

1

Отзыв официального оппонента
на диссертацию, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук по специальности 25.00.11 – “Геология, поиски и разведка
твердых полезных ископаемых, минерагения”.

**«Позиция, геологическое строение и минералого-геохимическая характеристика
золоторудных объектов Топольнинского рудного поля (Алтайский край)»**

автор: Окулов Алексей Вячеславович

Работа посвящена проблеме прогнозирования и определения перспективности золотого оруденения Топольнинского рудного поля (Алтайский край). При подготовке работы решались задачи, касающиеся выделения основных элементов геологической обстановки локализации золоторудных объектов, определения минералого-геохимических характеристик рудных объектов, в том числе типоморфизма золота и, наконец, типизации золоторудных объектов по геологическим характеристикам с дальнейшей разбраковкой выделенных типов по уровням перспективности. В качестве основного метода исследований использована разработка геолого-поисковых моделей рудных объектов.

Актуальность и практическая значимость работы не вызывает сомнений, так как типизация и ранжирование золоторудных объектов по перспективности позволит сократить затраты на геологоразведочные работы и в сжатые сроки обеспечить сырьевой базой действующие предприятия, как за счет обнаружения слабоэродированных объектов, так и за счет выявления новых перспективных типов золотого оруденения.

Личный вклад автора. В основу исследования положен значительный фактический материал (схемы, карты, разрезы, данные геохимического опробования, материалы первичной документации, аншлифы, образцы) по коренным объектам Топольнинского рудного поля (Алтайский край), обработанный и проанализированный автором в 2014-2016 гг. Задokumentировано более 1000 п.м. полотна выработок и керна скважин. В 215 прозрачных и полированных шлифах изучен минеральный состав руд, определены взаимоотношения минеральных ассоциаций, некоторые типоморфные особенности золота с использованием элементов методики комплексного исследования золота (методика разработана в ЦНИГРИ), в т.ч. определение состава золота и сопутствующих минералов на микронзонде и многократное последовательное структурное травление золотин. Для характеристики состава первичных ореолов рассеяния и состава руд использованы результаты пробирного и спектрального анализа.

Для интерпретации результатов исследований подготовлены геологические схемы и карты масштаба 1:10000-1:5000, построены разрезы, необходимые графики и таблицы,

суммирующие полученные автором результаты. На многочисленных микрофотографиях приведены достаточно убедительные данные, подтверждающие последовательность минералообразования и обосновывающие предложенный автором вариант последовательности минералообразования. Проведены обобщения и статистическая обработка полученных аналитических данных.

На основе разработанных автором геолого-поисковых моделей рекомендованы перспективные площади для поисков золото-скарновых месторождений.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые для Топольнинского рудного поля обосновано выделение двух типов рудных объектов, различающихся по некоторым геологическим (структурная позиция, особенности магматизма и морфология рудных тел) и минералого-геохимическим параметрам. Высказано предположение о различной перспективности этих объектов. Кроме того, впервые для рудного поля получены данные по типоморфизму золота из различных гидротермально-метасоматических образований. Установлено, что золото распространенное и в скарноидах и в жильно-прожилковых зонах с золото-сульфидно-кварцевой минерализацией отличается от золота установленного только в жильно-прожилковых зонах пониженной пробностью, присутствием примеси Вi, Те, и Нg и отсутствием примеси Сu.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения. Текст диссертации (187 стр.) сопровождается 43 иллюстрациями и 7 таблицами, список литературы содержит 129 наименований.

Введение и 1-я глава содержат литературный обзор истории изучения и сведения о геологическом строении Топольнинского рудного поля. Главы диссертации 2-4 полностью освещают основные защищаемые положения. В 5-ой главе кратко охарактеризованы месторождения-аналоги.

Доказательство защищаемых положений проводится методом индукции. На значительном фактическом материале (10 рудопроявлений, расположенных на площади и 4-е месторождения-аналога) выделяются общие для всех объектов геологические условия их локализации и минералого-геохимические характеристики. Проводится группировка объектов, и полученные результаты распространяются на всю площадь рудного поля.

В первом защищаемом положении (вторая глава диссертации) автор утверждает, что золоторудные объекты локализованы в экзоконтакте массивов гранитоидов в двух геологических обстановках: в области крутопадающего контакта массива с терригенно-

карбонатной толщей, осложненной «дугowymi» и отдельными линейными разрывными нарушениями различной ориентировки, контролирующими положение апофиз массива и отдельных даек; и в области крутопадающего контакта массива с терригенно-карбонатной толщей, осложненной региональными линейными разрывами северо-западной ориентировки, контролирующими размещение многочисленных разновозрастных даек «пестрого» состава.

Для доказательства данного тезиса автором приведены данные предшественников и данные, касающиеся размещения и геологического строения конкретных рудных объектов, которые и позволяют утверждать, что рудоконтролирующих обстановок всего две, а наиболее надежным маркером одной из них являются дайки пестрого состава.

