

В диссертационный Совет (Д 212.121.04 при  
ФГБОУВО «Российский государственный  
геологоразведочный университет имени Серго  
Орджоникидзе» (МГРИ), г. Москва.

## ОТЗЫВ

официального оппонента

о диссертации **Колмакова Юрия Викторовича «Геолого-петрофизические характеристики месторождений золота в протерозойских углеродистых толщах Восточной Сибири как основа прогнозной интерпретации аэрогеофизических данных»**, представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых; минерагения

На рецензию представлена диссертация, состоящая из Введения, четырех глав, Заключения и списка литературы (362 наименования), общим объемом 272 страницы включая одно приложение и автореферат на 52 стр. Диссертация проиллюстрирована 68 рисунками и 28 таблицами, размещенными в тексте.

**Актуальность темы** определяется необходимостью вовлечения петрофизических характеристик пород в качестве основы для интерпретации геофизических данных при поисках и оценке перспективных участков на золото-сульфидное жильково-вкрапленное оруденение в углеродисто-терригенных толщах, одного из важнейших промышленно значимых типов золоторудных месторождений, разрабатываемых и вовлекаемых в отработку в пределах обрамления Сибирского кратона. Длительная геологическая история формирования оруденения такого типа обусловило необходимость определения индикаторной роли пород с аномальными физическими свойствами на разных этапах эволюции месторождений от седиментогенеза через метаморфизм до рудоотложения определяющих разноуровневые признаки регионального и локального плана, а также относительно степени продуктивности различных структур и частей месторождений. Работ в этом направлении не так много и попытка автора разобраться в поставленных вопросах несомненно будет способствовать повышению эффективности геофизических методов поисков. В этом отношении диссертационная работа Ю.В.Колмакова как раз заполняет данный пробел, что и определяет ее актуальность.

Актуальность и практическое значение рассматриваемой работы, также заключаются в разработке методического подхода для комплексной геолого-геофизической оценки разномасштабных территорий (рудных узлов, полей, месторождений и даже рудных тел) на основе петрофизических характеристик руд и вмещающих пород, учета их неоднородности как следствие вклада разных геологических процессов при формировании месторождений и рудных полей. Учитывая высокую перспективность и промышленное значение рассматриваемых типов месторождений, представленная работа, поэтому имеет важное практическое значение, что также определяет ее актуальность. Предложенные автором примеры решения прикладных задач и разработанная на их основе система оценки и

прогноза оруденения, являются важным прикладным аспектом диссертационного исследования, что определяет его высокую практическую значимость.

#### О содержании работы.

**Во введении (с. 4-11)** изложен обычный круг вопросов организации диссертации, показана ее актуальность, показана степень проработанности темы и указаны подходы к выбору объектов исследования. Раскрыты цели (проведение системного анализа структурно-вещественных комплексов в истории рудогенеза с разработкой концептуальных геолого-петрофизических характеристик рассмотренных месторождения для прогноза перспективных участков по аэрогеофизическим данным) и задачи исследования, отмечен личный вклад исследователя в эту работу, приведено авторское видение ее новизны и практической значимости. Здесь показан обширный фактический материал автора, сформулированы защищаемые положения и обозначен уровень апробации результатов авторских исследований.

**Глава 1 Геодинамическая обстановка неопротерозойского золотого оруденения складчатых областей южного обрамления Сибирской платформы (с.12-43)** состоит из двух частей. Первая часть представляет собой тектоно-геодинамическую характеристику, включая этапность развития главных структур и оруденения Патомского нагорья со сравнительным анализом рудообразующих систем двух районов Тонодского (раннепротерозойский блок) и Бодайбинского (неопротерозойский блок). Вторая часть характеризует историю Центрального металлогенического пояса Енисейского кряжа через призму разных подходов (глобальных суперконтинентальных циклов и аккреционных процессов) и оценку связи выявленных тектоно-магматических циклов и золоторудообразующих процессов. Данная глава служит геологической основой для объяснения геофизических аномалий и характеристик обсужденных в последующих главах. Основное содержание главы посвящено рассмотрению геодинамических обстановок формирования рудовмещающих геологических структур и собственно золоторудных месторождений и рудопроявлений, с определением этапности проявления тех или иных процессов и их роли в образовании руд и связанных с ними геофизических неоднородностей. Такой подход, на мой взгляд, полностью оправдан, ибо принципиальная новизна исследования заключается именно в увязке геофизических и петрофизических данных и применении разработанных автором технологий, с геодинамической эволюцией рассмотренных крупных тектонических блоков вмещающих зоотоносные региональные и локальные рудообразующие системы. И, на основании этого, Ю.В.Колмаков формулирует исходную посылку своей работы – выявление закономерностей формирования и строения петрофизических и геофизических параметров золотоконцентрирующих систем как следствия геодинамической эволюции рудовмещающих геологических структур для выработки прогнозно-поисковых критериев.

