Известия НАН РА, Науки о Земле, 2017, 70, № 2,13-24

ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ РУДНОГО ПОЛЯ ДАСТАКЕРТ-2

© 2017 г. А.Е.Оганесян*, С.Э. Овакимян*, М.А.Арутюнян*, В.В. Сирадегян*, Л.В. Арутюнян**

**Институт геологических наук НАН РА, 0019, Ереван,*
пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: arshavir.h@geology.am
***Институт общей и неорганической химии НАН РА, 0051, Ереван,*
ул. Аргутяна, 2-ой пер. д. 10, Республика Армения
Поступила в редакцию 28.06.2017г.

Аннотация

Основываясь на результатах литогеохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния золота, выделены наиболее перспективные участки на территории рудного поля Дастакерт-2. Даны рекомендации о проведении горных выработок на трех перспективных участках. В результате были вскрыты меридиональные крутопадающие золотоносные зоны, протяженностью 300м и более, мощностью от 0,5м до 2,5м (прогнозная глубина более чем 200м), в которых содержание золота соответствует промышленному уровню.

Введение. В статье впервые в практике поисковых работ на золото рекомендуется методика оценки уровня эрозионного среза минерализации золота в коренных породах без их вскрытия, с использованием параметров вторичных ореолов, что позволит сэкономить значительные средства, а также время реализации поисково-оценочных работ.

Уровень развития поисковой геологии в настояшее время позволяет сделать акцент на наиболее эффективные методы поисков, одними из которых являются литогеохимические поиски рудных месторождений и рудопроявлений по вторичным ореолам рассеяния элементов-индикаторов. На первом этапе геохимических поисков, для локализации наиболее перспективных участков используются результаты изучения гипергенных геохимических полей путем разномасштабного опробования потоков рассеяния элементов-индикаторов. Выявленные перспективные аномалии подлежат детализации с целью оценки перспекив рудоносности. Надежность такого «подхода» повышается, когда «чисто» геохимические данные интерпретируются, принимая также во внимание геологические и геолого-структурные особенности территории.

Систематические геологические исследования, в результате которых были сформированы основные представления о геологическом строении и перспективах рудоносности Баргушатского хребта, проводились еще в 30-ые годы прошлого столетия под руководством К.Н.Паффенгольца, В.Н.Котляра, В.Г.Грушевого, А.Е.Казаряна, Ю.А.Арапова. Впоследствии, под руководством И.Г.Магакьяна (1947), было открыто Дастакертское медно-молибденовое месторождение. В изучение геологии и магматизма района значителный вклад был внесен исследованиями С.С.Мкртчяна,

Т.Ш.Татевосяна, Т.А.Аревшатян, Б.М.Меликсетяна, Р.Н.Таяна, О.П.Гуюм-джяна.

