

**БУЮНДИНО-СУГОЙСКАЯ РУДОКОНЦЕНТРИРУЮЩАЯ ПЛОЩАДЬ:
УНИКАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ АРЕАЛ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

И.Н. Котляр, Т.Б. Русакова, А.М. Гагиева

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан

На основе комплексного анализа геологических и изотопных (Rb-Sr, K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) материалов установлена последовательность формирования высокоглиноземистых гранитных, известково-щелочных андезибазальтовых – гранодиоритовых и субщелочных риолитовых (лейкогранитовых) – базальтовых магматических комплексов и ассоциирующих с ними золото-кварцевых, золото-серебряных, серебряных, оловянных и молибденовых руд. Доказывается связь золота, серебра и олова с различными по составу и возрасту магматическими комплексами. Обосновывается ошибочность гипотезы о приуроченности рудных месторождений территории к формациям Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Ключевые слова: Rb-Sr- и K-Ar-методы, изохроны, реликтовые даты, золото, серебро, олово, Северо-Восток России.

ВВЕДЕНИЕ

Буюндино-Сугойская рудоконцентрирующая площадь (БСРП) охватывает разнородные структуры Яно-Колымской складчатой системы (ЯКСС): восточную часть Буюндино-Балыгычанского поднятия (ББ), Чалбыго-Бургалийский синклиорий (ЧБ), северо-восточную оконечность Арманско-Вилигинского синклиория (АВ), Омсукчанский рифт (ОР). Тектоническая природа последнего дискуссионна, однако такие признаки структуры, как линейность (длина 270 км, ширина 15–30 км), налегание заполняющих ее меловых терригенных формаций с перерывом и резким угловым несогласием на породы фундамента, большие (5–6 км) мощности этих формаций [28], проявления «экзотического» магматизма (ассоциация ультракалийевых риолитов с мантийными изотопными характеристиками и трахибазальтов [14]), отсутствие сейсмической расслоенности земной коры под Омсукчанским прогибом [27], свидетельствуют в пользу его рифтогенной природы.

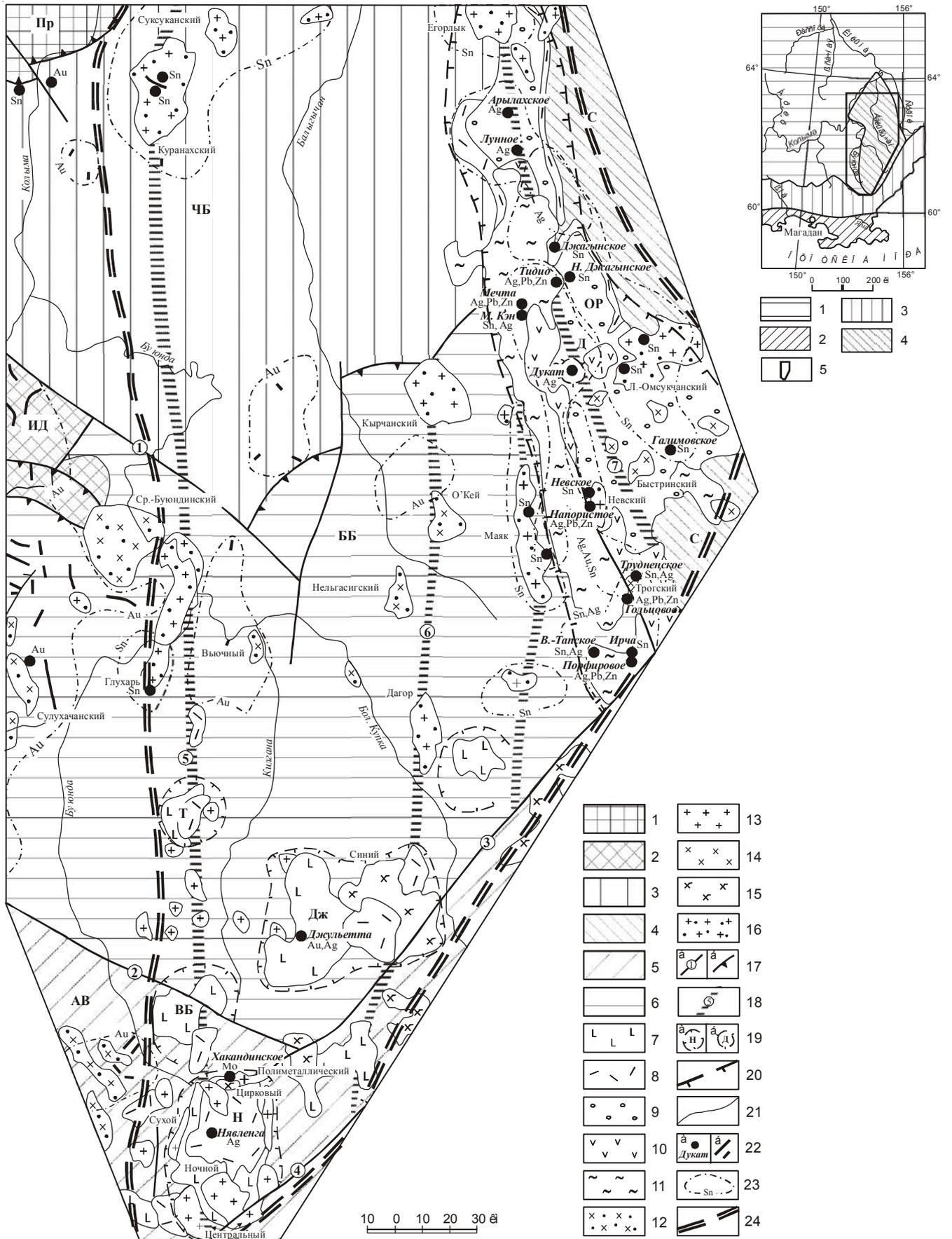
Ограничениями БСРП служат: надвиги и взбросы (на северо-западе), Буюндинский, Угуланский и Килгана-Буксундинский глубинные разломы (на западе и юго-востоке); восточная граница БСРП совмещена с ОР. Площадь характеризуемой территории – 35 тыс. км² (рис.1).

БСРП входит в состав Яно-Колымской металлогенической провинции (ЯКМП), в пределах которой сосредоточена большая часть узлов россыпной золо-

тоносности и золоторудных месторождений Северо-Востока России. БСРП, выделяемая в ранге ареала, занимает юго-восточную оконечность ЯКМП и отличается уникальным совмещением оловянного, серебряного, золото-серебряного, золото-кварцевого и молибденового оруденения, что не встречается в других металлогенических провинциях Северо-Востока России.

Своеобразие геологического строения БСРП выражается в специфичности развитого здесь магматизма: крайне ограниченно распространены среднеюрские интрузивные комплексы и отсутствуют раннемеловые – сибердыкский и негаяхский, столь типичные для других районов ЯКСС; на большую часть территории, за исключением ОР, не проникают образования Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП).

Среднеюрские интрузии представлены штоками предположительно басугунынского комплекса, тяготеющими к меридиональным разломам (рис. 1). В неокоме широко проявился андезибазальтовый вулканизм (момолтыкичский комплекс), продукты которого слагают изометричные отрицательные вулканоструктуры: Нявленгинскую, Верхне-Буюндинскую, Тенэкелийскую, Джугаджакскую и др., группирующиеся в меридиональные ряды (рис 1.). В барреме – апте обособилась рифтогенная структура – ОР, где формировались трахириолит-трахибазальтовые и угленосные молассовые формации (аскольдинский



комплекс и омасукчанская серия соответственно). Каналы поступления на поверхность аскольдинских трахириолитов, как правило, наследуют пути, по которым доставлялись неокомские андезиты, вследствие чего те и другие присутствуют в единых вулканоструктурах. Кроме того, в пределах БСРП формировались гранитоиды нявленгинского и омасукчанского комплексов, отсутствующие на остальной части ЯКСС и организуемые, как и вулканы, в меридиональные ряды.

Специфика геологического строения БСРП предопределяет своеобразие её металлогении. Эта площадь названа нами рудоконцентрирующей, так как здесь сосредоточены уникальные и крупные эпitherмальные месторождения серебра и богатые серебром золото-серебряные месторождения (Дукат, Лунное, Арылах, Няленга), единственное известное на Северо-Востоке России золото-серебряное месторождение неокомского возраста (Джульетта), практически все известные в ЯКСС месторождения и рудопроявления касситерит-силикатной, олово-полиметаллической и олово-серебряной формаций. В то же время, в пределы БСРП не проникают золото-кварцевые пояса, определяющие металлогению Главного Колымского золотоносного пояса. Единичные рудопроявления золото-кварцевой формации и связанные с ними мелкие россыпи пространственно сопряжены с редкими штоками гранитов басугуньинского комплекса (рис. 1). На площадях, сложенных вулканидами ОЧВП, отсутствуют золото-серебряные проявления, столь характерные для остальной территории вулканогенного пояса.

Геологическое изучение характеризуемой территории началось в 30-х годах прошлого столетия и продолжается до настоящего времени. Наибольшую значимость для реконструкции процессов магматизма и рудогенеза имеют публикации В.Т. Матвеевко, М.Г. Руб, Ю.С. Бочарникова, А.И. Калинина, Ю.Г. Кобылянского, А.Э. Ливача, В.Е. Наталенко, И.С. Раевской, Н.Е.Саввы, А.П. Соболева, Ф.Э. Стружкова, С.Ф. Стружкова, И.С. Филатова и др.

