

УДК (550.812)

Приименко В.В.^{1,2}, Глухов А.Н.² (1 — Магаданский филиал АО «Полиметалл УК», 2 — Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН)

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПОИСКОВЫХ РАБОТ

*Статья освещает некоторые проблемы, возникающие при производстве геологоразведочных работ, и их возможные решения. Нами обосновывается оптимальность работы с квадратными сетями литохимического опробования на региональных и ранних стадиях поисковых работ. Это, прежде всего, обусловлено появлением методов ММИ, МАСФ и методов-аналогов. **Ключевые слова:** поисковые работы, литохимическое опробование, квадратные сети опробования.*

Primenko V.V.^{1,2}, Glukhov A.N.² (1 — Polymetal UK, 2 — Eastern Integrated Research Institute of FEO RAS)

SOME QUESTIONS OF GEOCHEMICAL PROSPECTING

*The article highlights some problems arising in the production of geological exploration and possible solutions. We substantiate an optimality of work with square networks of lithochemical sampling at the regional and early stages of prospecting. This is primarily due to the emergence of MMI, MASF and analog methods. **Keywords:** prospecting work, lithochemical sampling, square sampling networks.*

Введение

Целью этой публикации является освещение опыта авторов, полученного при проведении поисковых работ как в предприятиях группы компаний «Полиметалл», так и в других организациях. Наибольшее количество вопросов, возникавших в процессе их выполнения, касалось выбора оптимальных организационных и методических решений при проведении геохимических поисков в сравнительно сжатые сроки на площадях со слабой геологической изученностью, либо там, где предшествующие работы проводились 20 и более лет назад.

Главная проблема геостатистики и математических методов в геологии сегодня

Первый вопрос, который возникает при начале работ на перспективной площади (как правило, площадь соответствует рудному узлу) — что есть ожидаемый результат работ? Самый очевидный ответ — месторождение. Другие возможные варианты ответов — геохимическая аномалия, рудопроявление. В любом случае это некий объем недр, в пределах которого тем или иным образом оценено предполагаемое количество

и качество полезного ископаемого. Из практики геологоразведочных работ известно, что коэффициент успеха работ «полного цикла» (от регионального прогнозирования и до строительства горного предприятия) составляет менее 0,01. То есть из 100 поисковых объектов промышленным месторождением становится, в лучшем случае, только один [16].

Первый вопрос, который встает при прогнозировании и проектировании поисков — определение геолого-генетического типа искомого месторождения. Именно эту проблему и поднимает Джеки Кумбс в своей монографии [4]. Очень часто игнорирование генетических аспектов приводит к существенным проблемам при реализации геологоразведочных проектов, и даже к провалам, потерям времени и финансовых ресурсов [4]. Автор формулирует проблему применительно к стадиям оценки и разведки как «необходимость учета важности приставки «гео» в термине «геостатистика» — зачастую оценка ресурсов производится исключительно «математически». Мы, в свою очередь, приходим к выводу, что эта проблема еще более остра на ранних стадиях геологического изучения.

Геолого-генетический тип оруденения и его возможная продуктивность на изучаемой территории — самые главные вопросы, именно от металлогенетических аспектов зависит рабочая модель месторождения — его геометризация, структура, промышленный тип. Следовательно, для оптимизации поисковых работ и последующих стадий ГРП выяснение геолого-генетического типа оруденения является первостепенным [4, 11]. При ясном понимании генезиса искомого объекта уже на подготовительной стадии при работе с фондовыми источниками можно провести селекцию площадей и сократить объемы опробования на порядок.

Проблема кадрового голода или квалификации

Ярким примером для важности понимания геолого-генетического типа искомого объекта является золоторудное месторождение Светлое (Хабаровский край). Золотоносность Ульинской вулканотектонической структуры (ВТС), в пределах которой оно локализовано, изучалась с 1973 г. Однако поиски были ориентированы исключительно на адуляр-кварцевый тип золотосеребряных месторождений, который только и был в то время известен советским геологам. Уже в 2000-е годы геологи компании «Phelps Dodge Exploration» (США) при предварительном металлогенетическом анализе территории установили возможность выявления здесь, среди многочисленных полей вторичных кварцитов, месторождений нового для России, но хорошо известного за ее пределами типа месторождений золота — алунит-кварцевых [2, 8]. В результате А.Г. Колесников, первооткрыватель месторождения, оптимально спланировал поисковые ра-

Таблица 1
Параметры некоторых наиболее крупных алунист-кварцевых (HS)
месторождений [20]

