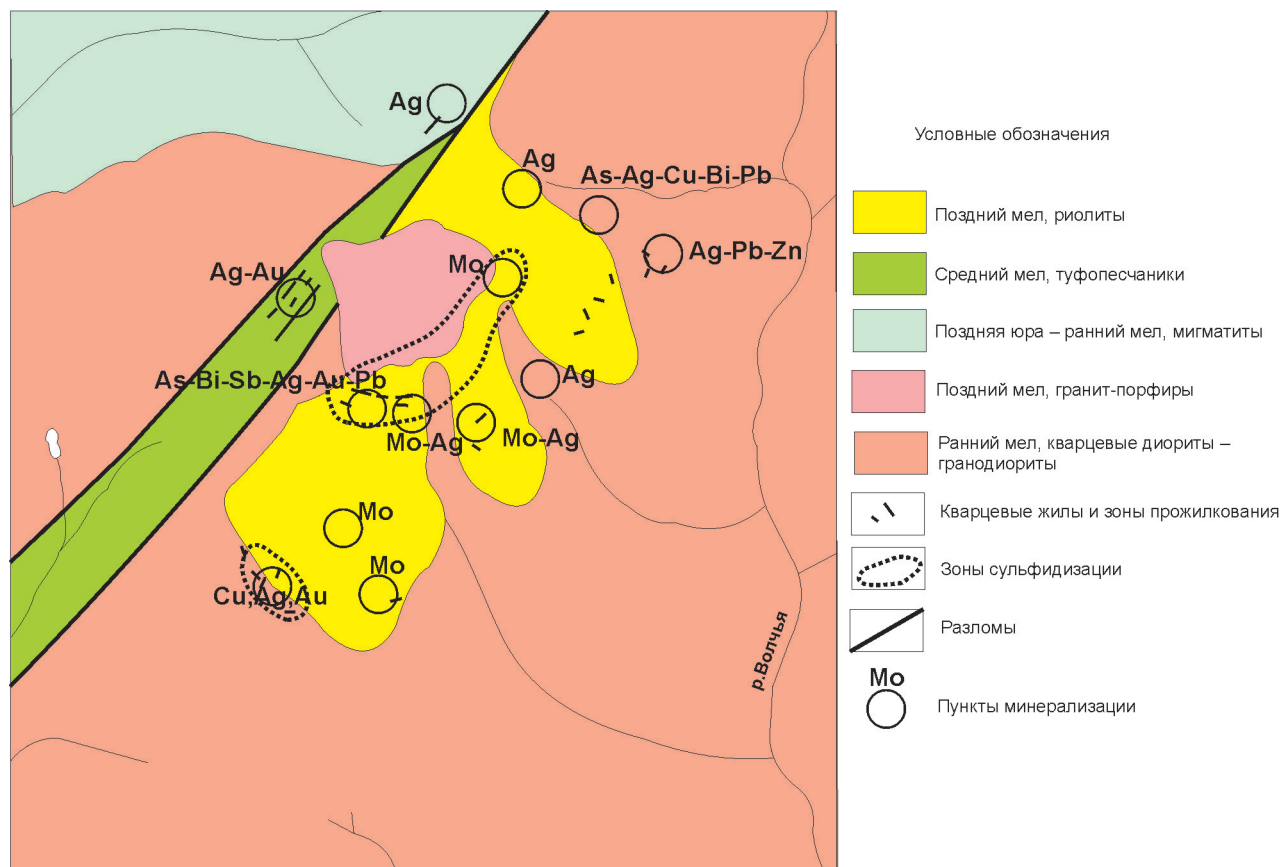


Рис. 5. Схематическая карта предполагаемого порфирового рудопроявления г. Волчья (масштаб 1 : 25 000), составлена по материалам И. М. Дербеко, 1989 г.

Fig. 5. Schematic map of the assumed porphyry ore prospect at Mt. Volchya (scale 1 : 25 000), based on the materials by I. M. Derbeko, 1989

полагаются в отложениях поймы и первой надпойменной террасы водотоков первого и второго порядков. Они имеют значительную протяженность, но малые запасы. Важной особенностью россыпей является широкое развитие глинистой фации в рыхлых отложениях, что объясняется разрушением слюдяных метаморфических коренных пород, вмещающих коренные источники. При посещении отработанного полигона россыпи р. Первая Золотая (Надо) лотковым опробованием установлено содержание золота в бортах от 0.43 до 2.58 г/м³, что свидетельствует о большем ареале россыпной золотоносности, хотя отмечена хорошая зачистка плотика россыпи. На водоразделе руч. Вольный – руч. Западный выявлена элювиально-пролювиальная россыпь, приуроченная к линейной депрессии на выровненной поверхности, образовавшейся над рудоносными кварцево-жильными телами. В долинах руч. Иван и р. Каменка выделены ложковые россыпи. В отложениях песчовской свиты миоценового возраста в верховьях руч. Иван и в долине р. Прав. Колби выявлена знаковая золотоносность конгломератов неогенового возраста.