Несмотря на высокую изученность многие вопросы возраста и последовательности формирования магматических комплексов и рудных формаций остаются предметом острых дискуссий. Так, время излияния риолитов аскольдинского комплекса, вмещающих крупнейшее в мире серебряное месторождение Дукат, считается аптским [32], альб-сеноманским [30], турон-коньякским [7]. Также неопределённо положение оловоносных омасукчанских гранитов, внедрение которых предполагается в раннем-позднем мелу [25] или в позднем мелу-палеогене [10, 16, 18].

Рудные формации БСРП находятся, по мнению большинства исследователей, в генетической связи с магматическими комплексами ОЧВП. Такие соотношения постулируются для месторождений золото-серебряного [22] и серебряного [11, 31] геохимических типов, серебро-полиметаллических, олово-серебряных и оловянных [10] руд. Возраст серебряного оруднения считается раннемеловым альбским [4] или позднемеловым кампанским [26]. Существует точка зрения об их длительном формировании – в течение апта-кампа [5, 9]. Такая же неопределённость вы-

Рис. 1. Геолого-структурная схема Буюндино-Сугойской рудоконцентрирующей площади (БСРП). Составлена на основе [13] с дополнениями авторов.

Яно-Колымская складчатая область (1–6): 1 – Приколымское поднятие (Пр); 2 – Иньяли-Дебинский мегасинклиниорий (ИД), 3 – Чалбыга-Бургалийский синклиниорий (ЧБ), 4 – Сугойский прогиб (С), 5 – Армано-Вилигинский синклиниорий (АВ), 6 – Балыгычано-Буюндинское поднятие (ББ). Наложённые структуры, выполненные вулканогенными и молассовыми комплексами (7–11): 7 – андезибазальтовым момолтыкским, 8 – трахириолитовым аскольдинским, 9 – молассовым (омасукчанская серия), 10 – андезитовым каховским, 11 – риодацитовым шороховским. Интрузивные комплексы (12–16): 12 – басугуньинский, 13 – нявленгинский, 14 – быстринский, 15 – магаданский, 16 – омасукчанский; 17 – разломы: сбросы, сдвиги (а), надвиги (б); 18 – зоны скрытых глубинных разломов; 19 – границы: вулканических депрессий (а), интрузивно-купольного поднятия (б); 20 – границы Омасукчанского рифта (ОР); 21 – геологические границы; 22 – месторождения: рудные (а), россыпные (б); 23 – границы рудных и рудно-россыпных узлов, их рудная специализация; 24 – границы БСРП.

Вулканические структуры: Нявленгинская (Н), Джугаджакская (Дж), Тенэкелийская (Т), Верхне-Буюндинская (ВБ), Дукатская (Д).

Цифры в кружках. Разломы: региональные (1–4): 1 – Улахан, 2 – Умарский, 3 – Килгана-Буксундинский, 4 – Угуланский; скрытые глубинные (5–7): 5 – Буюндинский, 6 – Кырчанский, 7 – Омасукчанский.

На врезке. Металлогенические провинции: 1 – Яно-Колымская, 2 – Охотско-Мургальская, 3 – Охотско-Чукотская; 4 – Буюндино-Сугойская субпровинция; 5 – район исследований.

является при ревизии представлений о времени отложения оловянных руд – от сеномана [25] до верхов кампана [10].

Причины существующих противоречий кроются, на наш взгляд, в недоучёте выявленных в последние годы геологических фактов и недостаточно корректном использовании материалов изотопного датирования.

Цель настоящей статьи – на основе комплексного анализа имеющихся на сегодняшний день геологических и геохронометрических данных реконструировать последовательность формирования магматических и рудных комплексов БСРП, показать взаимосвязи между ними.

МЕТОДИКА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИЗОТОПНЫХ ДАННЫХ

Rb-Sr-и K-Ar-анализ проб, если это особо не оговорено, проводился в лаборатории изотопной геохронологии и геохимии СВКНИИ ДВО РАН по методике [15]. Расчёт изохрон, построение гистограмм, расчёт средних значений возраста магматических комплексов, вычисление СКВО проводились по методике Isoplot [33]*. Так как в районах с длительной эндогенной активностью геохимическая однородность изотопных систем неоднократно нарушалась, наблюдается высокая природная дисперсия концентраций изотопов Rb и Sr. В связи с этим погрешности в определении возраста рассчитываются методом наименьших квадратов и приводятся с доверительным интервалом $\pm 1\sigma$.

При интерпретации изотопных данных авторы придерживаются методологии [6]. Основой для интерпретации результатов K-Ar-датирования служат гистограммы распределения дат. Истинному возрасту породы отвечают максимальные (реликтовые) K-Ar-даты и наиболее древние Rb-Sr-изохронные, поскольку в одних и тех же геологических телах наблюдается, как правило, совпадение тех и других. Совокупности более молодых дат образуют на гистограммах отчётливо выраженные минимумы и максимумы, нередко повторяющиеся в разных геологических телах. Минимумы указывают на время термальных преобразований, а следующие за ними

даты фиксируют моменты повторных включений изотопных часов.

В работе использовано 24 определения возраста пород и руд изохронным Rb-Sr-методом и 270 калий-аргоновых дат. Большинство последних опубликовано в [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗОТОПНОГО ДАТИРОВАНИЯ

Магматические комплексы

Момолтыкический андезибазальтовый комплекс изучен в Джугаджакской [22] и Нявленгинской [14; (вулканоструктура VIII)] вулканических депрессиях (рис. 1), где вулканы несогласно перекрывают морские отложения кимериджа и содержат неокомскую флору [3; Е.И. Сорокин, 1995 г.].

K-Ar-возраст дайки гранодиорит-порфиров, состоящей андезиты Джугаджакской депрессии, составляет 138 ± 2 Ма*. Сопоставимый Rb-Sr-изохронный и ^{40}Ar - ^{39}Ar -возраст (136 ± 2 Ма – табл. 1, изохрона 19) установлен и для золото-серебряных руд месторождения Джульетта, локализованного в андезитоидах момолтыкического комплекса [22, 26].

Таким образом, совпадение возраста пород по палеофитологическим и изотопным данным свидетельствует об их формировании в берриасе–начале валанжина, около 140 млн лет тому назад.

Аскольдинский комплекс трахириолитов – трахибазальтов объединяет эффузивные и субвулканические породы кислого состава и незначительно распространенные лавы и туфы трахибазальтов [29]. В составе комплекса преобладают высококремнистые (75–83% SiO_2), высоко- и ультракалиевые ильменитовые риолиты [9, 14].

Геологический возраст комплекса определён достаточно уверенно. Вулканы, содержащие силяпскую флору аптского возраста, с несогласием залегают на терригенных отложениях мезозойд или момолтыкических вулканиках и, в свою очередь, перекрываются терригенными отложениями омсукчанской серии (ОР) мощностью до 3600 м, в нижней части которой заключена силяпская, а в верхней – буор-кемюсская (ранний альб) флоры [32]. Стратифицированные образования прорываются гранитоидами нявленгинского комплекса.

Rb-Sr-изохронный возраст риолитов Дукатской структуры (рис. 1) определён в 124 ± 1 Ма и 123 ± 2 Ма (табл. 1, изохроны 1, 2), Нявленгинской – 128 ± 2 Ма (табл. 1, изохрона 5). С этими датами согласуется K-Ar-возраст (128 ± 4 Ма), полученный по риолитам Джугаджакской депрессии.

*СКВО – средний квадрат взвешенных отклонений экспериментальных точек от линии наилучшего соответствия изохрон или от линии средних значений возраста пород.

При вычислении средних значений возраста значение возрастов отдельных совокупностей взвешивается обратно пропорционально их дисперсиям и затем рассчитывается наиболее вероятное значение среднего возраста с ошибкой $\pm \sigma$. В случае, если определены Rb-Sr- и K-Ar-возрасты, рассчитывается совокупный средний возраст.

Таблица 1. Результаты Rb-Sr-датирования горных пород и руд.