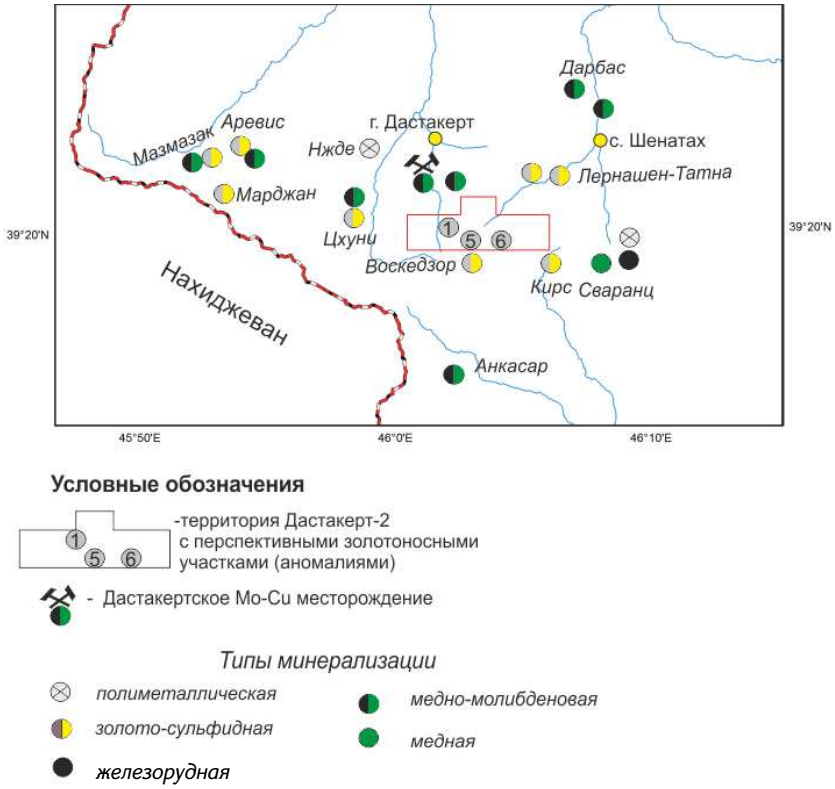

Рис. 1. Схема расположения месторождений и рудопроявлений Баргушата, примыкающих к участку исследований (Дастакерт-2)

Учитывая крайне слабую обнаженность исследуемой территории, нами была проведена предварительная дешифровка аэрофотоматериалов северных отрогов Баргушатского хребта. Данный графический материал использовался для более надежной интерпретации данных, полученных в результате проведенной на участке детальной почвенно-геохимической и геолого-структурной съемки. Территория участка сложена преимущественно вулканогенно-осадочными образованиями гехакарской свиты (Джрбашян и др., 1976). На закартированной территории установлены небольшие выходы, представленные апикальными фациями интрузивов гранодиоритового и кварц-диоритового состава, которые отнесены к верхнему эоцену, а восточнее участка обнажаются порфировидные гранодиориты Шенатагского интрузива (Карамян и др., 1974) которые являются аналогами нижнемиоценовых рудоносных порфировидных гранодиоритов Вохчинского массива Мегринского плутона (Таян 1963; Меликсетян 1981). Установлены также дайки гранодиорит-порфиров, трассирующие регионально проявленные меридиональные разрывы.

В целом территория относится к числу слабо изученных площадей Северного Баргушата. В то же время, к району исследований примыкают такие известные рудные проявления и месторождения, как Дастакертское с одноименным медно-молибденовым месторождением и участок Шекасар; Лернашенское с золото-сульфидными рудопроявлениями Лернашен, Татна, Дарбас; Гехинское с эксплуатируемым Анкасарским медно-молибденовым и Воскедзорским золото-сульфидным месторождениями; Аревисское с медно-молибденовой (Мазмазак) и золото-сульфидной (Аревис, Марджан) минерализацией (рис.1). С запад-северо-запада к участку примыкает Нжде-Цхунийское рудное поле с одноименными рудопроявлениями медно-молибденовых и полиметаллических руд.

В целом, в пределах территории Дастакерт-2 ранее не проводились геолого-оценочные работы или другие исследования, предполагалось, что данный участок не может быть перспективным.

Литогеохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния

Методы исследований. Литогеохимические поиски (литогеохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния) проводилась строго в соответствии с «Инструкцией по геохимическим методам поисков рудных месторождений» (Григорян С.В. и др., 1983) и «Справочником по геохимическим поискам полезных ископаемых» (Соловов и др., 1990) в масштабе 1:10 000. Исходя из геологических особенностей данной местности выбрана сеть опробования по сетке 100х50м, в отдельных местах - 100х20м.

Отобранные в количестве 4100 проб проанализированы в специализированной для геохимических поисков головной аналитической лаборатории РФ (АО «Александровская опытно-методическая экспедиция»). Анализы проб на золото выполнены высокочувствительным спектрохимическим методом. Элементы-спутники золота определялись методом эмиссионного спектрального анализа на широкий круг (более 20) химических элементов. Более 10% бороздовых геохимических проб, взятые из разведовательных канав (результативные по спектрохимическим анализам), подверглись контрольному пробирному анализу в «Центральной аналитической лаборатории» Института горной металлургии РА.

