

## О Т З Ы В

официального оппонента на работу Ю. И. Тарасовой  
*«Особенности распределения и формы нахождения золота, серебра и  
сопутствующих элементов в потоках рассеяния золото-серебряных  
зон Дукатского месторождения (Северо-Восток России)»*,  
представленную в качестве диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09  
– геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Серебряный гигант России - месторождение Дукат – расположено в пределах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП). Границы рудного района совпадают с полями развития позднемеловых вулканитов игнимбритовой риолитовой формации и небольших позднемеловых гранитоидных массивов, объединяемых в рудоносную андезит-игнимбрит-гранодиоритовую вулcano-плутоническую ассоциацию. Выделяемые в рудном районе четыре рудных узла: Теплый, Гольцовый, Дукатский, Арылахский размещаются вдоль ССЗ разлома с шагом 40-60 км. Минерализованные зоны — это мощные протяженные зоны разноориентированной трещиноватости и многократного дробления, приуроченные к долгоживущим разломам. Они состоят из стволых жил и в несколько раз превышающих их по мощности ореолов прожилково-вкрапленной минерализации, тел оруденелых взрывных брекчий и туффизитов. Оруденение имеет неравномерное распределение. Большая часть запасов сосредоточена в рудных столбах, которые размещаются на сочленениях разнонаправленных рудных тел, на их перегибах, в участках пересечения с крупными рудоподводящими разломами и под экранами горизонтов осадочных пород. Сложный полихронный характер развития руд и ореолов, в конечном итоге, значительно затрудняет проведение традиционных геолого-поисковых работ. В связи с этим, проведение специализированных геохимических работ по изучению экзогенных аномальных геохимических полей (АГХП), выявленных в результате съемок по литохимическим потокам рассеяния (ЛПР), приобретает всё более важное значение, что и обуславливает актуальность приводимых в диссертации результатов исследований.

Основой диссертации Ю. И. Тарасовой является достаточно большой оригинальный материал, полученный автором при всестороннем изучении рыхлых аллювиальных отложений водотоков, дренирующих Au-Ag рудные зоны Дукатского месторождения, а именно в пределах выбранного эталонного объекта (участок Чайка - Искра). Следует подчеркнуть, что автором диссертационной работы и её научным руководителем очень четко и продуманно сформулированы цели и задачи работы. Это очень импонирует при знакомстве с работой.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения, включает список литературы из 195 наименований, содержит достаточное количество рисунков, микрофотографий, таблиц и графиков.

**Первая глава** «Геолого-геохимическая характеристика района работ и методы исследования» (32 стр.) является по сути обзорной и посвящена истории открытия и исследования Дукатского месторождения, физико-географическим особенностям территории. Обычно последние сведения кажутся лишними, являясь традиционной данью геологическим отчетам, но не в этом случае. Здесь характеристики рельефа, климата и гидрогеохимии совершенно необходимы для понимания дальнейших авторских интерпретаций, поскольку к этому привязаны методические приемы опробования и последующего анализа полученных аналитических данных. В разделе 1.3 данной главы «Геолого-геохимические особенности Дукатского месторождения» достаточно сжато, но очень информативно показаны основные черты геолого-структурной позиции месторождения, рудной минерализации жильных зон. Показано, что для преобладающей части минерализованных зон характерен полиформационный и полистадийный характер развития рудной минерализации. С этим трудно поспорить, поскольку для всех уникальных по масштабам месторождений характерен именно такой ход геологического развития. Правильно расставлены акценты при характеристике исследуемого участка Чайка, ибо выявленные здесь золото-серебряные руды по своему составу и характеру связи с магматизмом являются типичными представителями эпитермальной Au-Ag формации, что было ранее убе-

дительно показано Р.Г. Кравцовой (2010), но имеют и специфические особенности, в частности в минеральном составе. Здесь же показаны индикаторные геохимические ассоциации и особенности их распределения для эндогенных и экзогенных АГХП, что в дальнейшем можно использовать для понимания региональной зональности территории. Завершается первая глава описанием методов исследования как полевых и пробоподготовительных, так и аналитических, сопровождающихся последующей математической обработкой информации.