*К сожалению, эта глава написана не в едином ключе, что затрудняет восприятие авторской мысли и логики построений. И в ней автор не избежал дискуссионных вопросов о возрасте золоторудной минерализации, отнеся время формирования руд месторождения Чертово Корыто к интервалу 1050-720 млн лет на основании модельных Pb-Pb данных А.Чугаева (Чугаев и др., 2010). Хотя модельные Pb-Pb датировки уже давно считаются*

*свидетельством только возраста источника свинца, а никак не возраста самого минерала. Есть сомнения, и в выводах автора про то, что «Тонодская» и «Бодайбинская рудогенерирующие системы» сильно различаются. По крайней мере известные рецензенту данные по минералогии и геохимии руд месторождения Чертово Корято и типоморфизму основных минералов полностью аналогичные данным по месторождениям Бодайбинского синклиория. Можно также дискутировать и по связи оруденения с рифтогенезом, хотя сам тип минерализации – типичный орогенный.*

**Глава 2 Геологическое строение и физические поля металлогенических таксонов различного уровня организации (с.44-119)** характеризует методологические подходы автора, касающиеся, в основном, металлогенических таксонов разного уровня. Это показано в ней на примере Кевактинского рудного узла и Артемьевского рудного поля и месторождения Чертово Корято для Патомского нагорья и Партизанского рудного узла и месторождения Благодатное для Енисейского кряжа. Эта глава характеризует всю совокупность геофизических и радиогеохимических данных, собранных и полученных автором по всем исследованным объектам. Рассмотрены условия локализации разномасштабных рудных структур в геофизических полях с увязкой локальных объектов с геофизическими аномалиями. Показана региональная геофизическая зональность, увязанная с существующей петро-геохимической и минералого-геохимической характеристиками рудообразующих структур. Данная глава является основой для первого и второго защищаемого положения.

**Глава 3 Вещественный состав и петрофизика продуктивных минерализованных зон (стр. 120-198)** является второй базовой главой для проведенного исследования и содержит основную фактуру диссертации, обосновывающую третье защищаемое положение. Глава содержит много интересных данных по минералогии, геохимии и петрофизике золоторудной минерализации месторождений Чертово Корято и Благодатное. В ней раскрываются связи между физическими свойствами пород и руд и связанными с ними аномалиями геофизических полей. Эта глава весьма информативна по характеристике возможностей физических данных для интерпретации локальных геофизических аномалий и результатов их интерпретации в поисково-оценочных и разведочных целях. В этой главе характеризуются объекты исследованные автором, так и приводится обзор литературных данных.

*Однако здесь есть замечания к рисункам, которые в значительной степени требуют коррекции, например, на рис. 10 рецензенту хотелось бы видеть врезку с общей позицией рассматриваемого рудного узла в пределах всего Тонодского поднятия (или ссылку на рис.5) и контуры рис. 11-15, ибо без этого сложно воспринимать комментарии автора этих рисунков. Равно как и неясна позиция месторождения Чертово Корято на рис. 17-21, нети контура Амандракского массива на рис. 22; рис. 24, 25 – где? Что? Неясно, в тексте комментарии того, что на рисунках не видно. Есть вопросы по аномалиям на рис. 28, где они четко увязываются с единичными профилями, что наводит на мысли о качестве проведенных работ. По крайней мере, это следовало бы объяснить.*