Во втором тезисе (вторая глава диссертации) автор утверждает, что золоторудные объекты Топольнинского рудного поля относятся к двум типам, отличающимся как по вещественному составу руд, так и по степени их золотоносности. К первому типу отнесены объекты, представленные золотоносными скарнами, локализованными в терригенно-карбонатных образованиях. Ко второму типу относятся объекты, представленные золотоносными скарнами, скарноидами и более поздними золото-сульфидно-кварцевыми минерализованными зонами, наложенными на золотоносные скарны, гранитоиды массива, дайки и терригенно-карбонатные образования. Второй тип наиболее перспективен.

Для подтверждения этого тезиса автором проанализированы данные предшественников и собственные наблюдения над взаимоотношениями гранитоидов, метасоматических тел, жильных и прожилково-вкрапленных руд, детально описаны зоны контактов гранитоидных массивов и геологическое строение некоторых перспективных рудопроявлений.

В 3 главе приведен фактический материал, обосновывающий геохимические различия между выделенными типами оруденения. Третье защищаемое положение сформулировано следующим образом: «золоторудные объекты первого типа в геохимических полях фиксируются ореолами Au, Cu, Ag и Bi, интенсивность которых определяется масштабами проявления и составом основной продуктивной золото-борнит-халькопиритовой с висмутином и теллуридами Bi, Ag, Pb минерализации. Золоторудные объекты второго типа в геохимических полях фиксируются ореолами Au, Cu, Ag, Bi, Zn, As, W, Pb и др., отражающими не только состав рудных скарнов, но и набор рудных минералов, установленный в жильно-прожилковых зонах золото-сульфидно-кварцевого состава (галенит, арсенопирит, минералы группы блеклых руд).»

Для доказательства тезиса приводятся результаты обработки данных о составе первичных геохимических ореолов, полученных спектральным полуколичественным анализом. Данные обработаны грамотно. Изучены корреляционные связи между элементами. С помощью факторного анализа установлены основные геохимические ассоциации, в том числе и для золота. Результаты представлены в виде графиков изменения содержаний рудных элементов, сопоставленных с геологическими разрезами. Установленные автором типоморфные особенности золота, в частности появление двух морфологических разновидностей с различающимся составом на объектах второго типа, достаточно убедительно свидетельствуют в пользу высказанных автором утверждений. В тоже время, в самом тезисе типоморфизм золота не упоминается и, таким образом, рассматривается факультативно.

В четвертой главе автор предпринята попытка синтеза полученной информации в виде геолого-поисковых моделей золоторудных проявлений Топольнинского рудного поля. Соответственно сформулирован четвертый тезис, звучащий скорее как вывод из проделанных исследований: Разработаны геолого-поисковые модели для объектов первого и второго типа, включающие элементы геологической обстановки их нахождения, вещественный состав, геохимическую характеристику руд, гидротермально измененных пород и самородного золота, а так же данные о позиции перспективных участков в геофизических полях. К главным критериям, определяющим локализацию объектов наиболее перспективного типа отнесены: геолого-структурная позиция, магматические образования, рудоконтролирующие нарушения. Подготовленные модели могут быть использованы при выборе перспективных площадей, а так же для ранжирования перспективных участков по последовательности проведения ГРР.

Для доказательства тезиса обсуждаются результаты, полученные автором и его предшественниками в пределах рудного поля. На основе сравнительного анализа выделяются общие и различающиеся характеристики объектов Топольнинского поля и золото-скарновых месторождений других рудных полей. Выделяются критерии первой группы (структурные, литолого-фациальные и рудно-формационные) и критерии второй группы (признаки, признаковые элементы моделей) (метасоматические, геохимические и минералогические) необходимые для оконтуривания площадей и участков в пределах рудных полей. В качестве доказательства тезиса повторно приводятся данные о литологии вмещающих пород, ориентировке рудоконтролирующих разрывов, распространенности даек и рудной минерализации. На основе минералогических исследований сделан вывод о значимости различий между прожилковыми рудами в скарнах и жильно-прожилковыми в скарнах и скарнированных породах. Автор подтверждает ранее сделанные выводы о

наложенном характере оруденения и, соответственно, о невысоком значении скарнов, как поискового критерия. Впрочем, как следует из текста, наличие или отсутствие скарнов вообще не является критерием для выделения наиболее перспективных участков в пределах рудного поля. Последняя часть тезиса вполне доказывается тем, что автором на основании предложенных критериев выделены некоторые участки для проведения работ.

В пятой главе приведены реферативные данные по золото-скарновым месторождениям-аналогам.

К основным недостаткам работ относятся следующие:

1. *Автор крайне ограниченно применяет современные методы исследований, которые могли бы увеличить доказательную силу его аргументации.* На невысоком уровне проведены структурные исследования, не использованы или не проинтерпретированы данные по составам гранитоидов, данные по составу и особенностям флюидных включений. Полуколичественное спектральное определение 33 элементов позволяет судить только о самых общих закономерностях поведения элементов. Следовало заверить полученные массовые результаты статистически значимым количеством более точных определений, например, выполнив в лаборатории ЦНИГРИ анализы типичных руд и метасоматитов методом ICP MS.