Месторождения	Руда, млн т	СС Au, г/т	СС Cu, %	СС Ag, г/т	Au, т	Cu, млн т
Yanacocha	1335	0.9			1242	
Pascua-Lama	263	2.2		66	579	
Pueblo Viejo	120	3.2		20.5	388	
Veladero	207	1.5		23	304	
Pierina	68	2.9		23	197	
Bor (медная зона)	144	1.1	1.7		158	2.45
Chelopech	34.2	4.2	1.3		144	0.43
Tantahuatay	387	0.4	0.8		135	2.98
Goldfield	4	31	0.5		124	0.02
Sausal	56	2			113	
Mulatos	75.1	1.5			110	
Quimsacocha	33	3.2	0.15	24	106	0.05
Martabe	40	2.3			92	
Lepanto	26	3	2.4		78	0.62
Tintic	19.3	4	0.6	150	77	0.12
Borealis	50	1.5			75	
Bisbee	53	1.2	5.5	64	64	2.92
El Indio	5.3	8.3	4.77	101	44	0.25
Bor (пористые кварциты)	18	2.3			41	

боты, что и привело к выявлению в 2000 г. перспективных геохимических аномалий, заверка которых горными работами и привела к открытию месторождения Светлое, на котором уже в 2006 г. были подсчитаны балансовые запасы. Таким образом, отечественными геологами был получен первый опыт работы с минерализацией такого типа, и в дальнейшем она стала определяться и на других изученных объектах (Березняковское на Урале, Айнское и Данченковское на Курилах, Малетойваямское и Озерновское на Камчатке [2]). Впервые генетический тип этих месторождений был систематически охарактеризован Дж. Хеденквистом в 1987 г. как отдельный тип Au-Ag месторождений и назван high sulfidation¹ deposits (HS) — месторождения высокого сульфидирования [17]. Рудные тела этих

¹ Понятие «сульфидирование» аналогично «окислению» и подразумевает здесь, как и в общей химии процесс соединения веществ с сульфид-ионами (S²⁻). «Высокая степень» сульфидирования (high sulfidation) по Дж. Хеденквисту подразумевает формирование обогащенных серой (высокосернистых) сульфидов, таких как, например, энаргит Cu₃AsS₄, ковеллин CuS, требующих повышенной активности сульфид-иона, в отличие от «обычных» сульфидов «низкой степени» сульфидирования, таких как пирит. Из-за того, что в геологии термин «сульфидизация» в широком смысле обозначает образование в горной породе любой сульфидной ассоциации (подобно термину «окварцевание»), нередко обозначения LS и HS в отечественной и зарубежной литературе ошибочно интерпретируют как общую «сульфидность» породы, что совершенно неверно и не является критерием различия двух названных типов месторождений.

месторождений могут иметь как линейную, так и изометричную форму, то есть быть не всегда протяженными и жильными, как у Au-Ag месторождений адуляр-кварцевого типа (LS — low sulfidation deposits — месторождения низкого сульфидирования — Кубака, Биркачан, Сопка Кварцевая, Купол, Джульетта, Нявленга, Хаканджа, Аметистовое и многие др.), исключая диатремовые трубки [14]. Этот генетический тип парагенетически связан с Cu(±Au)-порфирированными рудно-магматическими системами, располагаясь в их верхнем структурном этаже в зоне вторичных кварцитов (она обозначается термином «lithosap» по аналогии с «ironcap» — «железной шляпой» сульфидных месторождений), поэтому руды этих месторождений могут содержать еще и медь как основной компонент [20]. Золотоносность вторичных кварцитов Ульинской ВТС была выявлена за 40 лет до постановки детальных поисковых работ на площадях их развития, однако содержания золота не превышали 1.4 г/т в пористых монокварцитах. В то время это было приговором для проекта, несмотря на отмеченные перспективы и единичные содержания золота до 35 г/т штуфного опробования в брекчиях по монокварцитам, отобранных при производстве поисковых работ под руководством В.Н. Фролова (1975 г., ПГО «Аэрогеология»). При детальных работах под руководством А.Г. Колесникова в ядрах аномалий золота были отобраны штуфные, а позже и бороздовые пробы с содержанием золота >100 г/т, и получены первые промышленные сечения в горных выработках [5]. В итоге о месторождениях «светлинского» типа как о перспективном геолого-генетическом типе в группе компаний «Полиметалл» всерьез заговорили только после получения первой прибыли от этого месторождения, в то время как проблема плохой поисковой изученности Дальнего Востока на новые для нашей страны типы минерализации известно уже более 10 лет [2, 8, 13]. Описанный пример показывает важность изучения металлогении изучаемых территорий, знания геологии и рудогенеза, внедрения новых методик, личной инициативы и харизмы геолога-поисковика, который не боится новых подходов и умеет создать эффективную команду [15].