В качестве дискуссии, следует обратить внимание диссертанта на следующее *a priori* заявление: «Предполагается, что ФН элементов-индикаторов оруденения в ЛПП в целом согласуются с ФН этих элементов в рудах и в достаточной степени отражают особенности их минерального и геохимического состава» (стр. 38). Так ли это будет всегда? Кроме того, следует уточнить шаг опробования (стр. 39) при геохимической съемке масштаба 1: 50000 по литохимическим потокам рассеяния. Вероятно, закрапалась опечатка.

В целом, несмотря на существенно обзорный характер, первая глава достаточно информативна и существенных замечаний не вызывает.

В главе 2 «Особенности распределения Au, Ag и сопутствующих элементов в литохимических потоках рассеяния» (39 стр.) автором характеризуются состав и особенности распределения элементов-индикаторов Au-Ag оруденения в литохимических потоках рассеяния исследуемого участка Чайка. При этом характеризуется распределение не только главных сопутствующих оруденению элементов, но и «чужеродных» - Mo, W, Sn, Mn, Bi, в основном, не относящихся к Au-Ag минерализации, а связанных с процессами выветривания вмещающих пород и участками более поздней минерализации, при этом образующих аномалии, с Au-Ag рудами не связанные.

Текст главы отличается четкостью и понятностью излагаемых данных. Показано, что уровни концентрации главных (Au, Ag) и сопутствующих элементов-индикаторов оруденения (Hg, Sb, As, Cu, Pb, Zn) в литохимических потоках рассеяния, сформированных дренирующими рудные зо-

ны Дукатского месторождения водотоками I и II порядка, в целом идентичны составу первичных вулканогенных Au-Ag руд. Особенно явно эта тенденция прослеживается в головной части потока, далее – аллювиальный материал разубоживается, что приводит к общему снижению содержаний. В общем виде эта тенденция свойственна для всех главных и сопутствующих элементов-индикаторов.

Недостатком же данной главы, по моему мнению, является излишняя перегруженность текста совершенно излишними сведениями, зачастую имеющими исключительно обучающее значение. Так, непонятно, зачем проводить в диссертационной работе такой ликбез, как приведение обширных сведений о золоте, имеющем «№ 79 в Периодической таблице, относимом к группе благородных металлов и расположенном под Ag в 1б подгруппе 6-го периода» (стр. 50-51). То же самое относится к серебру (стр. 54). Зачем для смысла диссертации необходима информация о том, что «у серебра два стабильных изотопа  $^{107}\text{Ag}$  и  $^{109}\text{Ag}$  и более 30 радионуклидов»? Любопытно, что автор устойчиво продолжает химический ликбез и для остальных элементов-индикаторов: Hg, Sb, Fe, Cu, Pb, Zn, а потом ещё Mo, W, Sn, Bi, Mn, описывая соотношения стабильных изотопов и радионуклидов, даже приводя температуры плавления и кипения и много ещё чего другого, совершенно не относящегося к теме диссертации в целом, а уж к защищаемым положениям, в особенности. Возможно, диссертант рассчитывает, что её работу доведется читать школьникам, ещё не постигшим учебник химии за 8 класс. И далее (стр. 54), «Приуроченность высоких содержаний рудных элементов к мелкой фракции (-0.25 мм) вероятно всего объясняется широким развитием здесь глинистых минералов и гидроксидов Fe и Mn». То, что расписано во всех учебниках (В.И. Красников, 1959), методических пособиях и инструкциях (например, 1983) относительно материала опробования при литохимических поисках, вряд ли требует подтверждения или ревизии. [Кстати, все эти материалы в списке литературы присутствуют]. Если же вы говорите о сорбции рудных элементов глинистыми частицами и гидрооксидами Fe и Mn, то лучше это не декларировать, а доказать.

По сути дела, данные этой главы обосновывают первое защищаемое положение, не вызывающее возражений.