Номер пробы	Анализируемый материал	⁸⁷ Rb (мкг/г)	⁸⁶ Sr (мкг/г)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr±σ	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr±σ
1	2	3	4	5	6
Аскольдинский комплекс					
Дукатское интрузивно-купольное поднятие					
Изохрона 1. T=124±1 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7044 ±1; СКВО=0,02; колл. С.В. Щепетова					
22-4	Риолит (9-й горизонт)	31.88	28.93	1,10±1	0,7063±3
2-2	Риолит афировый (2-й горизонт)	65.14	3.81	17,11±17	0,7347±4
2-1	Туф кристаллокластический (1-й горизонт)	120.80	4.51	26,77±27	0,7517±4
Изохрона 2. T=123±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7031±1; СКВО=1,74 [Константинов и др., 1998]					
614*	Риолит афировый	188.60	39.80	13,74±14	0,7267±2
615*	Риолит афировый	215.80	31.70	19,78±20	0,7380±2
630*	Риолит афировый	235.00	54.50	12,49±12	0,7249±4
662*	Риолит афировый	160.00	100.00	4,63±5	0,7113±4
677*	Риолит афировый	235.90	40.10	17,08±17	0,7333±2
Изохрона 3. T=94±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7040±5; СКВО=0,66; колл. М.П. Руб, С.В. Щепетова					
491	Фельзит (скв. 10; 982-й м, горизонт 2)	53.08	4.62	11,49±11	0,7200±4
37712	Игнимбрит (2-й горизонт)	64.45	3.99	16,14±16	0,7268±4
15-8	Риолит (субвулкан)	72.28	2.72	26,60±27	0,7407±4
21-3	Риолит (8-й горизонт)	62.12	2.05	30,36±3	0,7452±4
Изохрона 4. T=78±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7111±5; СКВО=1,5 [Константинов и др., 1998]					
869*	Полифировые риолиты	233.30	60.00	11,26±11	0,7233±1
869*	Полифировые риолиты, кпш	228.20	54.70	12,10±12	0,7241±3
869*	Полифировые риолиты, кпш	219.70	61.50	10,35±10	0,7224±2
872*	Полифировые риолиты	248.50	42.30	18,80±19	0,7322±4
872*	Полифировые риолиты	300.00	45.00	19,35±19	0,7323±4
822*	Полифировые риолиты	208.60	32.70	18,48±18	0,7306±2
822*	Полифировые риолиты	205.00	40.00	16,52±17	0,7292±4
Нявленгинская вулканическая депрессия					
Изохрона 5. T=128±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7043±2; СКВО=1,7; колл. И.Н. Котляра					
2	Дацил субвулканический	21.45	43.10	0,50±1	0,7055±4
34	Риолит субвулканический	21.73	20.72	1,05±1	0,7061±4
117	Риолит субвулканический	31.83	6.14	5,18±1	0,7130±4
73	Дацил субвулканический	22.34	19.11	1,17±1	0,7070±4
38	Риолит субвулканический	33.81	16.09	2,10±2	0,7077±4
267	Игнимбрит риолита	57.53	2.23	25,79±29	0,7511±4
189	Игнимбрит риолита	41.78	1.53	27,40±27	0,7544±4
Изохрона 6. T=82±3 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7152±5; СКВО=1,7; колл. И.Н. Котляра					
122	Игнимбрит риолита	30.01	8.83	3,60±4	0,7197±4
168	Игнимбрит риолита	46.50	2.14	21,70±22	0,7406±4
107	Игнимбрит риолита	35.95	5.93	6,07±6	0,7219±4
Нявленгинский комплекс					
Массив Полиметаллический					
Изохрона 7. T=112±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7047±2; СКВО=0,17; колл. Н.А. Горячева					
X-67	Лейкогранит	21.19	7.90	2,68±3	0,7091±4
X-91	Лейкогранит	30.92	6.10	5,07±5	0,7126±4
X-46	Лейкогранит	33.42	4.26	7,84±8	0,7170±4
29	Лейкогранит	34.34	3.10	11,07±11	0,7222±4
30	Лейкогранит	36.15	3.08	11,76±12	0,7235±4

Примечание. *Приводятся содержания: Rb, мкг/г; Sr, мкг/г. ** Проба, не вошедшая в расчёт изохроны. Расчётный возраст 89 Ма при I₀ = 0,705.

Таблица 1. (Продолжение).

1	2	3	4	5	6
Массив Ночной					
Изохрона 8. T=113±7 Ma; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7038±3; СКВО=1,12; колл. Н.А. Горячева					
Л-92	Щелочной лейкогранит	24.35	21.44	1,14±1	0,7059±4
Л-87	Щелочной лейкогранит	27.28	8.18	3,34±3	0,7093±4
Л-91	Щелочной лейкогранит	31.07	6.34	4,90±5	0,7117±4
Л-93	Щелочной лейкогранит	25.57	17.96	1,42±1	0,7057±4
Л-88	Щелочной лейкогранит	23.78	15.37	1,55±2	0,7060±4
Л-89	Щелочной лейкогранит	22.64	15.73	1,44±1	0,7066±4
Массив Дукатский					
Изохрона 9. T=110±3 Ma; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7026±6; СКВО=2,9 [Плюснин и др., 1989]					
1469	Лейкогранит; 142 м от контакта (скв. 101)	53.12	7.16	7,34±7	0,7130±5
P-6486	Лейкогранит; 170 м от контакта (скв. 101)	56.18	5.93	9,34±9	0,7167±5
1471	Монцонит-порфирит; 196 м от контакта (скв. 10)	44.10	20.02	2,18±2	0,7062±4
1470	Гранит-порфир; 320 м от контакта (скв. 10)	29.89	17.73	1,67±2	0,7063±7
192	Гранит-порфир; 192 м от контакта (скв. 101); колл. В.И.Копытина	52.08	2.00	26,09±26	0,7438±2
Изохрона 10. T=91±1 Ma; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7100±2; СКВО=0,54; колл. В.И. Копытина					
442	Гранит	35.97	17.57	2,05±2	0,7128±2
218	Гранит	57.01	6.51	8,76±9	0,7213±2
206	Гранит	55.34	1.74	31,86±32	0,7516±2
Изохрона 11. T=86±1 Ma; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7032±3; СКВО=1,2 [Константинов и др., 1998]					
882*	Мелкозернистый биотитовый гранит, кпш	387.20	38.90	28,90±29	0,7381±2
882*	Мелкозернистый биотитовый гранит, кпш	345.50	35.60	28,21±28	0,7385±2
882*	Мелкозернистый биотитовый гранит, кпш	Н.д.	Н.д.	27,84±28	0,7371±2
852*	Мелкозернистый биотитовый гранит, кпш	322.80	16.00	58,76±59	0,7742±1
35ф*	Мелкозернистый биотитовый гранит, кпш	330.10	21.00	45,65±46	0,7591±1
856*	Порфиоровидный гранит	222.00	68.00	9,26±9	0,7146±2
859*	Порфиоровидный гранит	220.00	60.00	9,69±10	0,7148±2
P-6468	Лейкогранит; 0,1м от контакта (скв. 10)	54.14	1.74	30,83±31	0,7408±8
Шороховская свита					
Месторождение Мечта					
Изохрона 12. T=100±2,4 Ma; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7041±2; СКВО=0,75					
[Колесников и др., 1998, с изменениями]					
729*	Риодацит	115.50	174.00	1,92±2	0,7061±4
729*	Калиевый полевой шпат и плагиоклаз	179.80	160.70	3,24±3	0,7086±4
1625*	Риодацит	106.00	164.00	1,87±2	0,7069±4
1625*	Калиевый полевой шпат и плагиоклаз	102.60	124.70	2,38±2	0,7075±4
730*	Риодацит	130.30	96.80	3,89±4	0,7096±4
732*	Риодацит	127.70	103.00	3,59±4	0,7089±4
725*	Риодацит	95.00	158.00	1,74±2	0,7067±4
726*	Риодацит	126.00	143.00	2,55±3	0,7078±4
734*	Риодацит	105.00	117.00	2,60±3	0,7078±4
1671*	Концентрат биотита	134.20	51.00	6,77±7	0,7142±4
1671*	Концентрат биотита	134.10	51.40	6,71±7	0,7136±4
729-2*	Концентрат биотита	185.10	54.90	9,77±10	0,7175±4
729-2*	Концентрат биотита	165.10	55.00	8,70±9	0,7165±4
729-1**	Биотит	83.49	2.37	36,28±36	0,7508±4

Таблица 1. (Продолжение).

1	2	3	4	5	6
Месторождение Дукат					
Изохрона 13. T=100±6 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7028±4; СКВО=0,5; колл. С.В. Щепетова					
109-20	Игнимбрит риолита	28.90	18.37	1,55±2	0,7050±4
109-10	Игнимбрит риолита	40.66	12.15	3,31±3	0,7074±4
109-13	Игнимбрит риолита	33.62	10.50	3,16±3	0,7070±4
109-14	Игнимбрит риолита	41.94	10.61	3,91±4	0,7085±4
109-5	Туф риолита	48.30	10.99	4,34±4	0,7092±4
109-9	Туф риолита	42.27	8.22	5,08±5	0,7097±4
Омсулчанский комплекс					
Массив Невский					
Изохрона 14. T=105±3 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7070±3; СКВО=0,4; колл. А.М. Гагиевой					
АГ-99/81	Лейкогранит	37.2	5.9	6,25±2	0,7164±2
АГ-99/111	Лейкогранит	51.4	7.1	7,20±3	0,7177±2
АГ-99/83	Лейкогранит	41.5	5.5	7,42±2	0,7182±2
АГ-99/110	Лейкогранит	56.9	3.7	15,01±7	0,7294±2
АГ-99/86	Лейкогранит	36.10	6.4	5,59±4	0,7151±3
Массив Маяк					
Изохрона 15. T=91±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7083±4; СКВО=1,3; колл. А.М. Гагиевой					
АГ-99/160	Лейкогранит	62.5	6.1	10,08±7	0,7214±1
АГ-99/162	Лейкогранит	56.6	4.6	12,25±7	0,7240±1
АГ-99/161	Лейкогранит	53.6	3.7	14,27±15	0,7270±2
АГ-99/167	Лейкогранит	56.5	3.7	15,06±7	0,7279±1
АГ-99/164	Лейкогранит	63.6	3.8	16,36±9	0,7294±1
Массив Лево-Омсулчанский					
Изохрона 16. T=80±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7101±6; СКВО=0,28; колл. А.М. Гагиевой					
АГ-32	Лейкогранит	66.8	5.4	12,19±5	0,7239±4
АГ-99/46	Лейкогранит	77.0	4.7	16,19±38	0,7284±3
АГ-20	Лейкогранит	69.9	4.0	17,22±14	0,7294±8
АГ-31	Лейкогранит	72.4	4.0	17,91±10	0,7308±3
АГ-22	Лейкогранит	71.4	3.8	18,82±31	0,7314±7
АГ-99/79	Лейкогранит	69.4	3.4	20,42±8	0,7331±4
АГ-1	Лейкогранит	78.3	3.5	22,18±51	0,7351±4
Изохрона 17. T=78±1,2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7049±2; СКВО=3,3 [Колесников и др., 1998]					
3276*	Лейкогранит	223.30	25.10	24,10±24	0,7323±3
3277*	Лейкогранит	228.20	32.30	20,47±20	0,7271±3
3284*	Лейкогранит	264.80	43.70	17,55±18	0,7250±2
3286*	Лейкогранит	218.30	42.30	14,95±15	0,7218±2
3289*	Лейкогранит	165.40	21.40	22,45±22	0,7294±2
П-3140*	Лейкогранит	196.30	42.70	13,63±14	0,7199±2
П-3148*	Лейкогранит	277.10	44.70	17,98±18	0,7245±1
3283*	Лейкогранит	283.40	23.10	35,64±36	0,7437±2
3278*	Лейкогранит	383.40	6.53	173±2	0,8963±4
Джагынский комплекс					
Изохрона 18. T= 81±1 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7048±3; СКВО= 0,9 [Колесников и др., 1998]					
1133/9*	Риолит	278.90	17.00	47,64±48	0,7593±4
1133/10*	Риолит	281.30	10.40	79,03±79	0,7952±4
1133/11*	Риолит	286.00	15.10	55,30±55	0,7689±4
1661*	Риолит	223.50	47.70	13,58±14	0,7203±4
1663*	Риолит	222.80	35.70	18,07±18	0,7257±4

Таблица 1. (Продолжение).