На побережье Анадырского залива в районе устья р. Кельвычевеем, к отложениям совре-

менного пляжа приурочена небольшая россыпь голоценового возраста прибрежно-морского генезиса. Формирование россыпи происходит вследствие размыва среднеплейстоценовых ледоморских отложений, принципиальная золотоносность которых установлена при проходке буровых скважин в долинах рр. Кельвычевеем – Колби. Все голоценовые россыпи образуются в результате перемыва более древних золотосодержащих отложений и разрушения коренных источников золота.

Временная многостадийность образования россыпей в пределах одной долины хорошо иллюстрируется строением россыпи руч. Вольный, которая представлена двумя типами: россыпь в районе разведочных линий 68–78 – верхи верхнего плейстоцена – голоцена, россыпь в районе разведочных линий 30–33 – низы верхнего плейстоцена. Общая протяженность ручья 8 км. Долина заложена по субмеридиальному разлому, ручей размывает метаморфизованные в различной степени отложения нижнего мела, которые насыщены дайками, интрузивными и субвулканическими телами среднего и кислого составов, среди которых широко развиты гидротермальные образования: сульфидизация, окварцевание; жилы квар-

цевые, кварц-карбонатные, кварц-сульфидные, в которых, по данным штучного опробования и при проходке горных выработок, установлены содержания золота от следов до первых десятков граммов на тонну (см. характеристику оруденения выше). Долина ручья U-образной формы, ширина днища долины до 200 м. Террасированность слабая. Промышленная россыпь концентрируется в отложениях верхнего плейстоцена – голоцена и на участке разведочных линий 30–33 имеет протяженность 300 м при средней ширине 19 м. Мощность торфов 1.75 м, мощность песков 0.57 м, среднее содержание металла 4.38 г/м³. В пределах разведочных линий 68–78 длина россыпи 1000 м, средняя ширина 53 м, мощность торфов 1.87 м, мощность песков 0.91 м, среднее содержание 3.01 г/м³, золотоносный пласт приурочен к нижней части аллювия. Золото средней, чаще плохой окатанности, цвет соломенно-желтый. Морфология золота весьма разнообразная. Встречаются знаки золота с хорошей и средней окатанностью, комковидное, пластинчатое, реже – дендритовидное. Поверхность золотин шагреневая, мелкоямчатая, губчатая, иногда с бороздами. Цвет золотисто-желтый, реже – серебристо-желтый и редко – с зеленоватым оттенком. Часто встречается золото в сростках с кварцем, иногда пиритом и арсенопиритом. Пробность золота от 521 до 900 ‰.

Принципиально золотоносны все элементы речных долин, хотя отмечается большая приуроченность золота к пойменной и русловой фациям аллювия. В целом в большинстве россыпей Золотогорья самородное золото преимущественно мелкое – 0.1–0.3 мм, но иногда достигает 1.0–2.5 мм. Форма зерен пластинчатая и комковидная, цвет зеленовато-желтый, ярко-желтый, красновато-желтый. В водотоках, где установлена связь шлиховых ореолов золота с рудными проявлениями, форма золотин дендритовидная, комковатая, в виде проволоочек, реже пластинчатая, окатанность плохая, поверхность мелкоямчатая, губчатая, цвет золотисто-желтый. Отмечаются сростки с полупрозрачным кварцем, пиритом и арсенопиритом. Их крупность и пробность (в скобках) соответственно составляют (Грецкий, Гельман, 2001): р. Тихая – 0.6–2 мм (826 ‰), Холодный – 1.5 мм (850–900 ‰), 1.5–2.0 мм (850–900 ‰), Скорбутная – 1.56–1.89 мм (791.3–858.4 ‰), Надо (Золотая 1-я) – 0.8–2.5 мм (837 ‰), Вольный – 1.63 мм (640.6–852.2 ‰), Западный – 2.02 мм (836.1–878.5 ‰), Колби – 0.2–2 мм (839 ‰), Быстрая – 1–3 мм (840–880 ‰), Сборная – 0.5–2.3 мм (830 ‰), Прав. Колби – 2.26 мм (850 ‰), Раскокуркина – нет данных (845 ‰). По содержанию элементов-примесей золото россыпей относится, преимущественно, к медистому зо-

лоту, иногда с повышенным содержанием ртути. В некоторых пробах отмечается повышенное содержание марганца. Повышенные содержания ртути и марганца в составе золота указывают на его происхождение из коренных месторождений сложного генезиса, где проявлялась ранняя и поздняя сульфидная минерализация.