Проблема «Объемов ГРП, заложенных в проекты» или «нет объемов и кадров не надо»

Причина неэффективности ранее проведенных поисков в пределах Ульинской ВТС, по мнению авторов, в слабой информированности геологов-поисковиков о новых типах месторождений и односторонности целевого назначения работ, ориентированных только на один тип месторождений. К последнему привело открытие в 1960–1980-х годах ряда крупных

адуляр-кварцевых месторождений золота таких, как Карамкен, Хаканджа, Дукат, и некритическое отношение к этому руководства Мингео СССР. Поиски золота были ориентированы исключительно на объекты типа жил и жильных зон. Отсюда и скептицизм к изометричным (в том числе и к квадратным) сетям литохимического опробования при абсолютизации сетей прямоугольных (100×20, 200×40, 250×50, 500×50 м). В мировой практике применение изометричных сетей и их эффективность давно даже не обсуждается, эти вопросы были решены в 1960–1980-х годах [18]. В РФ немаловажный вопрос выбора сети, «государственная» сеть опробования или «негосударственная», то есть «узаконена» ли она «Инструкцией по геохимическим методам поисков» 1983 г. издания? Всем геологам в РФ ясно значение и применение донного 1:200 000, 1:50 000 опробования по потокам рассеяния. Как выяснилось из нашего опыта из-за инструкций и справочников (1980-х гг.) не все понимают значение регулярных сетей опробования на этих стадиях региональных и поисковых работ у иностранных коллег, 1×1 км, 500×500, 250×250, 100×100, 50×50 м, считая, что этими сетями можно «пропустить» разноранговые объекты. В табл. 2 приведен расчет вероятности выявления объекта сетями разной геометрии и плотности, выполненный по формуле А.М. Шурыгина [12] на примере рудных зон малого (запасы золота менее 5 т) месторождения Елочка (Омолонский массив). Из нее видно, что сетью 250×250 м месторождение выявляется с вероятностью 98 %. При этом применение этих сетей с «классическими» методами, естественно, эффективнее на открытых территориях, впрочем, как и при донном опробовании водотоков [3].

Авторы прибегают еще и к графическому примеру, — на уже изученном детальными работами рудном поле одного рудопроявления. На рудопроявлении в 2018 г. была поставлена детальная прямоугольная сеть литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния. Прожилковые зоны вытянуты в пространстве в СВ направлении, сеть была поставлена субширотная. Для удобства восприятия мы показали контур минимального аномального содержания золота, для еще большей контрастности увеличенного в два раза, что должно усложнять задачу по его обнаружению, но, давайте посмотрим, нашли бы мы рудное поле этого небольшого рудопроявления, если бы сделали сеть 100×100 м? Площадь аномалии этого рудопроявления 3,3 км², т.е. при такой сети 330 проб попадет в контур рудного поля (табл. 3). А теперь сделаем сеть 250×250 м (рис. 1), и, очевидно, мы попадаем и при сети 500×500 м (рис. 2), а оценка ресурсов металла будет отличаться всего на ±20 %. При этом квадратной сетью выявление геометрии перспективных зон (не обязательно жильных) на ранних стадиях значительно проще, чем при донном опробовании, и чуть ли не в разы дешевле сравнивая с государственными сетями: 500×50, 250×50, 250×40, 100×20 м и т.д. (табл. 3, 4 — пример расчета и сопоставление проектных затрат на аналитику методом ММІ и «классического» подхода [3]). Если осуществлять отбор с параллельными и сомасштабными поисково-съёмочными маршрутами, то вопрос геометризации и выяснения генетического типа на региональной стадии вполне может быть решен в этот же сезон с экономией не только средств, но и времени для выделения участков детализации поисковых горных работ. Обоснованность выбора регуляр-

Таблица 2

Расчет вероятности выявления объекта поисков по формуле А.М. Шурыгина [12]

e	s	dx	2l	P(t)	Нормативы проб на 1 км ²	на 100 км ²
Размеры объекта 0,5×0,5 км (месторождение Елочка, Центральная+Южная зоны)						
сеть 250×250 м						
2,71828	0,25	0,25	0,25	0,98	16	1600 проб
S	S/dS					
0,0625	4	0,018315688				
сеть 250×50 м						
2,71828	0,25	0,25	0,05	1,00	80	8000 проб
S	S/dS					
0,0125	20	2,06118E-09				
сеть 200×40 м						
2,71828	0,25	0,2	0,04	1,00	100	10000 проб
S	S/dS					
0,008	31,25	2,68106E-14				