1	2	3	4	5	6
Золото-серебряные руды					
Месторождение Джульетта					
Изохрона 19. T=136 ±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7076 ±3; СКВО=5,9 [Стружков и др., 1994]					
К-160*	Адуляр из пирит-адуляр- карбонатно-кварцевой жилы	341.3	102.50	9,65±10	0,7263±2
К-161*	То же	331.3	96.50	9,96±10	0,7272±2
К-13-2*	То же	272.2	32.64	24,23±24	0,7544±1
К-13-3*	То же	278.4	32.83	24,65±25	0,7545±2
Дж-611/1*	Адуляр из адуляр-кварцевой жилы	358.4	134.40	7,73±8	0,7229±6
С-2511, к-16*	Адуляр из адуляр-карбонатно-кварцевой жилы	200.8	143.40	4,05±4	0,7150±3
С-2501, к-19*	То же	222.5	519.20	1,24±1	0,7084±2
Серебряные руды					
Месторождение Дукал					
Изохрона 20. T=84 ±1 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7079±4; СКВО=1,54 [Константинов и др., 1998]					
Кварц-хлорит-адуляровая стадия					
С-269*	Адуляр из кварц-адуляровой жилы	191.3	109.40	5,06±5	0,7138±1
С-124*	То же	174.6	5.54	92,74±93	0,8183±4
С-268*	Адуляр из адуляр-кварцевой жилы	412.1	29.30	40,87±41	0,7563±3
524*	То же	382.8	15.40	72,62±73	0,7964±4
526*	То же	255.8	15.60	47,58±48	0,7651±4
2-6-2*	То же	366.0	25.00	34,41±34	0,7495±4
С-688/3*	Адуляр из хлорит-кварц-адуляровой жилы	545.2	61.20	25,86±26	0,7403±3
С-260*	Адуляр из хлорит-адуляр-кварцевой жилы	232.8	21.30	31,66±32	0,7449±2
С-105*	То же	173.4	11.90	42,25±42	0,7587±3
С-108*	То же	295.7	12.80	67,31±67	0,7876±2
С-109*	То же	436.2	10.70	120±1	0,8506±1
С-125*	Адуляр из сульфидно-кварц-адуляровой жилы	373.2	5.54	199±2	0,9425±2
Кварц-родонит-родохрозитовая стадия					
896*	Адуляр из кварц-адуляр-родонит-родохрозитовой жилы	598.8	22.40	78,34±78	0,8009±4
6-18-12А-2*	То же	594.2	13.90	126±1	0,8592±2
6/6/2*	Адуляр из родонит-родохрозит-адуляр-кварцевой жилы	173.4	11.90	42,25±42	0,7587±4
С-349-4*	То же	266.5	27.20	28,48±28	0,7434±4
Изохрона 21. T=80 ±6 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7069±21; СКВО=24 [Константинов и др., 1998]					
Кварц-родонитовая стадия					
С-689/8*	Адуляр из хлорит-адуляр-кварцевого прожилка	390.1	119.50	9,45±9	0,7176±4
С-689/2*	Адуляр из хлорит-пирит-адуляр-кварцевого прожилка	147.1	28.80	14,87±15	0,7248±4
6-18-4А*	Кварц+адуляр+родонит+родохрозит из кварц-адуляр-родонит-родохрозитовой жилы	75.0	43.00	2,89±3	0,7111±4
6-14-26*	То же	125.0	14.00	23,45±23	0,7314±4
6-8-10*	То же	140.0	67.00	4,73±5	0,7118±4
539*	То же	379.0	9.72	26,59±27	0,7355±4
539+HCl*	То же	320.9	9.25	26,83±27	0,7399±2
540*	То же	544.0	42.00	35,02±35	0,7440±4
540+HCl*	То же	426.4	33.10	37,47±37	0,7535±4
6-8-12А*	Кварц+родонит+родохрозит из кварц-адуляр-родонит-родохрозитовой жилы	290.0	40.00	18,84±19	0,7276±4
10-7-17А*	То же	40.0	19.00	5,57±6	0,7145±4
1500Р*	Кварц+родохрозит из кварц-адуляр-родонит-родохрозитовой жилы	10.2	1.48	19,98±20	0,7297±4
898*	Адуляр из кварц-адуляр-родонит-родохрозитовой жилы	620.0	33.00	51,46±51	0,7631±4

Таблица 1. (Окончание).

1	2	3	4	5	6
898*+HCl (хол.)	То же	620.5	34.51	52,39±52	0,7650±2
898*+HCl (гор.)	То же	632.6	43.10	42,68±43	0,7628±2
Серебро-полиметаллические руды					
Месторождение Мечта					
Изохрона 22. T=88 ±0,5 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7050±1; СКВО=0,12 [Колесников и др., 1998]					
1042*	Кварц-гидрослюдистые метасоматиты. Скв. 997, 55 м	67.80	157.90	1,24±1	0,7065±4
1046*	Кварц-гидрослюдистые метасоматиты. Скв. 997, 154 м	130.70	50.50	7,49±7	0,7143±4
1046*	Кварц-гидрослюдистые метасоматиты. Скв. 997, 154 м	130.80	51.90	7,28±7	0,7142±4
1046*	Кварц-гидрослюдистые метасоматиты. Скв. 997, 154 м	143.40	53.50	7,76±8	0,7147±4
1046*	Кварц-гидрослюдистые метасоматиты. Скв. 997, 154 м	145.50	25.30	16,65±17	0,7258±4
1048*	Кварц-гидрослюдистые метасоматиты. Скв. 997, 195 м	142.20	43.50	9,46±9	0,7168±4
Изохрона 23. T=89,4 ±2 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7050±1; СКВО=0,3 [Колесников и др., 1998]					
697*	Кварц-карбонат-серицитовые метасоматиты. Скв. 2072, 61 м	182.30	95.40	5,53±6	0,7119±4
714*	Кварц-карбонат-серицитовые метасоматиты. Скв. 2086, 99 м	140.80	106.70	3,82±4	0,7098±4
714*	Кварц-карбонат-серицитовые метасоматиты. Скв. 2086, 99 м	145.60	95.60	4,41±4	0,7107±4
1041*	Кварц-карбонат-серицитовые метасоматиты. Скв. 997, 35 м	99.60	75.10	3,84±4	0,7099±4
714*	Кварц-карбонат-серицитовые метасоматиты. Скв. 2086, 99 м	Н.д.	Н.д.	0,75±1	0,7059±4
Изохрона 24. T=76 ±0,5 Ма; (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀=0,7113±3; СКВО=0,1 [Колесников и др., 1998]					
951*	Кварц-мусковитовые метасоматиты. Скв. 1606, 173 м	145.90	6.20	68,60±69	0,7850±4
952*	Кварц-мусковитовые метасоматиты. Скв. 1606, 192 м	119.30	6.70	51,92±52	0,7672±4
710*	Кварц-мусковитовые метасоматиты. Скв. 2086, 30 м	152.60	10.60	41,90±42	0,7563±4

Среднее, наиболее вероятное время излияния риолитов – 125±1 Ма (СКВО = 1,5) – поздний барем–ранний апт.

Нявленгинский комплекс субщелочных и щелочных гранитов–лейкогранитов в своем развитии тесно связан с аскольдинским, что подчёркивается принадлежностью их одним и тем же структурам, близкими вещественными характеристиками [15]. В составе интрузий преобладают лейкограниты субщелочные и щелочные, высококалиевые, ильменитовые. Наблюдается парагенетическая связь с серебряными рудами и отсутствие таковой с оловянными.

В Нявленгинской структуре [3, 14] лейкограниты внедрены в отложения аскольдинского комплекса и, в свою очередь, пересекаются гранодиоритами магаданского (рис.1). Rb-Sr-изохронное датирование лейкогранитов привело к датам 113±7–112±2 Ма (табл. 1, изохроны 7, 8).

В Дукатской структуре к нявленгинскому комплексу отнесен Дукатский массив, залегающий на глубинах от 960 до 1320 м от дневной поверхности, где он активно контактирует с риолитами аскольдинского комплекса. Rb-Sr-изохронный возраст лейкогранитов глубинных частей массива (130–320 м от контактов) составил 110±3 Ма (табл.1, изохрона 9).