Общие запасы этих россыпей около 7.2 т, при содержаниях от 2.4 до 13 г/м³, причем максимально продуктивны россыпи около метаморфического купола г. Прохорова (более 4 т). Самородное золото в них иногда встречается в сростках с кварцем, пиритом и арсенопиритом. В шлихах с ним ассоциируют магнетит, ильменит, шеелит, иногда касситерит, киноварь, изоферроплатина, осмирид и пр. (Крячко, 1989).

Как уже отмечалось, шлиховым опробованием установлена золотоносность рыхлых отложений прибрежно-морского генезиса, золотоносность пляжа и шельфовой зоны региона. Наиболее обогащенный участок пляжа выделен от м. Низкий до устья р. Колби. Здесь ширина пляжа 2–8 м во время прилива и 18–20 м во время отлива. Содержания золота от единичных знаков до 12.7 г/м³. Максимальные содержания приурочены к прослоям гранат-магнетитовых песков, средняя крупность золотин по пляжу 0.92 мм. Характер распределения золота на пляже: неравномерное, струйчатое. Преобладают пластинчатые и чешуйчатые формы золотин, цвет золотин различный. В шельфовой зоне золото распределено также неравномерно, но зафиксировано во всех типах донных осадков по данным бурения, при подводных исследованиях, при опробовании с корабля. Изучение мелководья проведено на трех участках: в основании косы Русская Кошка, районе устья р. Кеимлеткульвеем, районе устья р. Кельвычевеем (В. А. Грецкий и др., 1989 г.). В их пределах выявлена принципиальная золотоносность по профилям на расстоянии до 2500 м от берега с содержаниями от знаков до 0.26 г/м³, при размере золотин от 0.01 до 1.5 мм.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Приведенная геологическая характеристика выявленных рудопоявлений, несмотря на ее краткость, позволяет отнести раннюю золоторудную минерализацию к орогенному типу (Goldfarb et al., 2001). В пользу такого предположения свидетельствуют и данные по типоморфным особенностям золота россыпей, характерным именно для источников данного типа. Следует подчеркнуть, что все эти объекты локализованы в метаморфизованных отложениях готерива и баррема или в раннемеловых гранитоидах. Ареал распространения коренных источников и особенно россыпной золотоносности четко сопровождается главными тектоно-метаморфические структу-

ры плутоно-метаморфического вала Золотогорья (см. рис. 1), что характерно для всех известных гранитно-метаморфических куполов Чукотки (Горячев, 1998). При этом наиболее крупные объекты локализованы либо в обрамлении наиболее эродированных наклонных крупных куполов типа Велиткенайского (месторождения Совиное, Дор и ареал россыпной золотоносности р. Рывеем (Гончаров, Волков, 2000) и крупнейшая прибрежно-морская россыпь района м. Шмидта), или только подвергшихся начальной эрозии горст-антиклинорий типа Кепервеемского (Каральвеем), Ичувеемского и Кукейнейского (Майское) (Горячев, 1998). Сравнение данных, приведенных в материалах по исследованию золотоносности Золотогорья, с известными по объектам Чукотки, связанным с формированием плутоно-метаморфических куполов и валов (Горячев, 1998, 2003), а также пробности золота руд и россыпей, обрамляющих купола (табл. 2), показывает их полное сходство, что позволяет принять плутоно-метаморфическую модель их формирования (Горячев, 2003, 2010). В нашем случае основное оруденение локализуется в мигматитах и метаморфитах и ассоциирует с дайками ранних габброидов золотогорского комплекса и является производным собственно плутоно-метаморфического процесса с отделением рудоносной флюидной фазы в этап начала миграции гранитоидного расплава с формированием плутонов перемещенных гранитоидов. Характер метаморфизма и приконтактовое к плутонам положение мигматитов, а также РТ условия метаморфизма ($P = 3$ кбар, $T = 350\text{--}800$ °С) (Дербекко, 1982), по давлению заметно меньшие по сравнению с Алямаутским куполом ($P = 5\text{--}8$ кбар, $T = 490\text{--}660$ °С) (Гельман, 1996), позволяют предполагать менее глубокий уровень вскрытия плутоно-метаморфической колонны и дают определенные перспективы на нахождение золоторудной минерализации, средней по промышленным масштабам.