Таблица 3

Нормативные плотности сети опробования при разных масштабах геохимических съемок ([12], с дополнениями и сокращением в части детальных работ)

Масштаб съемки	Характер съемок	Практикуемые сети	Плотность опробования на 1 км ²	Сеть квадратная	Плотность опробования на 1 км ²
1:1000 000	Р	10 км × 1/2 км	0.1–0.05		
1:500000	Р	5 км × 0.5/1 км	0.4–0.2		
1:200000	Р, П	2 км × 0.5 км	1	2×2 км	0.25
1:100000	Р, П	1 км × 0.1/0.5 км	10–2	1×1 км	1
1:50000	П	500 м × 50/250 м	20–8	500×500 м	4
1:25000	П, Д	250 м × 40/100 м	100–40	250×250 м	16
1:10000	Д	100 м × 20/50 м	500–200	100×100 м	100

Примечания: Р — региональные, П — поисковые, Д — детальные съемки

ной сети опробования достаточно хорошо освещена в литературе [11, 18]. Донное литохимическое опробование является аналогом региональных и поисковых литохимических работ по регулярной сети. Авторы считают, что в связи с появлением методов МАСФ и ММИ [1, 19] у этого метода опробования (в сравнении) теперь есть несколько принципиальных недостатков.

1. Нерегулярная сеть и передвижение вдоль водотоков существенно снижает возможность производства параллельных поисково-съемочных маршрутов.

2. Плохо выявляет рудные поля Au-Ag минерализации (примерами могут служить месторождения Купол, Светлое, Биркачан и др.), особенно плохо работают на полузакрытых и закрытых территориях.

3. Зачастую качество аналитики приближенно-количественного спектрального анализа 1970-х и 1980-х годов оставляет желать лучшего и требует переопробования с применением количественных инструментальных методов анализа на основе масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, обладающих высокой чувствительностью и достоверностью [9, 10].

Применение квадратных сетей при литохимическом опробовании напрямую влияет на оптимизацию ГРП, позволяя охватывать большие площади и уменьшать ко-

личество отбираемых и анализируемых проб, и в конечном итоге, затраты. Возможность применения прямоугольной сети не оспаривается авторами, оспаривается ее экономическая целесообразность на начальных стадиях поисковых проектов, имеющих площадь участков более 10–30 км². Более того, она может пагубно повлиять на оценку объектов перспективных участков, если ориентировка направления выбрана неудачно, когда

данных о простираии жильных зон нет, и, вследствие этого выбран неправильный эллипсоид поиска. Необходимо пояснить, что значит — неудачно? Неудачно — это значит, что есть 50 % вероятность сделать объект неперспективным или потерять еще один год на его доизучение, при этом затраты будут в 5–10 раз значительнее. Квадратная сеть стала еще более перспективной из-за внедрения новых методов МАСФ и ММИ,