**Глава 3 «Формы нахождения Au, Ag и сопутствующих элементов в литохимических потоках рассеяния»** является в диссертационной работе самой объемной (59 стр.). Базовым посылом данной главы является обоснованное Р.Г. Кравцовой (2007, 2010, 2011) заключение о независимости содержаний Au в литохимических потоках рассеяния от масштабов и формационного типа коренного оруденения месторождения Дукат. Важное значение могут приобретать другие причины - ландшафтно-геохимические условия, в том числе участие криолитозоны, положение рудных тел, уровень их эрозионного среза и т.д. Другими словами, для оценки рудно-формационной принадлежности аномалий, их промышленной значимости и выявления «ложных» из них необходимы дополнительные критерии, в качестве одного из которых предлагается использовать не только формы нахождения (ФН) Au и Ag, как главных элементов-индикаторов оруденения, но и сопутствующих элементов. Несомненным достоинством данной главы является её абсолютная «геологичность». В ней приведены результаты исследования минерального состава рыхлых отложений потоков рассеяния и состава выявленных минералов, которые изучены с помощью оптических методов, а более детально с помощью микронзондового анализа. С учетом крайней «мизерности» исследуемого минерального вещества по количеству и размерности, следует признать, что диссертант проделала грандиозную по объему и тщательности работу и получила весьма качественные результаты.

В виде замечания, хотел бы обратить внимание на неоднозначность исходного постулата о том, что разница между результатами атомно-абсорбционного и сцинтилляционного методов соответствует доле золота, находящегося в тонкодисперсной форме. Думается, что подобное утверждение необходимо доказывать и доказывать. Из этого же логично вытекает второй вопрос – как и на основании чего автор выделяет «ультрадисперсное (0,1 – 1 мкм) и коллоиднодисперсное (менее 0,1 мкм) Au», причем доля последнего увеличивается (на фоне снижения концентраций золота) в

шлейфе потока (стр. 94). Ссылка на табл. 23 ничуть не помогает. Вычитание цифр содержания Au одного анализа из другого вряд ли можно воспринимать серьезно при рассуждениях о соотношениях столь тонких гранулометрических классов. Других доказательств в работе я не нашел.

С моей точки зрения, *шедеврально* выглядит отрывок текста диссертации (стр. 100): «Следует отметить низкую устойчивость минералов серебра под действием электронного зонда (Павлова, Кравцова, 2006). В связи с этим для крайне локальной области концентрирования Au (рис. 14а, точки 13, 14) **не удалось** получить изображение в рентгеновских лучах. На изображении в обратно рассеянных электронах эта область также **не выделяется** из-за практически совпадающих средних атомных номеров матрицы с золотом и матрицы окружающих эту область серебряных участков. Тем не менее, полученные данные указывают на существование как минимум коллоиднодисперсной и так называемой «связанной» с сульфидами (сорбционной? структурной?) формы золота» (выделения оппонента).

Думается, в процедуре защиты диссертант приведет весомые доказательства в пользу своих рассуждений.

В целом, глава представляется одной из наиболее интересных в работе и базируется, в основном, на собственных исследованиях автора. В этой главе приведен обширный минераграфический материал, а также результаты микронзондового анализа рудных минералов. В результате подробно охарактеризован минеральный состав литохимических потоков рассеяния, с акцентом на Au и Ag. Даны подробные взаимоотношения минералов между собой, проведено сопоставление гипогенных и гипергенных минеральных форм. Хотелось бы при защите услышать от диссертанта – что она понимает под гипергенным самородным серебром (стр. 112), гипергенным акантитом (стр. 120) и т.д. – минеральные формы, находящиеся в зоне гипергенеза, или образовавшиеся в гипергенной зоне?

В целом, данные этой главы, максимально насыщенной микрофотографиями и таблицами, достаточно убедительно обосновывают второе защищаемое положение.

**Глава 4** «Особенности формирования литохимических потоков рассеяния», являясь также достаточно объемной (34 стр.), посвящена обоснованию важности роли хемосорбции в условиях криолитозоны. Рассматривается комплекс факторов, которые влияют на количественные взаимоотношения элементов и формы их нахождения в АГХП. К числу таких факторов диссертант относит свойства элементов, процессы химического выветривания, а также факторы внешней среды: разветвленность гидросети, динамический режим и состав подземных вод, климат и мерзлотные условия, влияние склоновых процессов, морфология рудных тел, уровень эрозионного среза. Подчеркивается, что главными факторами перевода микрокомпонентов (Au, Ag, Hg, Sb, As, Cu, Pb и Zn и др.) в воду, их преобразования и осаждения, являются процессы химического выветривания.