В то же время, по данным (Грецкий, Гельман, 2001), на рассматриваемой территории проявлено еще и более позднее золотое оруденение, связанное с позднемеловыми вулканами, в ассоциации с субвулканическими телами, дайками и штоками диорит-порфиров, гранит-порфиров и интрузивных риолитов. И в связи с этим представляют интерес два объекта с предполагаемым порфировым оруденением. Это вышеохарактеризованные рудопоявления Вольное и Волчье позднемелового возраста, которые в конце 80-х гг. прошлого века изучались как золоторудные и были признаны неперспективными, однако их характерная позиция в контактах небольших выходов позднемеловых порфировых штоков (см. рис. 2, 4 и 5) и состав минерализации (см. выше) позволяют предполагать наличие здесь перспективных медно-молибден-порфировых объектов, которые требуют доизучения.

Таким образом, сложное глубинное строение рассматриваемого тектонического блока, с наличием зон сейсмической «прозрачности» на глубине под этой структурой, а также зон пониженного сопротивления по данным профиля 2ДВ-А, широкое развитие зонального метаморфизма и сопровождающего его плутонизма, наряду с вышеприведенной характеристикой золотоносности (сочетание орогенной золоторудной и предполагаемой порфировой минерализации), а также близость к г. Анадырь, позволяют рассматривать Золотогорский ареал в качестве перспективного для постановки прогнозно-поисковых работ на коренное золото.

Учитывая вышеизложенное и принимая во внимание степень изученности и опосредованности рудоносных (в т. ч. и золотоносных) площадей Золотогорья, отметим, что здесь имеются все предпосылки увеличить прогнозную оценку территории на рудное золото по категории P_3 до 50 т, на россыпное (погребенные долины, неогеновые конгломераты и пляжевые россыпи) —

Таблица 2. Пробность золота рудных и россыпных месторождений плутоно-метаморфических ареалов Чукотки

Table 2. Gold fineness at ore and placer deposits of Chukotka's plutonic-metamorphic ranges

Купол (вал)	Объект	Пробность золота, ‰
Велиткенайский	Совиное	750–950
	Дор	748–762
	Россыпь р. Рывеем	711–943 (одна проба из 24, около 600)
	Прибрежно-морская россыпь р. Рывеем	810
Куэквуньский	Куэквуньское	869
Кепервеемский	Озерное	812–816
	Каральвеем	828–887
	Россыпь р. Каральвеем	910
Золотогорье	Россыпи ареала г. Прохорова	791–858
	Россыпи обрамления Золотогорского массива	830–900 (единичные данные 521–641)

Примечание. Использованы данные Горячев, 1998; Гончаров, Волков, 2000; Грецкий, Гельман, 2001.

до 60 т. Кроме того, следует провести поисково-оценочные работы на двух потенциально порфировых системах г. Волчья и истоков руч. Вольный, где есть все основания выявить медно-молибден-порфировое оруденение с повышенной золотоносностью.