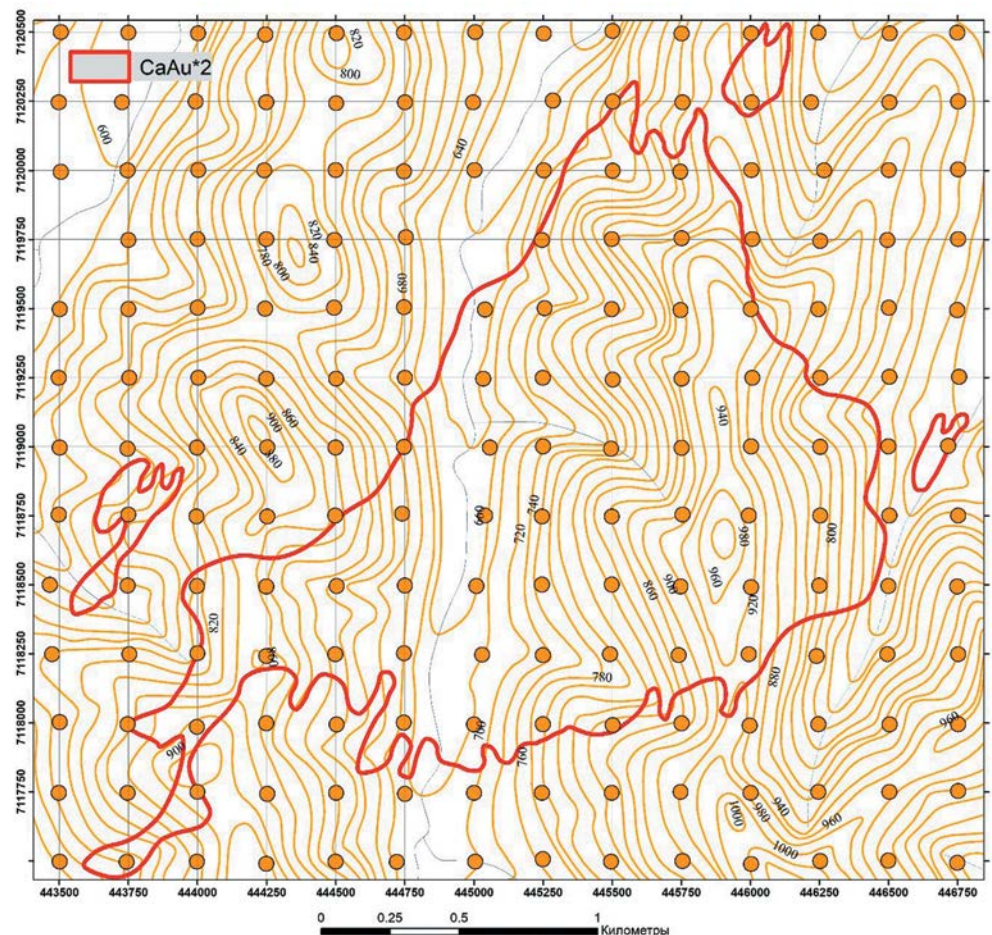


Рис. 1. Поисковая сеть опробования 250×250 м. Минимум 50 точек попадает в аномальное поле CaAu*2

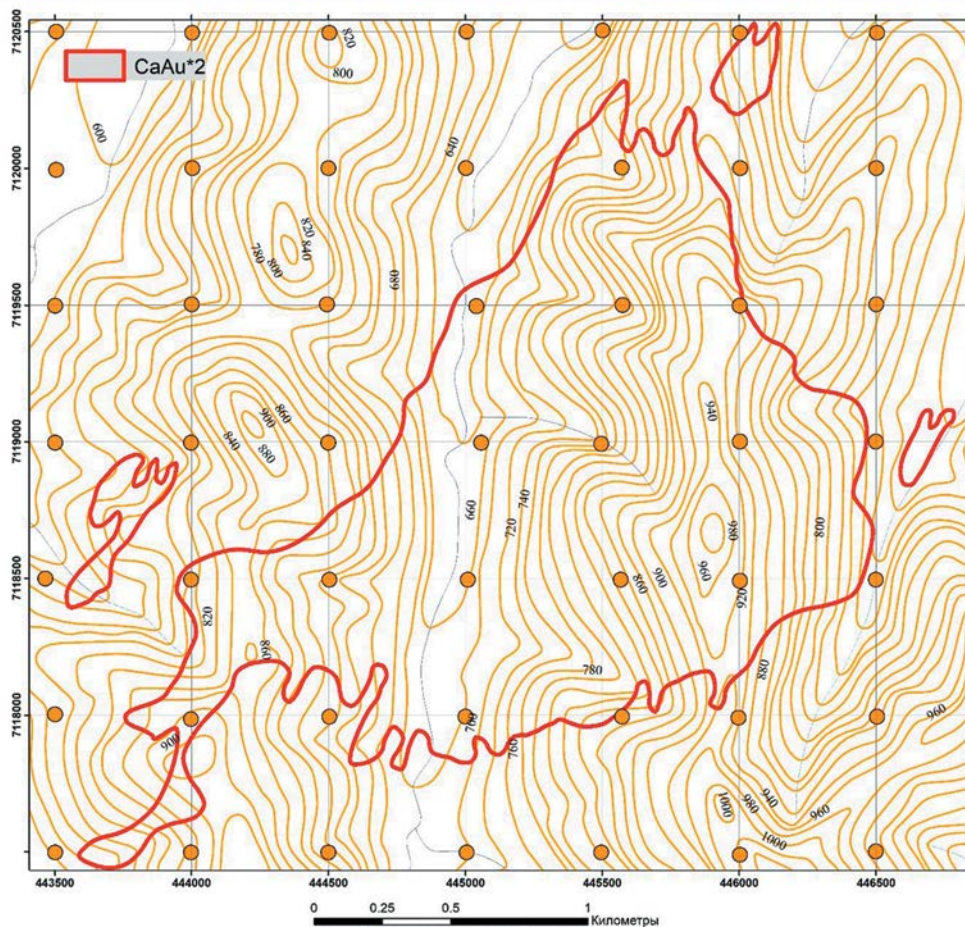


Рис. 2. Поисковая сеть опробования 500×500 м. Минимум 13 точек попадает в аномальное поле CaAu*2

т.к. они имеют большие возможности для применения на закрытых и полужакрытых территориях [1, 7, 19]. Отбор проб при этих методах ведется не только на открытых территориях, как при «классическом» подходе, но и на заболоченных участках, где «классика» не работает или работает плохо, а эти методы дают контрастные аномалии [1, 7], что существенно расширяет границы поиска и применения методов, относительно донного и «классического» опробования с прямоугольными сетями.