2. *При прогнозировании следовало использовать метод последовательных приближений, а также учитывать существующую стадийность геологоразведочных работ. Необходимо разделить характеристики, относящиеся к региональному контролю рудных полей и касающиеся локального прогноза в пределах рудных полей.* Это позволило бы избежать ненужных повторов в описаниях объектов и разделить критерии прогноза на региональные и локальные, а затем ранжировать их по значимости. В самом деле, нет никакой необходимости при прогнозировании в пределах рудного поля знать о том, какими разломами контролируются рудные тела (дугowymi или северо-западными), а важно знать какова кинематика этих разломов, чтобы предсказать положение возможных зон растяжения (контроль мощности рудных зон, возможных уровней содержания и даже вероятный минеральный состав руд), рассчитать смещения рудных зон и т.п. Зоны скарнирования вокруг гранитоидных массивов также относятся к региональному уровню прогнозирования, т.е. будут важны при выделении рудных полей, а на выделение участков в пределах этих полей не окажут значительного влияния. В ЦНИГРИ детальнейшим образом разработаны методики локального прогноза месторождений благородных металлов, краугольными камнями в которых является выполнение принципа последовательных приближений, сомасштабности исследований и соблюдение

стадийности работ. Можно рекомендовать автору внимательно ознакомиться с этими публикациями.

3. Автор, обсуждая вопросы, характеризующие минералого-геохимическую зональность, совершенно не затрагивает темы уровня эрозионного среза объектов. Отсутствие обсуждения вопросов, связанных с вертикальной зональностью оруденения и кинематикой рудовмещающих разломов ставит под сомнение все гипотезы высказанные автором. Следовало рассмотреть вертикальную зональность выявленных рудных объектов и уточнить, не связаны ли выявленные различия установленных типов минерализации с различным уровнем их эрозионного среза.

4. Недостатком методологического плана является использование для доказательства тезисов исключительно метода индукции. Напомним автору, что даже очень большое число подтверждающих фактов в отношении того или иного утверждения, полученного путём индуктивного обобщения, делает его лишь весьма вероятным, но не безусловно достоверным. При этом достаточно одного, но вполне бесспорного, опровергающего факта для того, чтобы это индуктивное обобщение было отброшено как негодное. Приведем пример месторождения Канделярия (Чили), где скрытое оруденение было выявлено после проведения буровой программы в пределах развития слабоминерализованных скарнированных тел. Выскажем предположение, что в скарновых телах Топольнинского рудного поля проявлены сигналы слабоэродированных золоторудных объектов и увидим, что предлагаемые автором критерии приведут к их пропуску. А ведь в пользу незначительного среза отбракованных автором рудных объектов свидетельствует минералого-геохимическая ассоциация (теллуриды золота и борнит) и низкая пробность золота в скарнах, а также прожилковый характер минерализации, и даже малое количество вскрытых эрозией даек.

5. Недостатком редакционного плана является нечеткая формулировка тезисов, многочисленные повторы, характеризующие общие для выделяемых типов геологические обстановки, в том числе и в выводной таблице, где дважды в разных графах повторяются общие для выделенных типов параметры. Отметим отсутствие в диссертации ссылок на работы зарубежных авторов (например: L.D.Meinert et al. 2005), которые подчеркивая отсутствие генетической связи между золотым оруденением и скарнами, тем не менее, продолжают выделять золото-скарновую рудную формацию, считая скарны достаточным критерием для проведения работ на золото.

Оценивая диссертацию в целом, необходимо отметить, что защищаемые положения подтверждены фактическим материалом, значительная часть которого изучена лично

автором. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит некоторые новые научные результаты, касающиеся типизации золоторудных проявлений Топольнинского рудного поля и типоморфизма золота золото-скарновых месторождений. В целом, диссертация носит практический характер, теоретическим аспектам, например генезису золото-скарновых месторождений, отводится незначительное место. Предложенные поисковые решения достаточно аргументированы.

Рекомендации автора использованы в производственных отчетах. Основные материалы и положения диссертации опубликованы в 8 печатных работах, в том числе в 6 тезисах докладов и 2 статьях в рецензируемом журнале, входящем в перечень ВАК Минобрнауки РФ.

Несмотря на высказанные замечания, работа производит положительное впечатление, что обусловлено высоким уровнем выполнения графических приложений и достаточно грамотным геологическим подходом к решению поставленных задач. Содержание автореферата, в целом, соответствует диссертационной работе. Диссертация рекомендуется для проведения защиты, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

В.н.с. лаборатории геологии
рудных месторождений ИГЕМ РАН
кандидат геолого-минералогических наук



Аристов В.В.

Аристов Василий Васильевич, ведущий научный сотрудник лаборатории геологии рудных месторождений Федерального государственного бюджетного Учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, к.г.-м.н.

119017 Москва, Старомонетный пер., 35, ИГЕМ РАН

Телефон: 89037800330; E-mail: rstvvv@yandex.ru

Подпись руки
удостоверяется

28.08.2017.