Решающей частью геохимических поисков является надежность анализов проб и их стоимость. При литогеохимических поисках изучаемая площадь покрывается сетью опробования и отбирается большое количество проб. Наиболее экономичным по золоту считается двуэтапный вариант работ. Первый этап, это анализ всех отобранных проб эмиссионным спектральным методом на широкий круг элементов. Стоимость анализа мало зависит от числа анализируемых элементов, поэтому желательно определять содержание всех элементов с удовлетворительной чувствительностью анализа. Кроме перечисленных выше элементов при поисках золоторудных месторождений специальным спектрохимическим

методом (Сафронов, 1967) в пробах определяется золото (2-ой этап химическая обработка проб, сорбция золота активированным углем и спектральный анализ). Результаты анализа проб, благодаря высокой чувствительности этого метода, позволяют, в пределах опробованной площади, выявить и оконтурить все возможные геохимические аномалии золота и полиметаллов. Помимо собственно спектрального и пробирного контроля, партия из 33 проб с зашифрованными номерами была подвергнута еще и повторному спектральному анализу. Для проверки точности анализа использована математическая обработка результатов анализов (коэффициенты вариации содержаний элементов), рассчитанная по основным и контрольным анализам проб.

Как видно из приведенных в табл.1 данных только для серебра и цинка установлена относительно низкая точность (37,5% и 32,5%), поскольку для полуколичественного спектрального анализа погрешность свыше 30% является низкой точностью (Гармаш, Сорокина, 2012). Однако, следует иметь в виду, что при геохимических поисках отрицательное влияние низкой точности анализа проб практически компенсируется применением методики интерпретации и количественной оценки рудоносности геохимических аномалий. Эта методика основана на использовании при расчетах оценки величин критериев геохимических аномалий исключительно средних содержаний элементов, рассчитанных по аномальным содержаниям проб каждой из аномалий (Григорян, 1992).

Таблица 1

Точность спектрального анализа (33 пробы)

Элементы	Коэффициент вариации, %
Медь	23,5
Свинец	19,4
Цинк	32,5
Молибден	20,6
Серебро	37,5

В таких случаях по средним содержаниям проб в итоге получается более высокая точность, чем по результатам анализов отдельно взятых проб. При этом, чем больше количество проб, тем выше точность среднего, и наоборот (Демина, 2004). Если принять число проб подлежащих оценке геохимической аномалии равное 100 (а у нас 4100 результатов для каждого элемента), то получим в 10 раз более точный расчет среднего, т.е. в 10 раз меньше погрешности, что составит: Cu – 2,35%, Pb-1,94%, Zn – 0,3%, Mo-0,2%, Ag-3,7% для приведенных в табл.1 элементов. Эти цифры выше точности прецизионных методов анализа (ICP, AAS и т.д.).

Оценки литогеохимических ореолов золоторудной минерализации

Гипергенная подвижность золота. Известно, что вторичные ореолы рассеяния золота и его элементов-спутников являются основными геохимическими поисковыми признаками золоторудных месторождений, что определяется, прежде всего, дешевизной и представительностью опробования рыхлых отложений по сравнению с другими методами. Именно поэтому на первом этапе поисковых работ отбираются пробы только рыхлых отложений. Использование критериев оценки первичных геохимических ореолов, разработанных путем трехмерного моделирования для известных (эталонных) месторождений различных рудно-формационных типов, обеспечивает высокую эффективность интерпретации вторичных ореолов. Естественно, что эти геохимические критерии применяются для оценки вторичных ореолов рассеяния элементов-индикаторов только с учетом результатов изучения характера корреляции первичных и вторичных ореолов в конкретных ландшафтно-геохимических условиях поисковых площадей.

Совместное изучение первичных и вторичных ореолов рассеяния золота и его элементов-спутников в различных ландшафтно-геохимических условиях позволило выявить «подавленность» золота в его вторичных ореолах (Поликарпочкин, 1976), образовавшихся в результате гипергенного разрушения первичных ореолов.

Отметим, что высокая степень инертности золота характерна и для условий многолетней мерзлоты. Так, Е.Камерон приводит следующий ряд подвижности элементов-индикаторов при формировании вторичных ореолов в минерализованных почвах и почвообразующих породах (вторичные ореолы месторождения Агрикола Лейк): Zn>Cu>Fe>As>Ag>Hg>Au (Cameron, 1977). Аналогичная минимальная подвижность золота в зоне гипергенеза установлена также для аридных районов (Григорян и др., 2009).