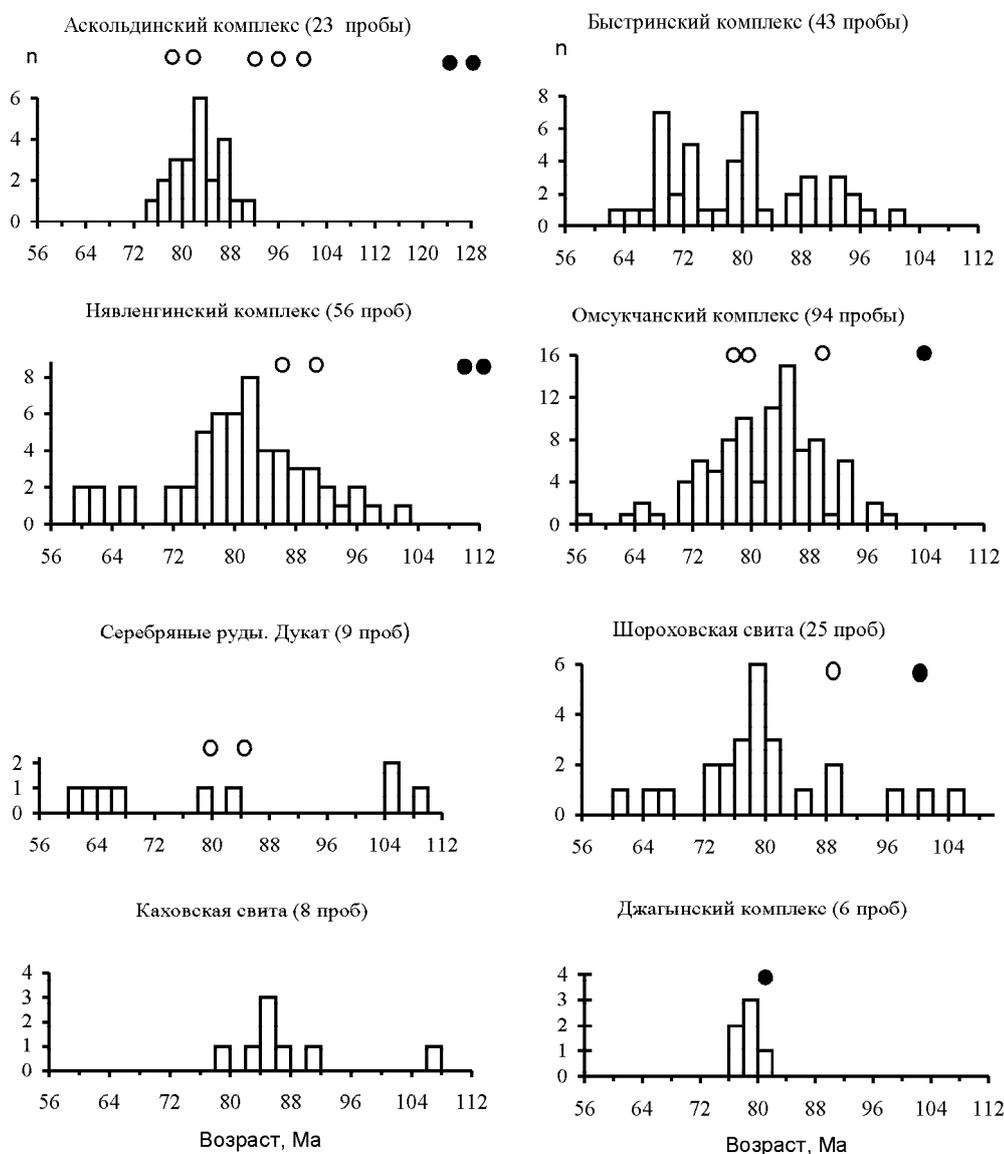
Средний Rb-Sr-изохронный возраст комплекса принят в 111±2 Ма (СКВО = 0,18).

Каховский андезитовый комплекс представлен лавами и туфами преимущественно среднего состава. Вулканиды перекрывают аскольдинские риолиты, терригенные отложения омсукчанской серии или грубо терригенные породы зоринской свиты. В последней содержится арманская флора [32]. Время излияния андезитов, установленное К-Ag-методом, – 107±1 Ма (рис. 2).

Быстринский габбро-гранодиоритовый комплекс выделяется в ОР, где представлен, главным образом, штоками (рис. 1). Формировался в две фазы: раннюю, диоритовую, и позднюю, гранодиоритовую. Породы главной фазы калий-натровые, магнетитовые [25]. Верхняя возрастная граница комплекса фиксируется наличием ксенолитов гранодиоритов в конгломератах шороховской свиты [25; Ливач и др., 1989 г.]. Кроме того, быстринские гранитоиды прорываются лейкогранитами омсукчанского комплекса.

К-Ag-датирование не выявило их истинного возраста. Наиболее древняя дата 101±1 Ма характеризует лишь момент повторного включения аргоновых часов (рис. 2).

Магаданский гранодиоритовый комплекс развит в южной части БСРП (массивы Цирковый, Синий), где интрузии прорывают магматиты момолтыкичского, аскольдинского и нявленгинского комплексов (рис. 1). Rb-Sr-изохронный возраст петротити-



Примечание. n – количество проб; залитые кружки – Rb-Sr-возраст пород; незалитые – Rb-Sr-даты наложенных процессов.

Рис. 2. Гистограммы распределения K-Ar-дат и изохронные Rb-Sr-даты.

пического массива Магаданский – 107 ± 3 Ма [1], а наиболее древняя K-Ar-дата в 101 ± 3 Ма (массив Цирковый) характеризует лишь время повторного включения аргоновых часов. Об этом же свидетельствует и K-Ar-возраст молибденовых руд, наложенных на гранодиориты массива Цирковый – 104 ± 3 Ма. Характерно, что такой же возраст (104 ± 5 Ма) имеют медно-порфировые руды месторождения Лора, тоже связанного с гранитоидами магаданского комплекса [19]. По вещественным характеристикам породы близки быстринским гранитоидам.

Шороховский риодацитовый комплекс представлен игнимбритами и туфами кислого состава. Вулканыты перекрывают андезитоиды каховской

свиты и содержат арманскую флору [32]. Rb-Sr-датирование риодацитов месторождений Мечта и Дукат показало одинаковые даты – $100 \pm 2,4$ и 100 ± 6 Ма (табл. 1, изохроны 12, 13). Средний возраст вулканитов – 100 ± 4 Ма.

Омсукчанский лейкогранитовый комплекс.

В его составе абсолютно преобладают лейкократовые биотитовые граниты известково-щелочные и субщелочные, калиевые, магнетитовые [16, 25]. Они формировались в две фазы: 1) крупно- и среднезернистые лейкограниты и лейкогранит-порфиры; 2) мелкозернистые и аплитовидные лейкограниты и пегматиты. Как правило, породы образуют вытяну-

тые вдоль разломов трещинные тела или штоки. Интрузивы и их экзоконтактовые ореолы вмещают оловянные проявления.

Геологический возраст комплекса определяет с большой долей условности. Твёрдо установлены интрузивные соотношения массивов с раннемеловой омушкчанской серией. Кроме того, считается, что они прорывают андезиты каховской свиты, а ксенолиты лейкогранитов 1-ой фазы присутствуют в игнимбритах шороховской свиты [25; А.Э. Ливач и др., 1989 г.]. Однако даже на наиболее современных картах масштаба 1: 200 000 (новая серия) соотношения гранитоидов и вулканитов не установлены и скрыты разломами. Лейкограниты пересекаются только дайками трахибазальтов и риолитов джагынского комплекса.

Rb-Sr-датирование гранитов 1 фазы (массив Невский) определило их возраст в 105 ± 3 Ма (табл. 1, изохрона 14). Максимальные K-Ar-даты – 101 ± 1 Ма (Куранахский массив), 99 ± 1 Ма (Лево-Омушкчанский массив) – в какой-то степени согласуются с Rb-Sr-изохроной, что даёт право говорить о наиболее вероятном времени внедрения гранитов в 101 ± 1 млн лет назад (СКВО = 1,3).

По гранитам 2 фазы из разных массивов получены более согласующиеся Rb-Sr- и K-Ar-даты: $92 \pm 3 - 90 \pm 3$ Ма (табл. 1, изохрона 15, рис. 2). Среднее значение K-Ar- и Rb-Sr-дат в породах 2 фазы составляет 92 ± 1 Ма (СКВО=0,2).

Большой разрыв между возрастом гранитов 1 и 2 фаз свидетельствует, скорее всего, о том, что в последнем случае зафиксирован не возраст пород, а время повторного включения изотопных систем.

Джагынский трахибазальтовый – риолитовый комплекс представлен дайками базальтов, трахибазальтов и риолитов. Из риолитов, прорывающих шороховскую свиту месторождений Мечта и Малый Кэн [10], получена Rb-Sr-изохронная дата 81 ± 1 Ма (см. табл. 1, изохрона 17). K-Ar-возраст даек базальтов Дукальской структуры – $80-76$ Ма [4]. Эти даты отражают лишь верхнюю границу магматизма, тогда как поступление на поверхность риолит-базальтовых магм началось около 85 млн лет тому назад [15].

Оруденение

Золото-кварцевые россыпные и рудные проявления, как выше отмечалось, распространены весьма ограниченно и приурочены к штокам гранитоидов басугуньинского комплекса. По аналогии с Главным Колымским золотоносным поясом мы принимаем возраст руд в $150-145$ Ма [15].

Золото-серебряные руды месторождения Джульетта локализованы в вулканитах момолтыкической свиты Джугаджакской структуры [22]. Rb-Sr-изохронный возраст адуляров из жил золото-серебро-сульфосольной стадии составляет 136 ± 2 Ма [26] (табл.1, изохрона 19), $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ – также 136 ± 2 Ма [22].

