

## ОТЗЫВ

официального оппонента Глухова Антона Николаевича  
на диссертационную работу Кудрина Максима Васильевича

### «Структура, минералогия и условия образования орогенного золоторудного месторождения Хангалас, Яно-Колымский металлогенический пояс»

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по  
специальности

1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»

#### Актуальность диссертационной работы

На протяжении почти целого века, с самого открытия Ю.А. Билибиным и его соратниками Яно-Колымской золотоносной провинции, остро стоит вопрос соответствия масштабов ее россыпной и рудной золотоносности. Контраст наличия многочисленных крупных (с запасами в десятки и сотни тонн) и богатых россыпей и лишь единичных даже средних по масштабам (с запасами выше 10 т) золоторудных месторождений требует своего объяснения. Считается доказанным, что источниками россыпей территории являются орогенные золоторудные месторождения и рудопроявления. В этой связи, необходимость выявления новых месторождений этого типа требует разработки соответствующей геолого-поисковой модели. В теоретическом аспекте, проблема разработки адекватных и работоспособных геолого-генетических моделей золоторудных месторождений является актуальной на протяжении многих десятилетий. В рамках известной *концепции «смены научных парадигм»* Томаса Куна, ее решение возможно только путем выяснения генезиса множества частных, конкретных, рудных объектов и адаптации к этому материалу существующих теоретических построений. В этом контексте детальное, с применением современных аналитических методов, изучение месторождения Хангалас может внести частный, но важный дополнительный вклад в решение вопроса генезиса орогенных месторождений золота.

Заявленной автором **целью работы** является разработка геолого-генетической модели формирования и прогнозно-поисковых критериев золотого оруденения месторождения Хангалас на основе изучения рудоконтролирующих структур, минералого-геохимических, изотопно-геохимических, изотопно-геохронологических характеристик жильно-прожилкового и крапленного золотого оруденения.

Для достижения поставленной цели автором решались следующие **задачи**:

1. Установить структурные условия локализации золотого оруденения, реконструировать тектонические поля напряжений и их эволюцию по анализу золотоносных жильно-прожилковых тел и трещиноватости.

2. Изучить минеральный состав руд, типоморфные и типохимические характеристики минералов различных ассоциаций, выявить последовательность формирования минеральных ассоциаций и связь с развитием структуры месторождения.

3. Изучить изотопный состав S, Re, Os рудных и O, He, Ar жильных минералов, установить изотопный возраст золотого оруденения.

4. Определить физико-химические параметры рудообразования.

5. Разработать геолого-генетическую модель формирования и прогнозно-поисковые критерии золотого оруденения.

### Структура диссертационной работы

Диссертационная работа объемом 211 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 337 наименований и двух приложений. Ее основная часть содержит 17 таблиц, 96 рисунков, 2 приложения; список литературы включает 337 наименований.

Во **введении** автором обоснована актуальность выбранной темы, поставлены цели и задачи исследования, показана научная новизна и практическое значение работы, сформулированы защищаемые положения. Представлены фактический материал и комплекс методов исследований, позволяющие оценить глубину проведенных исследований. Приведены сведения о публикациях по теме диссертации и данные о докладах на конференциях. Представляется несколько надуманным использованный в формулировке цели работы (С. 4) термин «*полидеформированных*».

В **первой главе** приведена характеристика Хангаласского рудного узла – его геологического строения и изученности. Помещенный здесь параграф, посвященный систематикам золоторудных месторождений и месте Хангаласа в ней, как представляется оппоненту, следовало бы расширить и сделать отдельной главой, так как перед тем, как приступить к разработке геолого-генетической модели формирования оруденения, необходимо детально проанализировать теоретическую базу для такой работы. В этом параграфе (С.29) автор транслирует весьма известную и столь же экзотическую и плохо аргументированную точку зрения А.В. Костина о наличии в Яно-Колымском поясе месторождений типа IOCG (Iron Oxide Copper-Gold), которые на самом деле формируются в совершенно иных обстановках. Далее, согласно утверждению автора, член-корреспондент РАН Н.А. Горячев в одной из своих статей («Золоторудообразующие системы орогенных поясов», 2006) относит к орогенным также и золото-редкометалльные (С. 33). Однако обращение к данной публикации показывает, что это не так. В данном случае, Н.А. Горячев подразумевал *минералого-геохимические типы золотой минерализации орогенных поясов* (выделено мною). Разница между «орогенными месторождениями золота» (геолого-генетический тип) и «золотой минерализацией орогенных