Таким образом, рассмотренные выше примеры поведения золота в вертикальном разрезе рыхлых отложений по существу является универсальным, поскольку оно проявляется во всех типах рассмотренных выше климатических и ландшафтно-геохимических обстановок. Это означает, что при количественной оценке вторичных ореолов следует иметь в виду, что вторичным ореолам золота и других малоподвижных элементов, как правило, должны соответствовать более высокие содержания этих элементов в коренных рудоносных породах. В связи с этим при выборе для первоочередной проверки аномалий наиболее богатых золотом и другими малоподвижными элементами не следует пренебрегать слабоконтрастными аномалиями этих элементов, которые на глубину в коренных породах могут перейти в рудные тела промышленного значения (Барсуков и др., 1981).

Оценка перспектив золотоносности рудного поля Дастакерт-2

Для оценки перспектив золотоносности рудного поля, как уже отмечалось, были отобраны и проанализированы на широкий комплекс химических элементов 4100 почвенных проб. На рис. 2 приведены выявленные аномалные участки по вторичным ореолам рассеяния золота. Карты распределения аномалий остальных элементов (надрудные Ba; Ag и подрудные V; Cr; Sn), которые были использованы для составления мультипликативного коэффициента вертикального геохимического среза золоторудного оруденения, из-за ограниченности объема статьи, не приводятся.

На описываемой площади рис. 2 оконтурен ряд вторичных ореолов рассеяния золота: наиболее значительные (по размерам и интенсивности) аномалии пронумерованы. Прежде чем перейти к описанию и оценке перспектив золотоносности выделенных конкретных локальных аномалий, следует кратко охарактеризовать методику решения одной из важнейших задач поисковой геохимии - это надежность оценки геохимических аномалий, а именно - оценка уровня эрозионного среза (в нашем случае - оруденения).

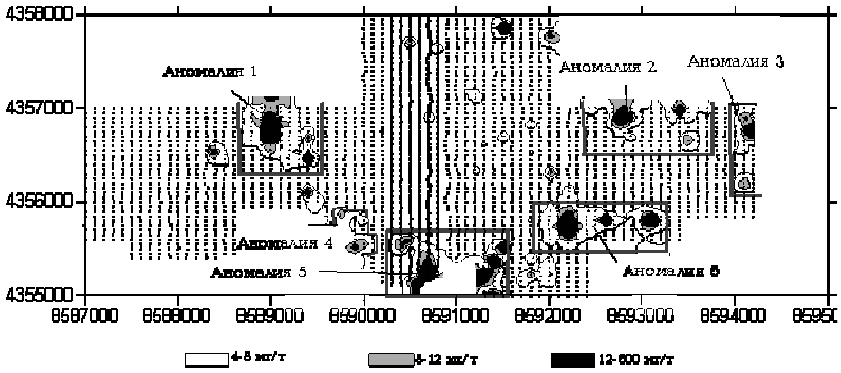

Рис. 2. Вторичные ореолы рассеяния золота.

Для решения этой задачи при поисках обычно вскрываются коренные золотоносные породы и по результатам их геохимического опробования на глубину (Каждан, 1977), согласно вертикальной геохимической зональности первичных ореолов, производится оценка уровня эрозионного среза аномалий. В настоящей статье впервые в практике поисковых работ на золото рекомендуется методика оценки уровня эрозионного среза минерализации золота в коренных породах без их вскрытия, с использованием тесной корреляции параметров вертикальной геохимической зональности первичных ореолов золота с параметрами вторичных ореолов, что позволяет сэкономить значительные средства и время реализации поисково-оценочных работ.

Условная глубина в м.