ЛИТЕРАТУРА

- Акинин В. В., Ползунов Г. О., Готтлиб Э. Ш., Миллер Э. Л. Меловой монзонит-гранит-мигматитовый Велиткенский комплекс: петрология, геохимия пород и циркона (U-Pb, Hf и O) в приложении к реконструкции эволюции магматизма и континентальной коры в блоке Арктическая Аляска – Чукотка // Петрология. 2022. Т. 30, № 3. С. 227–259. DOI: 10.31857/S0869590322030025
- Анерт Э. Э. Богатства недр Дальнего Востока. Харбин, 1928. 650 с.
- Гельман М. Л. Фанерозойские гранитно-метаморфические купола на Северо-Востоке Сибири. Статья 1. Геологическая история палеозойских и мезозойских куполов // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14, № 4. С. 102–115.
- Гельман М. Л. Фанерозойские гранитно-метаморфические купола на Северо-Востоке России. Статья 2. Магматизм, метаморфизм и мигматизация в позднемезозойских куполах // Тихоокеанская геология. 1996. Т. 15, № 1. С. 84–93.
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / отв. ред. А. И. Ханчук. Владивосток : Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 1–572; Кн. 2. С. 573–981.
- Гончаров В. И., Волков А. В. Геология и генезис золоторудного месторождения Совиное (Чукотка). Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2000. 231 с.
- Горячев Н. А. Геология позднемезозойских золото-кварцевых жильных поясов Северо-Востока Азии. Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1998. 210 с.
- Горячев Н. А. Происхождение золото-кварцевых жильных поясов Северной Пацифики. Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. 143 с.
- Горячев Н. А. Оrogenные месторождения золота как металлогенические индикаторы происхождения складчатых поясов // Фундаментальные проблемы геологии месторождений полезных ископаемых и металлогения / ред. В. И. Старостин, Н. С. Бортников, А. И. Кривцов. XXI Междунар. научн. Конф. Посвящ. 100-летию академика В. И. Смирнова; Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова, 26–28 января 2010 г.: сборник трудов : в 2-х т. Москва : МАКС Пресс, 2010. Т. 1. С. 81–93.
- Грецкий В. А., Гельман М. Л. (ред.) Геологическая карта масштаба 1 : 200 000. Лист Q-60-XXIX, -XXX. Санкт-Петербург : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2001 и объяснительная записка к ней. 78 с.
- Дербеко И. М. Химическая зональность гранатов метаморфических пород хребта Золотого // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1982. Вып. 26. С. 115–120.
- Иванов О. Н. Метаморфические породы северо-восточной части Корякского нагорья // Минералогия, петрография и геохимия изверженных и осадочных пород Северо-Востока СССР. Магадан : СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 47–55.
- Иванов О. Н. Объяснительная записка к карте магматических комплексов Корякского нагорья масштаба 1 : 1 000 000. Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1993. 207 с.
- Иванов О. Н., Перцев А. Н., Ильченко Л. Н. Докембрийские метаморфические породы Анадырско-Корякского региона. Магадан : СВКНИИ ДВО АН СССР, 1989. 62 с.
- Исаева Е. П., Звезда Т. В., Ушакова Д. Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Чукотская. Лист Q-60 – Анадырь : объяснительная записка. Санкт-Петербург : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2016. 341 с.
- Крячко В. В. Минералогические типы россыпных проявлений платиновых металлов в Корякском нагорье // Формирование рельефа, коррелятных отложений и россыпей Северо-Востока СССР. Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1989. С. 142–151.
- Розенблюм И. С. Состояние минерально-сырьевой базы территории деятельности Анадырской экспедиции, перспективы ее развития и направление геологоразведочных работ // Материалы II Анадырской геологической конференции (ноябрь 1973 г.). Информационный бюллетень. Анадырь : Типография, 1974. Вып. 6. С. 6–17.
- Розенблюм И. С. Интрузивные и метаморфические породы хребта Золотого и Ушканьих гор // Магматизм Северо-Востока Азии. Магадан : Кн. изд-во, 1975. Ч. 2. С. 286–292.
- Goldfarb R. J., Groves D. I., Gardoll S. Orogenic gold and geologic time: A synthesis // Ore Geology Reviews. 2001. Vol. 18. P. 1–75.

Поступила в редакцию 16.01.2023 г.

Поступила после доработки 23.01.2023 г.

EARLY CRETACEOUS GRANITE-METAMORPHIC ASSOCIATIONS AND MINERALIZATION OF THE GOLDEN RIDGE (Eastern Chukotka)

N. A. Goryachev, Yu. V. Pruss

North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n. a. N. A. Shilo, FEB RAS, Magadan

The geological characteristic of the Golden Ridge, one of the oldest gold-bearing areas in the North-East, is presented. The important role of the Early Cretaceous metamorphism and the associated granitoid plutonism controlling the orogenic gold mineralization and the placer gold content, which

is typical for the granite-metamorphic domes of Chukotka, is demonstrated. The area prospects for the Late Cretaceous copper-molybdenum-porphyry mineralization are characterized. The potential of ore and placer gold in the area discussed is assessed.

Keywords: Golden Ridge, Chukotka, Early Cretaceous plutono-metamorphism, ore and placer gold content, Late Cretaceous porphyry systems.