В заключение к этому разделу хочется добавить, что без необходимых объемов опробования и лабораторных работ на всех стадиях ГРП прирост минерально-сырьевой базы (МСБ) невозможен. Фундамент успешной политики прироста и восполнения МСБ горнорудной компании — большие объемы ежегодных региональных и поисковых работ. Фонд месторождений, выявленных в «советский период» и вовлеченных в освоение в последние десятилетия (Дукат, Гольцовое, Приморское, Елочка, Сопка Кварцевая, Дальнее, Ольча, Ирбычан, Бургали и многие другие), в «золотой век советской геологии», практически исчерпан. А без правильного отношения к систематическим региональным и поисковым работам новых месторождений нам не найти.

Заключение

Проблему кадрового голода можно решить, создавая условия для профессионалов на местах. В компании эта проблема успешно решается. По мнению авторов, недостаточно надеяться на личность и личный опыт сотрудников. Геологи на производстве должны как можно больше посещать практические семинары и конференции в рамках программ металлогении и эффективного менеджмента, знакомиться с месторождениями различных предприятий, обмениваться опытом, иметь стремления к знаниям, способным улучшить работу на производстве, а Компания — поощрять подобную инициативу. Это необходимо для создания условий, при которых инновации будут реализовываться и приносить свои плоды.

Инструкции созданы для понимания «как делать правильно» и являются рекомендацией к проведению работ. Нарушение стадийности приводит к увеличению затрат и/или снижению качества проведенных работ, но нельзя путать введение квадратных сетей опробования и нарушение стадийности литохимических работ.

Отсутствие в инструкциях и справочниках 1980-х годов опыта последних 40 лет — их значительный недостаток. Требуется их переиздание, а наша статья — еще и пожелание авторов, которые нашли большой положительный отклик у своих коллег на производстве. Также ее можно воспринимать как неформальное обращение с этой целью к ответственным структурам: Роснедра, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ, ВИМС.

На региональных и начальных поисковых стадиях изучения перспективных участков квадратная сеть литохимического опробования предпочтительнее из-за большего охвата площади, экономии средств, возможности проведения параллельных поисково-съёмочных маршрутов и применения на полужакрытых и закрытых территориях методов МАСФ, ММІ (или методы-аналоги) — и, как следствие — влиять на сокращение времени производства поисковых работ и качество оценки ресурсов. Именно поэтому сети 1×1 км, 500×500, 250×250, 100×100 м могут стать оптимальным решением на этих стадиях (табл. 3).

Важно помнить, что позиция, занимаемая геологами-поисковиками в структуре горнорудной индустрии,

Таблица 4

Сравнительный расчет стоимости анализов ГХ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ландшафт	Площадь	Площади участков, км ²	Плотность при сети 250×50 м, проба/км ²	Нормативная плотность при сети 250×250 м, проба/км ²	Нормативная плотность при сети 200×40 м, проба/км ²	Кол-во проб при сети 250×50 м	Кол-во проб при сети 250×250 м	Кол-во проб при сети 200×40 м	Стоимость обработки и анализа за одной пробы из механических ВОР*	Стоимость обработки и анализа одной пробы из солевых ВОР**	Общая стоимость анализов при сети 250×50 м (механические ВОР)	Общая стоимость анализов при сети 250×250 м (солевые ВОР)	Общая стоимость анализов при сети 200×40 м (механические ВОР)
	TR	41.4	80	16	125	3312.0	662.4	5175.0	858.0	1650.0	2841696.0	1092960.0	4440150.0
	AI	56.7	80	16	125	4536.0	907.2	7087.5	858.0	1650.0	3891888.0	1496880.0	6081075.0
	ИТОГО	98.1				7848.0	1569.6	12262.5	858.0	1650.0	6733584.0	2589840.0	20233125.0
Закрытый и полу-закрытый	TR	27.6	80	16	125	2208.0	441.6	3450.0	858.0	1650.0	1894464.0	728640.0	2960100.0
	AI	11.5	80	16	125	920.0	184.0	1437.5	858.0	1650.0	789360.0	303600.0	1233375.0
	ИТОГО	39.1				3128.0	625.6	4887.5			2683824.0	1032240.0	4193475.0
	ВСЕГО	137.2	80.0	16.0	125.0	10976.0	2195.2	17150.0			9417408.0	3622080.0	24426600.0
ПО ПЛОЩАДЯМ ЦЕЛИКОМ													
	TR	84.3	80	16	125	6744.0	1348.8	10537.5	858.0	1650.0	5786352.0	2225520.0	9041175.0
	AI	52.9	80	16	125	4232.0	846.4	6612.5	858.0	1650.0	3631056.0	1396560.0	5673525.0
	ВСЕГО	137.2				10976.0	2195.2	17150.0			9417408.0	3622080.0	14714700.0