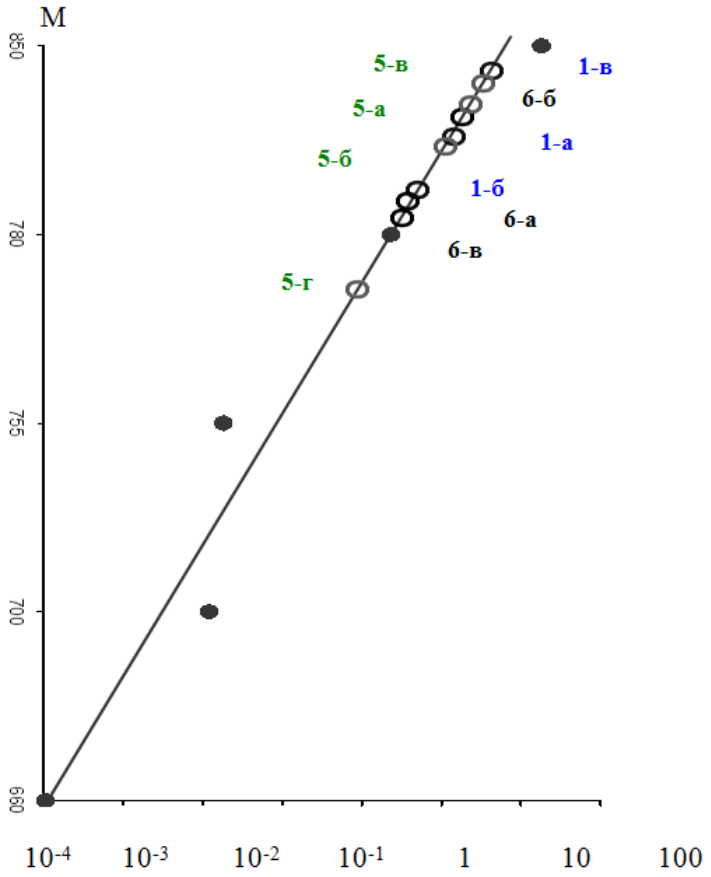

Рис. 3. График мультипликативного коэффициента ($\frac{Ba^2xAg}{VxCrxSn}$) вертикальной зональности первичных геохимических ореолов.

О — точки значения коэффицента; 5-а – индекс аномалий, ● - точки значения эталона

На рис.3 приведен график мультипликативного коэффициента вертикальной геохимической зональности первичных ореолов, построенный в результате объемного геохимического моделирования Шаумянского золоторудного месторождения, которое взято в качестве эталона для интерпретации аномалий элементов-спутников Дастакерт-2.

Выбор элементов-спутников, которые использованы для определения вертикальной геохимической зональности (рис.3), обусловлен тем фактом, что этот же набор элементов использован при оценке геохимического эталона (месторождения Шаумян).

В статье использован мультипликативный коэффициент ($Ba^2xAg/VxCrxSn$), в свое время предложенный С.В.Григоряном в результате объемного геохимического моделирования Шаумянского золоторудного месторождения, который выявил четко выраженный вертикальный геохимический срез оруденения.

При мощности рыхлых отложений до 4-5м элементы-индикаторы, входящие в состав этого коэффициента (рассчитанного для перспективных ореолов 1; 5 и 6) выявляют полную количественную идентичность первичных и вторичных ореолов рассеяния элементов-индикаторов, что отчетливо видно на графике (рис.3). Как видно из графика все фигуративные точки, рассчитанные по коэффициенту ($Ba^2xAg/VxCrxSn$) попадают на верхние части построенного графика, то есть являются верхнерудными для условного (эталонного) оруденения. Это означает, что мы имеем дело со слабо обнаженными золоторудными телами, в которых содержание золота на глубине будет намного выше, чем в соответствующих им субповерхностных аномалиях.

Описание выявленных аномалий.

Аномалия 1 (Участок "Загон"). В пределах этой аномалии (общая площадь 0,4км^2) локализованы три вторичных ореола рассеяния золота: западный, наиболее значительный по размерам и интенсивности и восточные – менее интенсивные. Как следует из данных на рис.4, все три ореола этой аномалии характеризуются верхнерудным уровнем эрозионного среза и являются перспективными. Позже, нами рекомендованными горными выработками, были вскрыты минерализованные, сильно измененные, крутопадающие золоторудные зоны, где содержание золота варьировало от 0,2 г/т до 1,9 г/т.

Аномалия 5 (Участок "Ал Кар"). Эта аномалия представляется наиболее перспективной. Хотя пиковые значения золота здесь ниже, чем на поверхности Аномалии 1, однако аномалия занимает сравнительно большую площадь (0,7км^2) и вариации содержания золота не очень велики (отсутствуют ураганные значения). В ее пределах выявлены два значительных по размерам и интенсивности ореола рассеяния золота (рис.5). Оценка уровня эрозионного среза мультипликативных ореолов также показывает их верхнерудный характер (рис.3). В этой связи было рекомендовано продолжить геолого-поисковые работы в пределах рассматриваемой аномалии с помощью проходки канав и расчисток, а позже, когда были вскрыты крутопадающие рудоносные зоны, разведочным бурением.