Серебряное оруденение месторождения Дукаат размещается в вулcano-купольной структуре, сложенной вулканитами аскольдинского комплекса и прорывающими их гранитами Дукаатского массива (нявленгинский комплекс). Рудные тела представлены минерализованными зонами и жилами трех стадий: кварц-хлорит-серебро-полисульфидной с кальцитом (отношение $\text{Ag}/\text{Au} \sim 200$), кварц-хлорит-адуляр-серебро-сульфосольной ($\text{Ag}/\text{Au} \sim 340$) и кварц-родонит-родохрозит-акантит-серебряной ($\text{Ag}/\text{Au} \sim 550$) [11, 23, 24].

Геологические наблюдения, позволяющие судить о возрасте месторождения, сводятся к следующему. Рудные тела локализованы в вулканитах аскольдинской свиты и не встречаются в более молодых образованиях. Они "срезаются" конглобрекциями каховской свиты, содержащими обломки сульфидно-кварц-карбонатных и кварц-хлорит-адуляровых жил с соотношением серебра и золота, близким к такому в рудах первой и второй стадий минерализации [15, рис. 7.5]. Присутствие рудокластов в подошве каховской свиты обусловлено внедрением гранитов и формированием купольной структуры в породах аскольдинского комплекса, что и привело к эрозии рудных тел в кровле купола. Это указывает на их догранитный возраст.

На позднем (щелочном) этапе жизни гидротермальных растворов, отделившихся от гранитной магмы [12], происходило преобразование рудных тел ранних стадий и формирование поздних кварц-родонит-родохрозит-акантит-серебряных руд [23, 24], что позволяет принять пост- или сингранитный их возраст.

Рудные тела рассекаются дайками базальтов и риолитов джагынского комплекса.

Геохронометрия руд лишь частично согласуется с геологическими данными. Догранитный возраст ($>110 \pm 3$ Ма) руд первых двух стадий не зафиксирован. Реликтовая K-Ar-дата адуляра из кварц-адуляровой жилы $109 \pm 1,5$ Ма, скорее всего, отражает время внедрения гранитов.

Таким образом, геологические и радиологические данные о соотношении магматических и метасоматических процессов дают основание утверждать, что руды первых двух стадий формировались в ин-

тервале 123 ± 2 – 110 ± 3 Ма (между излиянием аскольдинских риолитов и внедрением гранитов), а руды третьей стадии – около 110 млн лет назад, после внедрения нявленгинских гранитов.

Серебро-полиметаллические руды, в отличие от серебряных, характеризуются практически полным отсутствием золота и присутствием касситерита и канфилдита [20]. Наблюдается тесная пространственная сопряжённость их с рудами касситерит-силикатной формации, так как и те, и другие располагаются в одних структурах. Такие пары составляют месторождения Мечта – Малый Кэн, Тидид – Ново-джагынское, Напористое – Невское, Гольцовое – Трудненское, Порфириное – Ирча (рис. 1).

Rb-Sr-изохронный возраст кварц-гидрослюдистых и кварц-карбонат-серицитовых метасоматитов месторождения Мечта составляет 89 ± 2 – $88 \pm 0,5$ Ма (табл. 1, изохроны 22–23) [10].

Молибденовые руды. K-Ag-возраст кварц-мусковитовой жилы с молибденом Хакандинского месторождения определён в 104 ± 3 Ма.

Касситерит-силикатные руды накладываются на лейкограниты омсукчанского комплекса и пересекаются джагынскими дайками. Оловорудные тела либо предшествуют серебро-полиметаллическим, либо синхронны им. K-Ag-датирование оловоносных пегматитов массивов Маяк, Лево-Омсукчанский, Невский определило их возраст в 89 ± 1 Ма.

Общепринято, что оловянные руды находятся в генетических отношениях с омсукчанскими гранитами [16, 20, 21]. Однако временной разрыв в 10 Ма между внедрением гранитов и отложением руд свидетельствует, скорее, об их парагенетических взаимосвязях.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Данные изотопного датирования и геологические материалы позволяют реконструировать последовательность формирования магматических комплексов и руд:

- среднеюрский басугуньинский комплекс – 167 – 162 Ма, золото-кварцевые руды – 150 – 145 Ма;
- неоком-альбские магматические комплексы и руды: а) момолтыкичский андезибазальтовый ~ 140 Ма, золото-серебряные руды – 136 ± 2 Ма; б) аскольдинский трахириолит-трахибазальтовый – 125 ± 1 Ма, в) нявленгинский субщелочных и щелочных гранитов–лейкогранитов – 111 ± 2 Ма; г) серебряные руды: I–II стадии 123 ± 2 – 110 ± 3 Ма; III стадия – около 110 Ма;
- альб-сеноманские магматические комплексы и руды: а) каховский андезитовый – 107 ± 1 Ма, б) быстринский габбро-гранодиоритовый и магаданский

гранодиоритовый – 107 ± 3 Ма; в) шороховской риодацитовый – 100 ± 4 Ма; г) омсукчанский лейкогранитовый: I фаза – 101 ± 1 Ма; серебро-полиметаллические руды – 89 ± 2 Ма; касситерит-силикатные руды – 89 ± 1 Ма;

– сантон-кампанский джагынский трахибазальтовый – риолитовый комплекс – 85 – 80 Ма.

Итак, эндогенные процессы в пределах БСРП дискретно развивались в течение 80 Ма.

Выше отмечалось, что БСРП не является однородной структурой, а состоит из нескольких тектонических элементов ЯКСС. Закономерно возникает вопрос, существуют ли факторы, придающие единство этой территории и ответственные за ее металлогеническую специфику. На наш взгляд, таким объединяющим началом является система скрытых глубинных разломов (рис. 1): Буюндинского (Танья-Нурского по [27]), Кырчанского (Нельгасиг-Кырчанского по [27]), Омсукчанского. Это длительно, как минимум со средней юры, развивавшиеся дизъюнктивные системы, к которым приурочены основные магматические тела (вулканоструктуры, интрузии) и проявления известных в ареале полезных ископаемых. По своей сущности данные разрывные элементы являются типичными магморудоконцентрирующими, в понимании М.А.Фаворской. В геофизических полях они строго индивидуализированы. По [27], в местах пересечения каждого из трех названных нарушений профилем ГСЗ фиксируется резкое снижение сейсмической расслоенности земной коры от глубин 2–3 км до поверхности М. На всем протяжении профиля (800 км, от г. Магадана до р.Омолон), пересекающего структуры Кони-Танюерской складчатой системы, ОЧВП, Арманско-Вилигинского синклинория, Буюндино-Балыгычанского поднятия, Сугойского прогиба, южной части Омолонского прогиба, только эти нарушения обладают подобными характеристиками. Они отражают, по [27], повышенную раздробленность, флюидопроницаемость и насыщенность разрывных зон продуктами гидротермальной деятельности.

Магматические образования региона обладают различными вещественными характеристиками. Среднеюрские граниты – типичные высокоглиноземистые породы, аналогичные раннеорогенным комплексам мезозой [5]. Неокомские известково-щелочные вулканы момолтыкичской свиты и альбские гранитоиды магаданского и быстринского комплексов (табл. 2, рис. 3) по отношению к Яно-Колымским мезозойдам выступают как посторогенные образования. Нами предполагаются их тесные петрологические и временные связи с островодуж-

ными комплексами расположенной южнее Кони-Танюнерской складчатой системы [14]. Известково-щелочные–субщелочные вулканы каховской и шороховской свит принадлежат ОЧВП [14]. Аскольдинские трахириолиты, нявленгинские и омулчанские субщелочные лейкограниты обладают геохимическими характеристиками внутриплитных рифтогенных образований. Эти их свойства особо ярко выступают при сравнении с лейкогранитами неорчанского комплекса ОЧВП [15] (рис. 3). Рифтогенная природа аскольдинских риолитов и нявленгинских лейкогранитов подчеркивается также низкими (мантийно-нижнекоровыми) значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ (I_0), варьирующими от $0,7026\pm 6$ до $0,7047\pm 2$. Характерно, что столь же низкие значения I_0 наблюдаются в риолитах шороховской свиты ОЧВП ($0,7028\pm 4$ – $0,7041\pm 2$), развитых в ОР, тогда как в других районах ОЧВП эти значения не опускаются ниже $0,705$ (составляя обычно $0,706$ – $0,710$). Величина I_0 достигает коровых величин в лейкогранитах омулчанского комплекса ($0,7070\pm 3$), но вновь опускается до мантийно-нижнекоровых значений в серебро-полиметаллических рудах ($0,7050\pm 1$). Очевидно, в генезисе последних велика роль мантийного флюида.

В целом можно констатировать, что рудные формации БСРП связаны со среднеюрскими ранне-

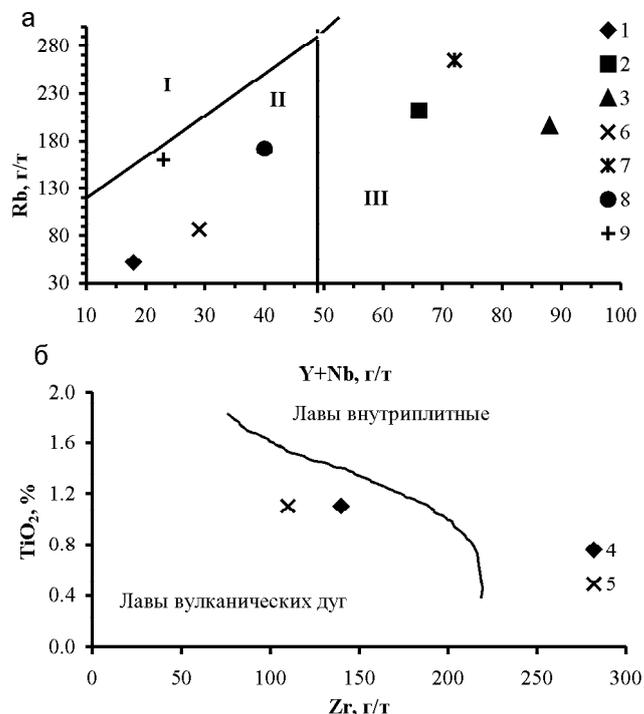


Рис. 3. Дискриминационные диаграммы для магматических пород БСРП.