В порядке дискуссии замечу, что приведенное в главе определение петрофизического парагенезиса не совсем корректно, поскольку не учитывает объемного фактора, ибо в

геологических процессах участвуют объемные геологические тела. Автор говоря что «геофизической особенностью месторождений Партизанского узла является значительное изменение локальных признаков оруденения по мере его удаленности от ядерной части Татарского антиклинория» (с.97) почему-то никак не комментирует нахождение в этой части крупного массива гранитов и рассуждает только о региональном метаморфизме как факторе такой зональности (с. 106). Рис. 36 четко показывает связь этой зональности именно с гранитами. По крайней мере это следовало бы обсуждать. Крайне неудачно по моему автор использует термин «дорудные» для характеристики геохимических и метасоматических минеральных ореолов, здесь уместно говорить о предрудных. Кстати на рис. 36 показаны не все месторождения (Урал, Самсон, Верхне-Удереysкое?). Странным кажется отсутствие сравнений между собой рассмотренных объектов Енисейского кряжа в конце раздела, а обсуждается сравнение только двух месторождений Чертово Корыто и Благодатное, это несколько смазывает впечатление от общих выводов автора. Неясно как автор считал баланс привноса-выноса по таблицам 8 и 9. Кстати в таблице 9 мы видим не баланс, а коэффициенты накопления и только. Баланс требует учета плотности и проч. Неясен остался смысл термина «первичные» и «вторичные» углеродистые метасоматиты (см. табл.10), автору следовало бы пояснить суть этих терминов особенно в смысле эволюции системы. Непонятно, почему в табл. 11 нет As, который обсуждается автором в углеродистых метасоматитах. На стр. 155 при характеристике рудного этапа (второй абзац) ничего не говорится о его минералогии и взаимоотношениях минералов иллюстрирующие полихронность руд (последний абзац), складывается впечатление, что автор не вникал в эту проблему. И вообще осталось неясным соотношение углеродистых метасоматитов и березитов, автор только предполагает это: «...хотя УВ-метасоматиты и березиты совершенно не похожи, предполагается парагенетическая связь между ними...» (с.177) – Почему? На каком основании? Тем более что ниже на этой же странице говорится об их формировании в разные стадии! Автору следовало бы показать как УВ-метасоматиты и березиты по объему соотносятся. Табл. 27 – сравниваются данные полученные разными видами анализа, отсюда могут быть и различия руд и пород. Следовало бы провести сравнение по одному виду! Все это несколько смазывает впечатление о надежности выводов автора по этапности формирования руд.

Тем не менее, эта глава полностью обосновывает третье защищаемое положение и частично четвертое и пятое положения.

**Глава 4 Генетическая реконструкция петрофизической зональности рудогенерирующих систем и прогноз перспективных участков (с.199-232)** отражает генетическую интерпретацию полученных и обобщенных автором данных и его сводные представления о зональности рудогенерирующих систем и их характеристиках. Эта глава обосновывает пятое защищаемое положение и частично также третье и четвертое положения, по фактическим материалам. Глава насыщена фактическим новым материалом и несет много информации о процессах формирования золотого оруденения рассматриваемых структур и возникающих вариантах петрофизических аномалий и зональности. Это и оригинальные материалы по петрофизической и геохимической характеристике разнообразных метасоматитов, и новые материалы по исследованию состава руд. Есть

сведения и об интересных геологических наблюдениях над взаимоотношениями рудовмещающих пород. Часть главы посвящена прикладным аспектам проведенного исследования. Предлагаемый автором комплекс прогнозно-поисковых критериев логично вытекает из рассмотренных в вполне обоснован. Весьма наглядны также и примеры предыдущих глав существенно дополняющие эту главу. Следует отметить важную составляющую главы – раздел 4.3, посвященной методике прогнозирования по петро-геофизическим данным на примере Партизанского рудного узла. В совокупности с соответствующими материалами глав 2 и 3, материалы этой главы составляют целостную монографически подобранную методику, которую несомненно надо публиковать и внедрять в умы геологической общественности, особенно, работающей в горно-геологической отрасли.