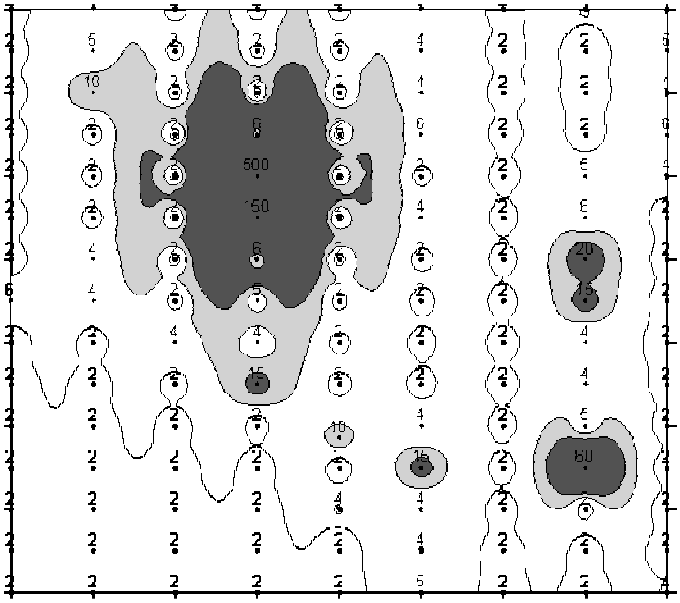

Рис. 4. Аномалия 1

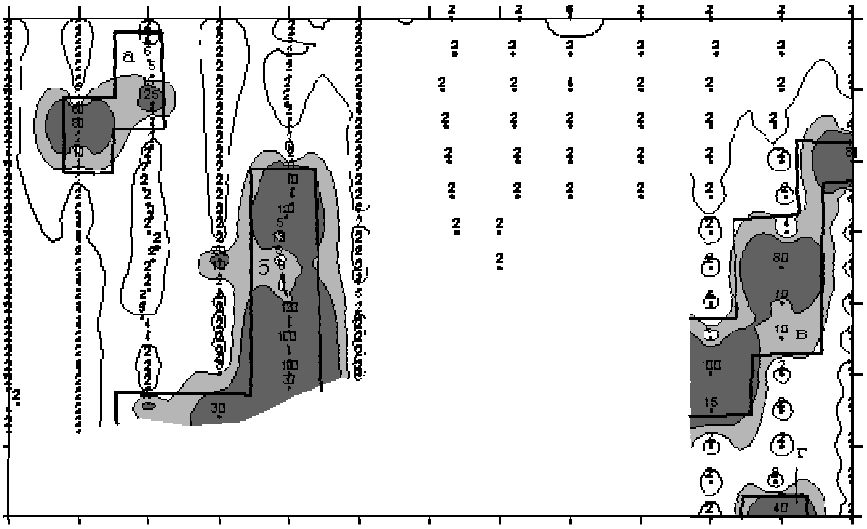

Рис.5. Аномалия 5

Аномалия 6 (Участок "Сев Кар") включает (0,5км^2) 3 вторичных ореола рассеяния золота, оконтуренных весьма удовлетворительно (рис.6).

Здесь, так же как и на участке "Загон", аномалии незначительны по площади, кроме этого, содержания золота в почвах колеблются от низких до повышенных, а иногда «ураганных» значений. Исходя из всего этого, участку можно дать "удовлетворительную оценку". В дополнение к этому, верхнерудный уровень этих ореолов (рис.3) также позволяет считать их перспективными на глубину.