а – фрагмент дискриминационной Rb – (Y+Nb) диаграммы [35] для средних составов кислых пород БСРП. I–III – поля кислых магматических пород типовых геодинамических обстановок: I – коллизионных, II – островных дуг, III – внутриплитных; б – фрагмент дискриминационной диаграммы TiO₂ – Zr [34] для средних составов диоритов БСРП. 1–9 – магматические комплексы согласно таблице 2.

Таблица 2. Средние химические составы магматических пород БСРП и сопредельных территорий.

Оксид (%), элемент (г/т)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	66,7	73,5	73,6	55,6	57,5	68,1	76,8	74,6	75,9
TiO ₂	0,6	0,1	0,2	1,1	1,1	0,3	0,1	0,2	0,1
Al ₂ O ₃	17,0	13,9	13,2	17,2	17,1	15,8	12,4	13,3	13,2
FeO _{общ}	3,8	0,8	2,7	8,9	7,7	3,0	1,7	2,1	1,1
MgO	1,6	0,3	0,3	4,4	3,1	1,0	0,1	0,3	0,3
CaO	3,8	3,5	1,2	7,0	6,2	3,6	0,3	0,7	0,7
Na ₂ O	4,5	1,7	3,6	3,0	3,8	4,0	3,7	3,4	3,0
K ₂ O	1,2	5,9	4,4	1,9	2,0	2,6	4,8	4,6	5,2
Rb	52	212	196	60	74	87	265	172	160
Sr	458	Н.д.	74	400	450	420	20	120	18
Y	15	61	66	27	25	26	59	37	20
Nb	3	Н.д.	12	3	3	3	13	3	5
Zr	Н.д.	Н.д.	Н.д.	140	110	201	Н.д.	Н.д.	150
Кол-во анализов	9	12	32	13	7	5	53	4	6

Примечание. 1 – момолтыкская свита Нявленгинской вулканической депрессии, дацит; 2 – аскольдинская свита Дукацкого интрузивно-купольного поднятия, риолит [8]; 3 – нявленгинский комплекс, Дукацкий массив, гранит [8]; 4 – быстринский комплекс, массив Трогский, диорит; 5-6 – магаданский комплекс, массив Цирковый: 5 – диорит, 6 – гранодиорит; 7 – омулчанский комплекс, массив Лево-Омулчанский, лейкогранит; 8 – шороховская свита, риолит; 9 – неорчанский комплекс, массив Тоочан, лейкогранит. 1, 4–9 – коллекция авторов. Все анализы выполнены в лаборатории рентгеноспектрального анализа СВКНИИ на квантометре ARL-200 и на спектрометре VRA-30 [2]. Аналитики В.Я. Борходоев, Т.Д. Борходоева, В.М. Мануилова.

орогенными гранитоидами (золото-кварцевая формация), неокомскими и альбскими посторогенными комплексами (золото-серебряные и молибденовые руды) и апт-раннеальбскими (серебряные руды) и альбскими (олово-силикатные, серебро-полиметаллические руды) рифтогенными образованиями. Золото-кварцевые, золото-серебряные и серебряные руды отлагались 150–110 Ма тому назад, до формирования ОЧВП. Молибденовые и оловянные руды, хотя и синхронны по времени образования ОЧВП, находятся в парагенетической связи с интрузиями посторогенных и рифтогенных обстановок, что и объясняет отсутствие подобных руд на всей площади пояса.

Таким образом, металлогеническая специфика БСРП обусловлена широким развитием посторогенных и рифтогенных комплексов, угнетенной ролью раннеорогенных образований и формаций ОЧВП. Более того, среди последних не развиты вулканоплутонические сообщества и, соответственно, отсутствуют золото-серебряные руды [14]. Укоренившиеся представления о связи серебряного, оловянного и

молибденового оруденения с вулканоструктурами ОЧВП ошибочны.

Длительная эндогенная активность в пределах БСРП привела к тому, что равновесие изотопных систем неоднократно нарушалось, но при этом повторные включения изотопных часов были строго синхронизированы с геологическими событиями в БСРП. В относительно более ранних сообществах магматитов и руд изотопные системы нарушались под воздействием каждого последующего эндогенного процесса, что наглядно демонстрируется табл. 3 и рис. 2. Переустановки изотопных часов обусловлены формированием аскольдинского комплекса, внедрением омукучанских гранитов, отложением оловянных руд, становлением джагынского комплекса.

Сопоставление I_0 первичных (I_0 перв.) и вторичных (I_0 втор.) изохрон выявило три типа их соотношений (табл. 4): 1). I_0 втор. $\geq I_0$ перв.; 2). I_0 втор. $\gg I_0$ перв.; 3). I_0 втор. $< I_0$ перв.

В первом случае, по всей видимости, формирование поздних магматических очагов приводит к

Таблица 3. Время и причины перестройки изотопных систем.

Время повторного включения изотопных систем (Ма±σ). В круглых скобках – номер изохроны по таблице 1, в квадратных – номер в списке литературы)		Среднее, наиболее вероятное время повторного включения изотопных систем (Ма±σ); в скобках – СКВО	Комплексы, руды	Причины перестройки изотопных систем
Rb-Sr	K-Ar			
Н.д.	122±1	Н.д.	момолтыкичский	Формирование аскольдинского комплекса – 125±1 Ма
99±1,4 [7] 96,3±3 [28] 94±2 (3)	Н.д.	99±1 (3)	аскольдинский	Формирование шороховского комплекса – 100±4 Ма; внедрение гранитоидов омукучанского комплекса – 101±1 Ма
Н.д.	101±2		нявленгинский, быстринский	
Н.д.	91±1		аскольдинский, каховский	
91±1 (10)	92±1	90±1 (1, 2)	нявленгинский	Формирование оловянных и серебро-полиметаллических руд – 89±1 Ма
Н.д.	89±1		быстринский	
91±2 (15)	90±1		омукучанский	
89±1 (12)	89±1		шороховский	
Н.д.	85±1		момолтыкичский	
82±3 (6)	83±1	84±1 (1, 9)	аскольдинский	Начало формирования джагынского комплекса – 85±1 Ма
86±1 (11)			нявленгинский	
84±1 (20)	83 (⁴⁰ Ar- ³⁰ Ar)		серебряные	
Н.д.	82±1		быстринский	
78±2 (4)	Н.д.		аскольдинский	
80±6 (21)	82±1		серебряные	
80±2 (16)	80±1	79±1 (3, 4)	омукучанский	Окончание формирования джагынского комплекса – 81±1 Ма
78±1 (17)	Н.д.			
Н.д.	81±1		шороховский	
76±0,5 (24)	Н.д.		серебро-полиметаллические	

Таблица 4. Параметры первичных и вторичных изохрон, время повторного включения К-Аг-часов.

Структура/комплекс	Параметры изохрон (в скобках номер изохроны по таблице 1):				Повторное включение К-Аг-часов (Ма)	
	первичных		вторичных			
	T (Ma)	$I_0 (^{87}\text{SR}/^{86}\text{Sr})$	T (Ma)	$I_0 (^{87}\text{SR}/^{86}\text{Sr})$		
Серебро-полиметаллические руды	88±0,5 (22)	0,7050±1	76±0,5 (24)	0,7113±3		
Омсукчанский	105±3 (14)	0,7070±3	78±1 (17)	0,7049±2	80±1	
			91±2 (15)	0,7083±4		90±1
Дукатская	нявленгинский	110±3 (9)	0,7026±6	86±1 (11)	0,7032±3	83±1
				91±1 (10)	0,7100±2	91±2
				аскольдинский	124±1 (1)	0,7044±1
аскольдинский	128±2 (5)	0,7043±2	82±3 (6)	0,7152±5		

простому термальному прогреву более древних вулканических толщ или интрузий (изохроны 3, 11, 15). Во втором случае логично предположить, что термальный прогрев активизирует вадозные воды с I_0 , близким к таковому в морской воде или более высоким (изохроны 4, 6, 10, 16, 24). Наиболее труден для объяснения третий случай (изохрона 17). Однако время нарушения (78 ± 1 Ма) и значение I_0 втор. ($0,7049\pm 2$) не оставляют сомнения, что снижение I_0 втор. связано с воздействием гидротерм, отделяющихся от базальтовых очагов.