*В порядке дискуссии отмечу, что так называемый региональный метаморфизм в случае автора – соответствует типичному зональному плутонометаморфизму орогенного типа, обычному для многих орогенных поясов.*

**Заключение (с. 233-240)** содержит основные выводы автора, резюмирующие его построения в предыдущих главах. Здесь, в сжатом виде, показываются основные результаты авторской работы. К недостаткам заключения - оно слишком обширное и собственные результаты автора несколько растворились в общих фразах.

Переходя к общим положениям отзыва, отмечу, что Ю.В.Колмакову, несмотря на высказанные в соответствующих разделах отзыва замечания и дискуссию, удалось разработать логически увязанную концепцию системного изучения пород с аномальными петрофизическими свойствами для характеристики золоторудовмещающих геологических структур на примере Тонодского блока Патомского поднятия и Северо- и Южно-Енисейского районов Енисейского кряжа, которая вполне может быть применима и к другим орогенным поясам разного возраста. Концепция основана на комплексном анализе аномальных петрофизических и радиогеохимических характеристик пород как продуктов эволюции рудовмещающих геологических структур и рудообразующих систем, что вносит существенный вклад в копилку наших знаний о происхождении руд ряда крупных месторождений золота, так и в металлогению золота в целом. Это характеризует его диссертацию как завершённую работу, внесшую крупный вклад в понимание природы петрофизических и геофизических аномалий золотого оруденения в углеродистых толщах на примере структур южного обрамления Сибирского кратона. Все изложенное позволяет говорить, что Ю.В.Колмаков, несомненно, достоин искомой степени.

Новизной исследования и полученных результатов является обоснование природы аномальных физических свойств пород разных тектонических блоков вмещающих промышленное золотое оруденение как результатов рудообразующих систем. Кроме того, автором введены в научный и информационный оборот новые минералого-геохимические, геофизические и петрофизические данные по рудам и метасоматитам месторождений золота Енисейского кряжа и Патомского нагорья. Им разработана оригинальная типизация пород с аномальными физическими свойствами увязанная с основными этапами формирования месторождений в орогенных геодинамических обстановках и создана эволюционная генетическая геолого-геофизическая (петрофизическая) модель золото-концентрирующей

системы, пригодная для прогнозной оценки золотого оруденения для условий складчатого обрамления Сибирского кратона. Важным элементом теоритической ценности работы является выявление причин появления аномальных свойств пород вследствие регионального и локального метаморфизма и процессов рудообразования, обусловивших их аномальные магнитные, радиогеохимические и электрические свойства.

Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения, выводов и заключений соискателя, заключается в тех многочисленных докладах на конференциях разного уровня и в публикации 13 статей в журналах списка ВАК и изданий WoS (в т.ч. 4 зарубежных). Этот уровень апробации позволяет не сомневаться в достоверности авторских разработок. Все защищаемые положения работы, нашли отражение в публикациях Ю.В.Колмакова, и они вполне обоснованы, несмотря на высказанные дискуссионные замечания.

Диссертация своим содержанием полностью обосновывает защищаемые положения. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. По своему содержанию диссертационная работа отвечает всем квалификационным требованиям искомой специальности.

В соответствие с п.9-14 раздела II «Положения...», она является серьезным научно-квалификационным исследованием, внесшим существенный вклад в познание природы геофизических аномалий, сопровождающих важнейший промышленный тип золоторудной минерализации страны и в решение проблем региональной металлогении золота в целом. Ее автор – Колмаков Юрий Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых; минерагения.

Я, Горячев Николай Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Главный научный сотрудник СВКНИИ ДВО РАН, г.Магадан  
Член Президиума ДВО РАН, член-корреспондент РАН,  
д.г.-м.н., профессор

Н.А.Горячев

26.10.2021

Николай Анатольевич Горячев, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института им. Н.А.Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, 685000 Магадан, ул. Портовая 16, (4132)631510, [goryachev@neisri.ru](mailto:goryachev@neisri.ru)

Дата оформления отзыва - 26 октября 2021 г.

Подпись члена-корреспондента РАН  
Н.А.Горячева заверяю

Главный ученый секретарь  
Дальневосточного  
отделения РАН, академик  
В.В.Богатов