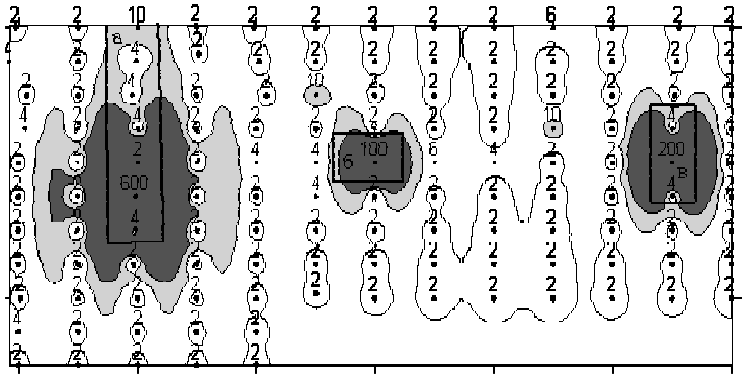

Рис.6. Аномалия 6

Сопоставление изложенных выше результатов обработки данных геохимического опробования рыхлых элювиально-делювиальных отложений позволило дать рекомендации дальнейших направлений поисково-оценочных работ в пределах рудного поля Дастакерт-2. Поскольку аномалии 1, 5 и 6 считаются наиболее надежными по интенсивности выражения на поверхности, а также с точки зрения вертикальной геохимической зональности (все мультипликативные коэффициенты ореолов этих аномалий "попадают" в раздел верхнерудных аномалий), они все были рекомендованы как перспективные. В итоге, проходками канав и шурфов, были вскрыты рудоносные зоны. В дальнейшем, геологическое опробование поверхностных горных выработок дало нам возможность сосредоточиться на участке "Ал Кар" (Аномалия 5), поскольку результаты опробования на этом участке показали наивысшие содержания золота - от 0,52 г/т до 3,6г/т.

Заключение

На территории Армении все более или менее перспективные рудные объекты уже разведаны. Остались те участки, которые из-за неблагоприятных природных условий или по иным соображениям (незначительные прогнозные запасы по советским меркам) еще 20-30 лет назад считались непривлекательными. Один из таких участков находится на северных склонах Баргушатского хребта, где нами проводились литогеохимические поисково-оценочные работы, в результате которых, впервые в Армении, с применением поисково-геохимических методов, вскрыты тела с перспективной минерализацией золота.

Изложенные выше результаты обработки данных геохимического опробования рыхлых элювиально-делювиальных отложений, позволили дать рекомендации дальнейших направлений поисково-оценочных работ в пределах рудного поля Дастакерт-2. Обнаружены участки со слабо обнаженными золоторудными телами. Дальнейшие проходческие работы на поверхности показали, что содержание золота под субповерхностными аномалиями в несколько раз выше, чем в собственных вторичных

аномалиях. В итоге, на всех трех участках (Аномалия 1-участок “Загон”; Аномалия 5-участок “Ал Кар” и Аномалия 6-участок “Сев Кар”), на основании наших рекомендаций, проведены геолого-разведочные работы. Разведочным бурением были вскрыты крутопадающие (угол падения до 85-90^0) меридиональные рудоносные зоны шириной до 2.5м и протяженностью в 300м, которые прослеживаются на 200м и глубже. Содержания золота колеблются в них от 0.5 до 3.6г/т. Золото (свободное) и серебро также обнаружены в полированных шлифах. Эти данные указывают на то, что мы имеем дело со слабо эродированными золоторудными телами, а не с их корневыми частями.

С точки зрения методологии выяснилось: а) поведение золота в вертикальном разрезе рыхлых отложений по существу является универсальным и для аридных типов ландшафтно-геохимических обстановок; б) при выборе для первоочередной проверки наиболее богатых золотом и другими малоподвижными элементами аномалий не следует пренебрегать слабоконтрастными аномалиями этих элементов, которые на глубину в коренных породах могут перейти в рудные тела, имеющие промышленное значение.

Авторы выражают благодарность руководству компании ООО “Ги Металс Инвестмент Лимитед” в лице г-на В. Исунца и г-на Г. Григоряна. Без предоставления с их стороны колоссального объема аналитических данных, публикация этой статьи не была бы возможна.

Литература

Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. М., «Наука», 1981, 317с.

Гармаш А.В., Сорокина Н.М. Метрологические основы аналитической химии. М. МГУ, 2012, 47с.

Григорян С.В. Рудничная геохимия. М., «Недра», 1992, 294с.

