

**Отзыв официального оппонента  
на диссертационную работу Некрасовой Натальи Александровны**

**«ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАНИМБА  
(ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)»**

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

Несмотря на многолетнюю историю изучения золоторудных месторождений Енисейского кряжа, многие особенности формирования месторождений остаются недостаточно изученными. Между тем наращивание добычи золота компанией ПАО «Полюс Золото» требует расширенного воспроизводства минерально-сырьевой базы. Для реализации перспектив её развития (а они по мнению большинства специалистов, достаточно высоки), необходимо поднять научность геологоразведочной отрасли. С этих позиций несомненна актуальность работы диссертанта, направленной на проведение комплексных исследований минералов, пород и руд, что позволяет расширить теоретические основы золоторудогенеза в углеродисто-терригенных толщах региона, а также даст возможность сформулировать новые поисковые критерии и признаки на благороднометальное оруденение.

Диссертация Н. А. Некрасовой общим объемом 171 страница, состоящая из введения, 5 глав, заключения, списка литературы (137 наименований), 63 рисунков и 33 таблиц посвящена изучению особенности геологического строения золоторудного месторождения Панимба и в результате, на основе данных полученных экспериментальным путем, установлены дополнительные прогнозно-поисковые критерии, позволяющие более эффективно проводить поисковые работы. Диссертационная работа базируется на обширном фактическом материале, собранном диссертантом в процессе выполнения договорных работ, а также – коллекции научного руководителя и сотрудников Томского государственного университета.

Основные результаты исследований автора суммированы в трех защищаемых положениях, которые в диссертационной работе достаточно аргументированы и обоснованы на базе обширного фактического материала. Новизна их, в первую очередь, заключается в комплексном исследовании петрографии, минералогии и геохимии пород и руд, по результатам которого Наталья Александровна установила особенности геологического строения, структуру и состав элементов-примесей в сульфидных минералах и самородном золоте; определила РТХ-параметры гидротермального флюида и

условия локализации руд месторождения Панимба. Некрасова Н. А. определила условия формирования кварцево-жильных образований, что позволило более точно оконтурить безрудные участки и рудные зоны. Впервые при изучении золоторудных месторождений в углеродистых толщах, применен комплексный подход к исследованию углерода и его соединений во вмещающих породах и рудах. Представлен авторский вариант генезиса месторождения, что несомненно будет способствовать эффективному использованию средств при поисковых и оценочных работах на золото в центральной части Енисейского кряжа.

Обоснование первого защищаемого положения приводится в главах 1 и 2. В диссертационной работе аргументировано показано, что осадочные и магматические породы претерпели ряд последовательных метаморфогенно-гидротермальных изменений и являются полиметаморфическими образованиями; выделены пордообразующие события, сформировавшие существенные текстурно-структурные и минеральные особенности руд; определены температуры регионального и контактowego метаморфизма. Доказано, что в пределах рудного поля месторождения Панимба полиметаморфические породы, которые генетически связаны с многостадийным процессом формирования золотого оруденения, подвергнуты более низкотемпературным гидротермальным изменениям, чем метаморфические. Автором также установлено, что гидротермально-метасоматически измененные породы не всегда пространственно совпадают с контурами рудных тел и даже с геохимическими ореолами золота, что естественно необходимо учитывать при поисковых работах. В результате исследований детально изучены углеродизированные породы, показано, что углеродистое вещество в сланцах и кварце представлено образованиями графита с дефектами на краях и внутри графеновых слоев. При детальном изучении углеродистого вещества установлено, что в золотоносном кварце характерно присутствие аморфного углерода и углерода со степенью разупорядочения выше, чем не золотоносного. Помимо твердых углеродистых образований, в составе пород рудного поля, выявлены битумоиды, преимущественно приуроченные к зонам скопления рудных минералов, трещинам сланцеватости, кливажа и прожилкам. Кроме этого, Натальей Александровной изучен химический состав типоморфных минералов измененных пород и выделены их химические разновидности. Все выше перечисленное способствовало созданию авторского варианта модели формирования месторождения Панимба.

Обоснование второго защищаемого положения приводится в главах: 2 и 3. При детальном изучении керна скважин установлено, что золотосульфидная минерализация развита в виде вкрапленной примеси во всех литолого-стратиграфических разновидностях

пород рудного поля и характеризует рудоносную минерализованную зону. Показано, что, не смотря на общую сульфидизацию пород, в целом сохраняются устойчивые минеральные ассоциации. В качестве главных минеральных ассоциаций автор выделяет: пирит + халькопирит; пирит + пирротин + халькопирит; арсенопирит + пирит + пирротин + халькопирит, что является типичным для ряда месторождений Енисейской золотоносной провинции.