REFERENCES

- Akinin, V. V., Polzunenkov, G. O., Gottlieb, E. S., Miller, E. L., 2022. Cretaceous Monzonite-Granite-Migmatite Velitkenay Complex: Petrology, Geochemistry of Rocks and Zircon (U-Pb, Hf, and O) in Application to the Reconstruction of the Evolution of Magmatism and Continental Crust in the Arctic Alaska-Chukotka Block, *Petrology*. 30, 3, 227–259. DOI: 10.31857/S0869590322030025 [In Russian].
- Anert, E. E., 1928. Riches of the Far East Interior. Harbin [In Russian].
- Derbeko, I. M., 1982. Chemical Zonality of Garnets in the Golden Ridge Metamorphic Rocks, *Materials on Geology and Mineral Resources in the North-East of the USSR*. Magadan. 26. 115–120 [In Russian].
- Gelman, M. L., 1995. Phanerozoic Granite-Metamorphic Domes in the North-East of Siberia. Article 1. Geological History of Paleozoic and Mesozoic Domes, *Pacific Geology*. 14, 4, 102–115 [In Russian].
- Gelman, M. L., 1996. Phanerozoic Granite-Metamorphic Domes in Russia's North-East. Article 2. Magmatism, Metamorphism, and Migmatization in Late Mesozoic Domes, *Pacific Geology*. 15, 1, 84–93 [In Russian].
- Geodynamics, Magmatism, and Metallogeny in the East of Russia, 2006. Ed. A. I. Khanchuk. Vladivostok, Dalnauka. Book 1. 1–572; Book 2. 573–981 [In Russian].
- Goldfarb, R. J., Groves, D. I., Gardoll, S., 2001. Orogenic Gold and Geologic Time: A Synthesis, *Ore Geology Reviews*. 18, 1–75.
- Goncharov, V. I., Volkov, A. V., 2000. Geology and Genesis of the Sovinoye Gold Deposit, Chukotka. Magadan, NESR FEB RAS [In Russian].
- Goryachev, N. A., 1998. Geology of the Late Mesozoic Gold-Quartz Lode Systems in Northeast Asia. Magadan, NEISRI FEB RAS [In Russian].
- Goryachev, N. A., 2003. The Origin of the Gold-Quartz Lode Systems in the Northern Pacific. Magadan, NEISRI FEB RAS [In Russian].
- Goryachev, N. A., 2010. Orogenic Gold Deposits as Metallogenic Indicators of Folded Belt Origins, Fundamental Problems of Geology of Mineral Deposits and Metallogeny, Eds. V. I. Starostin, N. S. Bortnikov, A. I. Krivtsov. *31st International Scientific Conference Dedicated to the 100th Anniversary of Academician V. I. Smirnov; Moscow, Lomonosov Moscow State University, January 26–28, 2010: Collection of Works in 2 Volumes*. Moscow, MAKS Press. 1, 81–93 [In Russian].
- Gretzky, V. A., Gelman, M. L. (Eds.), 2001. Geologic Map, Scale 1 : 200,000 Sheet Q-60-XXIX, -XXX with the Explanatory Note. St. Petersburg, VSEGEI [In Russian].
- Isayeva, E. P., Zvezda, T. V., Ushakova, D. D., 2016. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000 (Third Generation). Chukotka Series. Sheet Q-60 – Anadyr. Explanatory Note. St. Petersburg, VSEGEI [In Russian].
- Ivanov, O. N., 1978. Metamorphic Rocks in the Northeastern Part of the Koryak Upland, *Mineralogy, Petrography, and Geochemistry of Igneous and Sedimentary Rocks in the North-East of the USSR*. Magadan, SVKNII DVNC AN USSR. 47–55 [In Russian].
- Ivanov, O. N., 1993. Explanatory Note to the Map of Magmatic Complexes in the Koryak Upland, Scale of 1 : 1 000 000. Magadan, NEISRI FEB RAS [In Russian].
- Ivanov, O. N., Pertsev, A. N., Ilchenko, L. N., 1989. Precambrian Metamorphic Rocks of the Anadyr-Koryak Region. Magadan, SVKNII DVO AN USSR [In Russian].
- Kryachko, V. V., 1989. Mineralogical Types of Platinum Metal Placer Manifestations in the Koryak Upland, *Formation of Relief, Correlate Deposits, and Placers in the North-East of the USSR*. Magadan, NEISRI FEB RAS. 142–151 [In Russian].
- Rosenblum, I. S., 1974. State of the Mineral Resource Base in the Anadyr Expedition Work Area, Prospects for Its Development, and Directions of Its Geological Exploration, *Materials of the 2nd Anadyr Geological Conference, November 1973*. VI. Anadyr. 6–17 [In Russian].
- Rosenblum, I. S., 1975. Intrusive and Metamorphic Rocks of the Golden Ridge and the Ushkanyi Mountains, *Magmatism in Northeast Asia*. II. Magadan. 286–292 [In Russian].