Григорян С.В, Адамян А.З., Гареян Г.Р. О методике оценки литогеохимических аномалий при поисках золоторудных месторождений. Изв. НАН РА, Науки о Земле, №3, 2009, с.23-27.

Григорян С.В., Соловов А.П., Кузин М.Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М., «Недра», 1983, 191с.

Демина Т.Я., Геохимия: Методическое руководство к лабораторному практикуму. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004, 40с.

Джрбашян Р.Т., Гуюмджян О.П., Таян Р.Н. Некоторые особенности строения и формирования третичных вулканогенно-осадочных толщ Зангезура (юго-восточная часть Армянской ССР. Сб. Вулканизм и металлогения Армянской ССР, Ереван. Зап. Арм. Отд. ВМО, № 8, 1976, с.60-77.

Карамян К.А., Капланян П.М., Игумнов В.И., Гуюмджян О.П., Паланджян С.А., Авакян А.М., Авакян А.А., Григорян Л.. Геологическое строение и перспективы рудоносности части северного склона Баргушатского хребта, междуречья Шенатаг-Дастакерт, 1970, Фонды ИГН НАН Армении, 268с.

Карамян К.А., Таян Р.Н., Гуюмджян О. Основные черты интрузивного магматизма Зангезурского рудного района Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1974, №1, с.54-65.

Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., «Недра», 1977, с.327.

Меликсетян Б.М. Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1981, с.190-195.

Поликарпочкин В.В. Вторичные ореолы и потоки рассеяния. Наука, Сибирское отделение, Новосибирск, 1976, 407с.

Сафронов Н.И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. ОНИ ВИТР, Ленинград, 1967, 203с.

Соловов А.П., Архипов А.Я, Бугров В.А. и др. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. Недра, Москва, 1990, 335с.

Таян Р.Н. Новые данные о геологическом строении интрузий порфировидных гранитов и гранодиоритов Мегринского плутона. Изв. АН Арм. ССР, сер. Геол. И геогр. Наук, 1963, N3.

Шварцман Р.С., Фелькова О.Б. Инструкция N140-С, ВИМС, Москва 1976, 24с.

Cameron E.M. Geochemical Dispersion in Mineralized Soils of a Permafrost Environment. Journal of geochemical Exploration, 1977, V.1 N3, p.301-3026.

Рецензент Р.Мовсесян

ԴԱՍՏԱԿԵՐՏ-2 ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ԼԻԹՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆՈՄԱԼԻԱՆԵՐԻ ՈՍԿԵԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Հովհաննիսյան Ա.Ե., Հովակիմյան Ս.Է., Հարությունյան Մ.Ա., Սիրադեղյան Վ.Վ., Հարությունյան Լ.Վ.

Ամփոփում

Հիմնվելով ոսկու ցրման երկրորդային պսակների լիթոերկրաքիմիական հանույթի տվյալների վրա, Դաստակերտ -2 հանքային դաշտի տարածքի վրա առանձնացվել են առավել հեռանկարային հատվածներ: Երեք հեռանկարային տեղամասի համար տրվել են լեռնային փորվածքներ կատարելու երաշխավորություններ: Արդյունքում բացվել են միջօրեական ձգվածության, կտրուկ անկում ունեցող ոսկեբեր գոտիներ՝ 0.5-ից 2.5մ հզորությամբ (կանխատեսումային խորությունը ավելի քան 200մ), որոնցում օգտակար հանածոյի պարունակությունը համապատասխանում է արդյունաբերական մակարդակին:

ASSESSMENT OF THE GOLD-BEARING LITHOGEOCHEMICAL ANOMALIES OF THE ORE FIELD DASTAKERT-2

E. Hovhannisyan, S. E. Hovakimyan, M. A. Harutyunyan, V. V. Siradeghyan, L. V. Harutyunyan

Abstract

Based on the results of the lithogeochemical survey of the secondary halos of the gold dispersion, the more promising sections in the territory of the ore field Dastakert-2 have been singled out. Recommendations to conduct mountain excavation on the three promising sections have been provided. As a result, meridional, steep-grade gold-bearing zones with stretch of 300m and more and with the strength of 0.5m-2.5m (the prognostic depth more than 200m) have been revealed, where the gold content corresponds to the industrial level.