Не малый интерес представляет минеральный состав руд, определенный не только с помощью оптической микроскопии, но и при помощи электронной микроскопии. Наличие в рудах теллуридов, по мнению автора, указывает на глубинный источник рудообразующих флюидов.

Хочется особо отметить раздел 3.2, в котором приводится химический состав главных минералов руд, указывающий на ряд особенностей при их формировании. Приведенные данные показывают, что минералы имеют неоднородный состав в пределах минерализованных зон и рудных тел как в агрегатах, так и в пределах одного зерна, что как считает автор, является следствием широких вариаций термодинамических параметров гидротермальных растворов в рудолокализующем пространстве месторождения. По отношению S/Fe выделены разновидности: пирротина – три; пирита – семь; халькопирита – три, однако, по мнению диссертанта, химические разновидности минералов не сопоставимы с генерациями, а их образование связано с фациальными условиями кристаллизации в пределах стадий.

Обоснование третьего защищаемого положения приводится в главах: 3, 4 и 5. Одним из основных результатов исследования является определение абсолютной геохронологии главных событий в рудном поле, которое определялось методами U – Pb и Ar-Ar- датирования по цирконам из проб гранита и сульфицированного сланца, а также по мусковиту из жильного кварца. Глава «Экспериментальные исследования флюидных включений в жильном кварце и пирротине» содержит новые данные, позволившие установить РТХ- параметры рудообразующего флюида и условия формирования месторождения. Выполненный сравнительный анализ термобарогеохимических условий формирования месторождений Енисейского кряжа показал, что месторождение Панимба наиболее близко, по температурному полю образования жильного кварца, Нижне – Чиримбинскому и Вангашскому рудным узлам, а также месторождению Герфед, по физико-химическим параметрам золоторудному месторождению Олимпиада. Установлено, что жильный кварц месторождения Панимба образован в более восстановительных условиях, чем флюиды жильного кварца месторождения Богунайское. Высокое содержание углекислоты во флюидах кварца коррелирует с золотоносностью,

как на месторождении Панимба, так и на месторождениях Советское, Герфед и Богунайское.

Положительно оценивая результаты исследований диссертанта, обоснованность, достоверность и новизну защищаемых положений, остановлюсь на некоторых замечаниях и пожеланиях.

1). В диссертации отсутствуют главы «Обзор ранее выполненных исследований» и «Методика выполненных исследований».

Месторождение Панимба известно с 60<sup>х</sup> – 80<sup>х</sup> годов прошлого столетия. За достаточно длительный период времени с момента открытия месторождения на данной территории работали многие исследователи, все они внесли посильный вклад в изучение, как района работ, так и самого месторождения. По мнению рецензента, в данной работе следовало бы отразить основные этапы и результаты проведенных исследований, и остановится на не решенных проблемах, тогда более бы убедительно выглядела актуальность выполненных исследований.

В начале глав три, четыре и пять сделана попытка пояснить методику выполненных исследований. Однако приведенные сведения практически не раскрывают методы исследований, так как автор постоянно предлагает для ознакомления с методикой обращаться к первоисточникам, причем не понятно имел ли автор какое-то отношение к этим публикациям. Приведу лишь один пример «Интерпретация и установление природы серы выполнены по материалам, опубликованным ранее [Интерпретация геохимических данных, 2001; Кряжев, 2017]», стр. 67. В таком случае автору следовало вместе с диссертацией представить рецензенту все первоисточники, на которые имеются ссылки в тексте диссертации, по поводу методики выполненных исследований, а лучше – изложить её в отдельной главе.

2). В тексте диссертации неоднократно указывается, что выполненные исследования «...будут способствовать...выделению и развитию прогнозно-поисковых критериев ...» (стр. 4), «На основе данных ... расширяется возможность выделения критериев при прогнозно-поисковых работах ...» (стр. 8) и это действительно так. Работа Некрасовой Н.А. имеет большое практическое значение и полученные результаты могут с успехом использоваться при поисках месторождения золота на Енисейском кряже, жаль только, что автор не сформулировал эти критерии. По мнению рецензента, более целесообразно сформулировать поисковые критерии в виде третьего защищаемого положения, а второе и третье – объединить.