Было бы не лишним вспомнить, что на протяжении ряда лет в Институте геохимии им. А.П. Виноградова проводились активно поддерживаемые Львом Владимировичем Таусоном очень результативные исследования по экспериментальному и физико-химическому моделированию поведения золота в гипергенных условиях. Было показано, что Au в зоне гипергенеза обладает достаточно высокой миграционной способностью, позволяющей формироваться вторичным его концентрациям не только в зонах окисления золото-сульфидных месторождений, но и в корах выветривания и россыпях [Митрофанов и др., 1981; Королева и др., 1984]. Л.В. Таусоном с соавторами [1989] подчеркивалось, что увеличение гранулометрии золотин в золотоносных россыпях наиболее интенсивно должно происходить в зонах криогенеза. Отрадно, что подобные исследования продолжаются и сегодня, примером чему является настоящая диссертационная работа.

Основным недостатком данной главы являются многочисленные повторы из предыдущих разделов и обсуждение в излишне многословной форме частных вопросов общего характера (основы формирования кор выветривания и зон окисления, детальное рассмотрение факторов выветривания и форм переноса элементов и т.д. и т.п.), не имеющих прямого отношения к сути защищаемых положений. Большинство из этих рассуждений

ориентированы, в лучшем случае, на студентов младших курсов. Думается, соискатель в дальнейшей работе учтет эти замечания. В целом же, никаких принципиальных возражений приведенные результаты и их интерпретация не вызывают. Материалами данной главы обосновывается третье защищаемое положение.

Таким образом, приведенные в диссертационной работе Ю.И. Тарасовой результаты геологических и минералого-геохимических исследований для Дукатского рудного поля позволили автору получить новые данные, позволяющие ответить на главный вопрос работы об особенностях распределения и формах нахождения рудных элементов в рыхлых отложениях ЛППР для выявления эффективных критериев поисков и оценки Au-Ag минерализации. Все поставленные в работе задачи выполнены с достаточной полнотой. Ряд замечаний носит частный или дискуссионный характер и не портят положительного впечатления от представленной работы.

Отдельные положения диссертационной работы неоднократно докладывались на Всероссийских и Международных конференциях.

Диссертационная работа хорошо оформлена, сопровождается информативным табличным и графическим материалом, качественными микрофотографиями, большим списком литературы.

Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в опубликованных работах. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

В целом диссертационная работа Ю.И. Тарасовой, обобщающая результаты авторских исследований по выявлению особенностей распределения и форм нахождения Au, Ag и сопутствующих элементов в потоках рассеяния золото-серебряных зон Дукатского месторождения и базирующаяся на большом оригинальном геологическом и минералого-геохимическом материале, является законченной научно-исследовательской работой. Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается не только обширным фактическим материалом, лежащим в её основе, но и тем, что они действ-

венны для широкого круга месторождений, разнородных по своей масштабности, геологическому строению, временному положению, расположенных на слабо изученных территориях северных регионов, где на формирование литохимических потоков рассеяния накладывает свой отпечаток криолитозона.

По постановке проблем и их решению работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Ю.И. Тарасова заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

**Сведения об оппоненте:**

Калинин Юрий Александрович,

**Почтовый адрес:** 630090, г. Новосибирск, проспект академика Коптюга, 3,

**Телефон:** 8-383-3307339,

**E-mail:** Kalinin@igm.nsc.ru

**Наименование организации:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук

**Должность:** заведующий лабораторией прогнозно-металлогенических исследований

Доктор геолого-минералогических наук,  
Зав. лабораторией прогнозно-металлогенических исследований ИГМ СО РАН



*Ю.А. Калинин* Ю.А.Калинин

2 апреля 2015 г.

ПОДПИСЬ / ДОСТОВЕРНО  
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ  
В.В. ГАЛЬЦОВА

*В.В. Гальцова*  
02.04.2015г.