* расценки ООО «АЛС Чита», включают истирание, анализ ИСР-Аu21 (золото) и ИСР-МЕ41 (многоэлементный) от 2019 г.

** расценки ООО «ЭсДжиЭс Чита Лимитед» на анализ МММ-М от 2019 г.

аналогична той, которую занимают малые исследовательские и инжиниринговые компании. Геолого-поисковые работы по своей сути аналогичны процессу разработки и вывода на рынок любого нового товара, либо технологии, а длительность и стоимость различных этапов и стадий ГРП соответствуют этапам научного исследования (НИОКР). В основе и НИОКР, и ГРП лежит принцип последовательных приближений, а полевые работы геологов являются полным аналогом научного эксперимента. Вероятность открытия промышленного месторождения превышает вероятность успеха в других инновационных секторах индустрии, например, в разработке лекарств [6]. При управлении геологоразведочным процессом в полном объеме применимы все разработки современного инновационного менеджмента. Осознание инновационной сущности геолого-поисковых работ — ключ к их успешному проведению.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Временные методические указания по проведению геохимических поисков на закрытых и полузакрытых территориях.* Роснедра, ВСЕГЕИ, ИМГРЭ, ГМК «Норильский никель». — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. — 98 с.
2. *Глухов, А.Н.* Алунит-кварцевые эпitherмальные месторождения золота России и стран СНГ: открытия последних лет и перспективы выявления на Северо-Востоке Азии / А.Н. Глухов // Вестник СВНЦ ДВО РАН. — 2011. — №3. — С. 7–17.
3. *Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений.* / А.П. Григорян, М.Ф. Кузин, А.П. Соловов. — М.: Недра, 1983. — 191 с.
4. *Кумбс, Д.* Искусство и наука оценки запасов. Перевод О. Казакова / Д. Кумбс // Пост Vox Office 1708. Западная Австралия, 2008. — 231 с.
5. *Константинов, М.М.* Геология и методика поисков и разведки месторождений / М.М. Константинов, С.В. Волков, С.Ф. Стружков, Н.В. Цымбалюк // Разведка и охрана недр. — 2007. — № 6. — С. 5–11.

6. Кубанцев, И.А. Реорганизации в мировом горнорудном бизнесе и геологоразведочных работах после спада 1997–2002 гг. / И.А. Кубанцев // Отечественная геология. — 2007. — № 2. — С. 104 — 108.
7. Макарова, Ю.В. Методы обработки данных литохимических поисков по ореолам и потокам рассеяния / Ю.В. Макарова, А.Г. Марченко, В.О. Ильченко // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 4–5. — С. 72–77.
8. Мишин, Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Ульинский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) / Л.Ф. Мишин // Тихоокеанская геология. — 2011. — Т. 30. — № 4. — С. 32–48.
9. Николаев, Ю.Н. Геохимические параметры и критерии прогнозной оценки золоторудных узлов и полей / Ю.Н. Николаев, А.В. Аплеталин, И.А. Калько // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 4–5. — С. 21–27.
10. Седелникова, Г.В. Повышение эффективности прогнозно-поисковых работ на рудное золото на основе применения современных методов анализа / Г.В. Седелникова, А.В. Мандругин // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 4–5. — С. 82–85.
11. Соколов, С.В. Структуры аномальных геохимических полей и прогноз оруденения. Мин-во природных ресурсов РФ / С.В. Соколов. — СПб, 1998. — 154 с.
12. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / Под ред. А.П. Соловова: А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
13. Стружков, С.Ф. Открытия месторождений золота в Тихоокеанском рудном поясе — опыт и прогноз / С.Ф. Стружков // Минеральные ресурсы мира. — 2008. — № 3. — С. 79–89.
14. Corbett, G.J. Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization / G.J. Corbett, T.M. Leach // Special Publications of the Society of Economic Geologists, 1998. — v. 6. — p. 258.
15. Cleverley, J.S. Decisions and Discovery — Upgrading to «Truth Machine 2.0». / J.S. Cleverley, M. Carey, K. Witherly // SEG Newsletter, 2017. — pp. 21–22.
16. Enders, S. Discovery, innovation, and learning in the mining business. New ways forward for an old industry / S. Enders, C. Saunders // SEG Newsletter, 2011. — pp. 15–23.
17. Hedenquist, J.W. Mineralization associated with volcanic-related hydrothermal systems in the Circum-Pacific Basin / J.W. Hedenquist: Circum Pacific Energy and Mineral Resources Conference, №4, Singapore, Transactions, 1987. — p. 513–524.
18. Levinson, A.A. Introduction to exploration geochemistry. Supplement / A.A. Levinson // Appl. Publ. Ltd., Wilmette, the USA, 1980. — p. 924.
19. Mann, A.W. Strong versus weak digestions: ligand-based soil extraction geochemistry / A.W. Mann // Geochemistry: Exploration. — 2010. — v. 10. — pp. 17–26.
20. Sillitoe, R.H. Porphyry Copper Systems / R.H. Sillitoe // Economic Geology. — 2010. — v. 105. — pp. 3–41.