3). На стр. 71 в таблице 3.2 приводится схема последовательности минералообразования в которой указывается, что руды месторождения Панимба были

сформированы в четыре стадии, не оспаривая данное утверждение, хотелось бы видеть на основании каких факторов были проведены границы стадий. Надо сказать, что у автора было достаточно данных для обоснования выше упомянутых границ. Это 375 анализов температур гомогенизации в кварце, 29 анализов температур растворения кристалла и т.д. (смотри стр. 6 диссертации). Убедительнее – составить парагенетическую схему минералообразования, в которой границы стадий обосновываются РТХ параметрами.

4). В первом защищаемом положении утверждается, что «Рудное поле месторождения Панимба приурочено к восточному крылу гранито-сланцевого купола...», однако в тексте диссертации отсутствуют какие-либо схемы подтверждающие высказанное утверждение. Вместе с тем в автореферате на стр. 8 сделана попытка отразить данное утверждение, но представленные схемы практически не читаются.

5). К работе имеется, так же ряд мелких замечаний:

- автор часто пользуется такими терминами, как «серicitизация», «турмалинизация», «хлоритизация» и тому подобное (стр. 49, 55 и др.). Более правильно пользоваться таким понятием как «метасоматическая формация», изложенном в серии монографий ВСЕГИ «Принципы и методы оценки рудоносности геологических формаций», в частности «Региональные метамофо-метасоматические формации» под редакцией Д.В. Рундвикста, 1983 год.

- непривычно звучит название рисунков «Геологический разрез бурового профиля...» стр. 25, 31, 35. Обычно принято писать «Геологический разрез по профилю и номер». Кроме того, на рисунках отсутствует ориентировка профилей.

- на стр. 153 пункт 1 и пункт 6 повтор.

- название диссертации более правильно озаглавить «Геология и генезис золоторудного месторождения Панимба (Енисейский кряж)».

Однако эти замечания не снижают общего значения работы. В целом диссертация Н.А. Некрасовой это законченное научное исследование, отличающееся глубиной, надежностью и достоверностью решения поставленных задач. Надежность полученных результатов обусловлена большим фактическим материалом, собранного как автором, так и предыдущими исследователями, а также широкой гаммой разнообразных прецизионных лабораторных методов.

В работе рассмотрены и успешно решены три аспекта проблемы изучения и поиска золоторудных месторождений в пределах Енисейского кряжа:

- 1). Теоретический включающий предложенный авторский вариант генезиса месторождения Панимба.

2). Методический, особенностью которого является экспериментальные исследования флюидных включений и газовой хроматографии. По показателям, характеризующим особенности состава рудообразующего флюида, выполнен сравнительный анализ вещественных комплексов рудных тел месторождения Панимба с другими золоторудными объектами Енисейского кряжа.

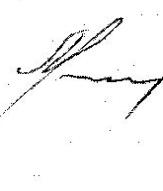
3). Практический аспект это полученные экспериментальные данные (РТХ-параметры) позволяют на поисковой стадии отличать золото содержащие жилы от безрудных.

Работа хорошо проиллюстрирована фотографиями пришлифовок, многоплановыми рисунками, таблицами, графиками и написана лаконичным, ясным языком. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Н. А. Некрасовой «Геология и генезис месторождения Панимба (Енисейский кряж)», не смотря на отмеченные выше недостатки, отвечает современным требованиям ВАК к кандидатским диссертациям. Ее результаты хорошо освещены в печати (17 публикаций), в том числе в журналах из списка ВАК (5 публикаций).

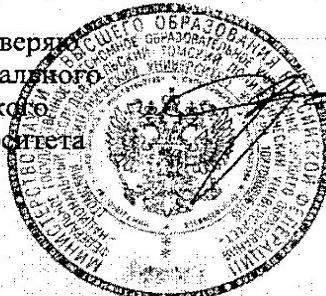
Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Некрасова Наталья Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Официальный оппонент,  
доктор геолого-минералогических наук,  
Профессор, Заслуженный геолог РФ,  
Профессор отделения геологии Инженерной  
Школы природные ресурсы Национального  
Исследовательского Томского  
политехнического университета  
634050, г. Томск, проспект Ленина, 30  
Тел. 8 (382) 2701777, e-mail: [akm@tpu.ru](mailto:akm@tpu.ru)

  
Мазуров Алексей Карпович

Я, Мазуров Алексей Карпович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись А.К. Мазурова заверяет  
Ученый секретарь Национального  
Исследовательского Томского  
Политехнического Университета



10.10.2019

  
О.А. Ананьева