Во всех трёх случаях нарушение Rb-Sr-изотопных систем происходило при достаточно высоких температурах, так как одновременно переустанавливались и К-Аг-часы (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БСРП представляет собой ансамбль нескольких тектонических элементов ЯКСС. Структурную целостность территория приобрела в юрское время, когда проявилось влияние скрытых глубинных разломов, контролирующих размещение генетически разнородных рудно-магматических систем. Последние формировались от средней юры до середины позднего мела с интервалами в 10–25 Ма. Со среднеюрскими высокоглиноземистыми гранитами ассоциируют золото-кварцевые проявления. Неокомские и альбские андезибазальт-гранодиоритовые комплексы, генетически связанные с расположенным южнее Удско-Мургальским островодужным вулканическим поясом, сопровождалась золото-серебряными и молибденовыми рудами. Баррем-альбские контрастные трахириолит (субщелочной – щелочной гранит – лейкогранит)-трахибазальтовые рифтогенные образования являлись исключительной принадлежностью БСРП. Именно они определяют основной рудный по-

тенциал территории, так как с ними связаны серебряные и оловянные уникальные и крупные месторождения. Представляется ошибочной точка зрения о связи оруденения БСРП с магматическими комплексами ОЧВП, которые на данной площади рудной нагрузки не несут.

Полученные материалы позволяют внести вклад в решение актуальной проблемы соотношения золотого, серебряного и оловянного оруденения [17]. На описываемой территории четко обособляются разновозрастные золото-кварцевые, золото-серебряные, серебряные и олово-силикатные рудно-магматические системы, что подтверждает известную точку зрения С.С. Смирнова и Ю.А. Билибина о связи золота и олова с генетически различными по составу и времени возникновения магматическими комплексами. В то же время, при пространственном совмещении серебряных и олово-силикатных рудно-магматических систем возникают комплексные серебро-полиметаллические с оловом руды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Н.В., Пономарева А.П., Крук Н.Н., Титов А.В., Трушнин А.В. Магаданский батолит: строение, состав и условия формирования. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1999. 264 с.
2. Борходоев В.Я. Рентгенофлуоресцентное определение рубидия, стронция, иттрия, циркония и ниобия в горных породах // Журн. аналит. химии. 1996. Т. 51, № 2. С.226–233.
3. Бочарников Ю.С., Ичетовкин Н.В. О связи магматизма и оруденения на примере Нявленгинской вулкано-тектонической депрессии // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1980. Вып. 25. С. 74–87.
4. Волков В.Н., Аракелянц М.М., Роднов Ю.Н. Возраст магматизма и рудогенеза в Балыгычано-Сугойском наложенном прогибе Северо-Востока СССР по данным калий-ар-

- гонового метода // Масс-спектрометрия и изотопная геология. М.: Наука, 1983. С. 137–149.
5. Гельман М.Л. Геолого-петрологические аспекты связи золотого оруденения и магматизма в гранитоидных петрографических провинциях Северо-Востока Азии // Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. Т. 2. С. 5–79.
 6. Жуланова И.Л., Котляр И.Н. К методике интерпретации результатов изотопного датирования в областях длительной эндогенной активности // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий. Билибинские чтения. Магадан, 2001. Т.1. С.146–148.
 7. Захаров М.Н., Плюснин Г.С., Кравцова Р.Г. и др. Рубидий-стронциевый возраст Дукатского золото-аргентитового месторождения // Изотопное датирование эндогенных рудных формаций. Киев, 1990. С. 185–187.
 8. Захаров М.Н., Кравцова Р.Г., Вавилова Н.Ф. Редкоземельные элементы и итрий в породах вулканоплутонических ассоциаций Дукатского золото-серебряного месторождения // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий: Материалы XI сес. СВО ВМО. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. Т. 2. С. 29–31.
 9. Калинин А.И. Магматические образования и связь с ними золото-серебряного оруденения на месторождении Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Магматизм рудных районов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 46–62.
 10. Колесников Д.И., Шергина Ю.П., Розинов М.И., Шатков Н.Г., Шкорбатова Г.С. Возраст серебряного и оловянного оруденения Кэнской площади (Северо-Восток России) // Тихоокеан. геология. 1998. Т.17, № 4. С. 80–86.
 11. Константинов М.М., Наталенко В.Е., Калинин А.И., Стружков С.Ф. Золото-серебряное месторождение Дукаг. М.: Недра, 1998. 203 с.
 12. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. М.: Наука, 1982. 104 с.
 13. Корольков В.Г., Королькова А.М. Государственная геологическая карта. 1:1 000 000. (Нов. сер.). Лист О-56 – Магадан; Р-56, 57 – Сеймчан: Объясн. зап. СПб.: ВСЕГЕИ; ПГО «Севвостгеология», 1992. 112 с.
 14. Котляр И.Н. Золото-серебряная рудоносность вулканоструктур Охотско-Чукотского пояса. М.: Наука, 1986. 263 с.
 15. 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.
 16. Матвейко В.Т. Петрология и общие черты металлогении Омсукчанского рудного узла (Северо-Восток СССР) // Труды ВНИИ-1, разд. II, Геол. Магадан, 1957. Вып.31. С. 1–73.
 17. Некрасов И.Я. О причинах совмещения оловянной, серебряной и золотой минерализации в месторождениях Тихоокеанского рудного пояса // Геология руд. месторождений. 1990. №1. С.98–104.
 18. Плюснин Г.С., Захаров М.Н., Кравцова Р.Г., Пахольченко Ю.А., Калмычкова Т.Н., Сандмирова Г.П. Rb-Sr-возраст рудоносных лейкогранитов Балыгычано-Сугойского прогиба (Северо-Восток СССР) // Докл. АН СССР. 1989. Т. 309, № 5. С. 1196–1199.
 19. Радченко Ю.И., Шубин С.А., Ртищева Л.И., Савва Н.Е. Геологическая позиция и этапы формирования Cu-Mo-месторождения Лора (Примагаданский отрезок Охотской металлогенической зоны) // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий: Материалы XI сес. СВО ВМО. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. Т. 2. С. 70–73.
 20. Роднов Ю.Д., Зайцев В.И. Соотношение оловянного и серебряного оруденения в Балыгычано-Сугойском районе Северо-Востока СССР // Магматизм рудных районов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 155–167.
 21. Руб М.Г. Особенности вещественного состава и генезиса рудоносных вулканоплутонических комплексов (на примере Балыгычано-Сугойского и Мяо-Чанского районов). М.: Наука, 1970. 362 с.
 22. Рыжов О.Б., Стружков С.Ф., Аристов В.В., Григорьев Н.В., Колесников А.Г. Геологическое строение и состав руд золото-серебряного месторождения Джульетта (Северо-Восток России) // Руды и металлы. 1995. № 2. С. 66–78.
 23. Савва Н.Е. Серебро // Очерки металлогении и геологии рудных месторождений Северо-Востока России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. С. 55–64.
 24. Савва Н.Е., Петров С.Ф. Дифференциация золото-серебряного и серебряного оруденения на примере эпитермальных месторождений Северо-Востока России // Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. С. 7–26.
 25. Соболев А.П. Мезозойские гранитоиды Северо-Востока СССР и проблемы их рудоносности. М.: Наука, 1989. 249 с.
 26. Стружков С.Ф., Константинов М.М., Аристов В.В. и др. Новые данные по геологии и абсолютному возрасту месторождений золота и серебра Омсукчанского отрезка Охотско-Чукотского пояса // Колыма. 1994. № 10. С.13–16.
 27. Сурков В.С., Ларичев А.И., Старосельцев В.С. и др. Предварительные геологические результаты по Магаданскому участку опорного геофизического профиля 2-ДВ (п-ов Кони – о. Врангеля) // Геодинамика, магматизм и минералогения континентальных окраин Севера Пацифики: В 3-х т. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. Т.1. С.72–75.
 28. Умитбаев Р.Б. Строение и природа Омсукчанской впадины (Северо-Восток СССР) // Геология и геофизика. 1983. № 8. С.56–62.
 29. Филатов С.И. Схема стратиграфии континентальных отложений Балыгычано-Сугойского прогиба // Материалы по геологии и полезных ископаемых Северо-Востока СССР. Магадан: Кн. изд-во, 1972. Вып. 20. С. 164–169.
 30. Шергина Ю.П., Колесников Д.И., Шкорбатова Г.С., Солуянова Н.Н. Новые данные о возрасте и генезисе серебряного месторождения Дукаг // Изотопное датирование эндогенных рудных формаций. Киев, 1990. С. 220–222.
 31. Шило Н.А., Сахарова М.С., Кривицкая Н.Н. и др. Минералогия и генетические особенности золото-серебряного оруденения северо-западной части Тихоокеанского обрамления. М.: Наука, 1992. 256 с.

32. Щепетов С.В. Стратиграфия континентального мела юго-западного фланга Колымского нагорья. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР. 1991. 160 с.
33. Ludwig K.R. User's Manual for Isoplot / Ex version 2.01// Berkely Geochronology Center. Special Publication. 1999. N 1a. 47 p.
34. Pearce J.A., and Norry M.J. Petrogenesis implication of Ti, Zr, Y, and Nb variation in volcanic rock // Contrib. Mineral. and Petrol. 1979. V. 69, N 1. P. 33–47.
35. Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks // Journal of Petrology. 1984. V. 25. Part 4. P. 956–983.

Поступила в редакцию 9 июня 2003 г.

Рекомендована к печати Ю.И. Бакулиным

I.N.Kotlyar, T.B.Rusakova, A.M.Gagieva

Buyunda-Sugoi ore-bearing area: a unique metallogenetic region of Northeast Russia

Based on the available geological and isotopic data (Rb-Sr, K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$), a reconstruction was made of the sequence of formation of high-alumina granitic, calc-alkaline basaltic andesite-basaltic – granodioritic and subalkaline rhyolitic (leucogranitic) – basaltic magmatic complexes, and related gold-quartz, gold-silver, silver, tin, and molybdenum ores. A relationship is demonstrated between gold, silver and tin deposits and magmatic complexes different in age and compositions. The hypothesis about confinement of ore deposits of the region to the formations of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt is proved to be wrong.