© Прийменко В.В., Глухов А.Н., 2021

Прийменко Владимир Валерьевич // priymenko@polymetal.ru
Глухов Антон Николаевич // gluhov76@list.ru

УДК 553.689.2.061.62 (470.57)

Ахманов Г.Г., Егорова И.П., Булаткина Т.А.
(АО «ЦНИИгеолнеруд»)

**ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫМ БАРИТОВЫМ СЫРЬЕМ,
ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Проблему обеспечения промышленности высококачественным баритовым сырьем предлагается решить путем освоения месторождений гипергенного типа. Приводятся

*дятся типизация последних, условия их образования, рекомендации по поиску. **Ключевые слова:** барит, гипергенный, кора выветривания, месторождение, рудопоявление, остаточный, россыпной, обогащение, высококачественное сырье.*

Akhmanov G.G., Egorova I.P., Bulatkina T.A. (TSNIIGeolnerud)
**THE PROBLEM OF PROVIDING THE INDUSTRY WITH
HIGH-QUALITY BARITE RAW MATERIALS, WAYS OF
ITS SOLUTION**

*The problem of industry providing high-quality barite raw materials is proposed to solve by mastering the hypergened type deposits. Typification of the latter, conditions for their education, recommendations for the search are given. **Keywords:** barite, hypergene, weathering crust, deposit, ore occurrence, residual, alluvial, beneficiation, high quality raw material.*

Барит, природный сульфат бария (BaSO_4), благодаря присущим ему свойствам (высокой плотности, химической инертности, низкой твердости и др.), широко применяется в различных отраслях промышленности. Основными направлениями его использования являются: производство бариевых соединений, инертного или слабоактивного наполнителя и утяжелителя. Товарной продукцией, потребляемой промышленностью Российской Федерацией (РФ), служат баритовые концентраты классов А и Б. Концентрат класса А («небуровой» барит) имеет широкий спектр применения, концентрат класса Б («буровой» барит) используется в качестве утяжелителя при бурении скважин. Потребности промышленности Российской Федерации в баритовом сырье не обеспечены отечественным производством, дефицит покрывается импортом. Особенно остро стоит вопрос обеспечения промышленности «небуровым» баритом, импорт которого составляет в настоящее время 100 %.

Проблема заключается в том, что в России в настоящее время нет подготовленной сырьевой базы «небурового» барита, сырьем для производства которого, как правило, служат месторождения жильного типа. Известные месторождения этого типа характеризуются незначительными запасами и сложными горно-геологическими условиями (Северный Кавказ), или находятся в регионах с отсутствующей инфраструктурой (приграничные области Республики Саха-Якутия и Магаданской области). К тому же жильные месторождения характеризуются изменчивой морфологией рудных тел, в силу чего требуют сложных затратных систем отработки, не обеспечивающих рентабельность получения товарной продукции.

Проблему обеспечения промышленности «небуровым» баритом возможно решить путем освоения баритовых месторождений гипергенного типа.

Руды гипергенных месторождений являются продуктами выветривания собственно баритовых и комплексных баритосодержащих руд и визуально представляют собой несвязанные сыпучие породы («сыпучка»),