поясов» (совокупность разных типов месторождений, присущих определенной геодинамической обстановке) очевидна. Далее, автор высказывает мнение, что месторождения типа IRGD (Intrusion-Related Gold Deposits) отличаются от золото-медно-порфировых и орогенных отсутствием цветных металлов, низкими содержаниями золота и выраженной зональностью (С.33). То есть, по мысли автора, порфировым месторождениям присущи более высокие содержания золота и невыраженная зональность. Ошибочность подобного суждения очевидна. На странице 34 автор утверждает, что «структурный контроль месторождений Северо-Востока детально не изучался». Это совершенно ошибочное утверждение. Геолого-структурным исследованиям золоторудных месторождений Северо-Востока, в том числе орогенных, посвящены многочисленные публикации и фондовые отчеты А.И. Калинина. Они резюмированы в его статье «История и основные научные итоги изучения геологических структур месторождений золота и серебра Северо-Востока СССР», опубликованной в сборнике «Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР» (Магадан, 1991, С. 135–141). В атласе «Многофакторные прогнозно-поисковые модели месторождений золота и серебра Северо-Востока России» (Москва, 1992) при характеристике месторождений приведены, помимо прочего и их геолого-структурные особенности. Отметим также работы, посвященные Тенькинскому глубинному разлому и геологической структуре месторождений Наталка и Павлик В.Г. Шахтырова, (1997, 2000, 2003). М.Н. Кондратьева (2018), Ю.С. Савчука с соавторами (2021). Вызывает сожаление, что, приводя характеристику региональной тектонической позиции объекта исследования, автор не использует «Аян-Юрхский антиклинорий» - устоявшееся название металлотекта, протягивающегося на сотни километров, сложенного пермскими подводно-оползневыми и черносланцевыми формациями и вмещающими многочисленные орогенные месторождения, в том числе крупные (Павлик, Дегдекан, Петух, Бадран) и гигантские (Наталка).

**Вторая глава** посвящена методике исследований. Отметим большое количество использованных новейших аналитических методов. Это примененная для идентификации и изучения внутреннего строения сульфидов рентгеновская компьютерная микротомография, изотопия благородных газов ( $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ,  $^3\text{He}/^4\text{He}$ ,  $^{20}\text{Ne}$ ), Re/Os изотопия. Применение комплекса различных современных аналитических решений демонстрирует научную квалификацию автора и его интегрированность в исследовательское сообщество. Это наряду с большим количеством отличного качества иллюстраций сделало работу исключительно насыщенной и информативной.

**Третья глава** посвящена собственно структурным особенностям локализации золотого оруденения Хангаласского узла и обоснованию первого защищаемого положения. Отметим, что выявленный автором контроль оруденения взбросо-надвигами сближает Хангалас с другими орогенными месторождениями Аян-Юрхского антиклинория. Это означает что, структурно-

динамическая модель месторождений Центрально-Колымского региона, разработанная коллективом исследователей ИГЕМ РАН (Беркелиев и др., 2019; Савчук и др., 2017, 2021, 2022) в полной мере применима и к Хангаласу. В этой связи вызывает сожаление отсутствие в работе ссылок на эти публикации. Далее, автор никак не акцентирует внимание на особенностях литологии рудовмещающих верхнепермских отложений. Традиционно, при рассмотрении геологии и генезиса месторождений Аян-Юряхского антиклинория очень большое внимание уделяется рудоконтролирующему значению подводно-оползневых терригенных отложений атканской свиты, содержащих большое количество грубозернистого и обломочного материала. Аналогом этих отложений Хангаласе являются алевролиты и песчаники геоидской свиты, содержащие постоянную примесь галечного материала. Судя по всему, автор не придает литологическому фактору существенной роли при формировании структуры, вмещающей золотое оруденение.

**В четвертой главе** приводится характеристика вещественного состава месторождения Хангалас. При характеристике золотоносности сульфидов автор безосновательно относит месторождение Майское (Чукотка) к орогенному типу (С.121). Здесь же приводится ссылка на данные А.В. Волкова и других исследователей о высоких (>100 г/т) содержаниях золота в пиритах и арсенопиритах месторождений Наталка, Майское, Кючус. Причем последние два опять-таки ошибочно отнесены к орогенным. Однако не упомянуто выполненное В.В. Аристовым с коллегами (2021) обстоятельное исследование форм нахождения золота в рудах месторождения Павлик и Наталка. В нем на представительном материале и с использованием современных методов анализа показано, что содержания «невидимого» золота в пирите и арсенопирите низкие (ниже 30 и 100 г/т соответственно) и не оказывают существенного влияния на общий баланс золота в руде. А ведь это существенно дополняет картину, показывая низкую золотоносность сульфидов месторождений рассматриваемого региона. Эти данные, в том числе, приводимые самим автором (С. 121–122) прямо опровергают сделанный им на странице 131 вывод о том, что *«...золотоносность сульфидов... увеличивает промышленный потенциал месторождения Хангалас»*.

**Пятая глава** посвящена разработке геолого-генетической модели оруденения и прогнозно-поисковых критериев. Несомненным украшением и главы, и работы в целом, является выполненный в параграфе 5.2.1 детальная и всесторонняя ревизия генетических моделей орогенных месторождений золота. По мнению оппонента, это первый подобный анализ в русскоязычной литературе за последние по крайней мере 10 лет. Сформулированные в параграфе 5.2.3 прогнозно-поисковые критерии вполне применимы и к другим орогенным месторождениям Аян-Юряхского антиклинория.

В формулировке третьего защищаемого положения вызывает протест заявление о том, что *«...оруденение месторождения Хангалас формировалось на малых глубинах»*. И дело не только

в том, что орогенные месторождения традиционно считаются среднеглубинными, что обосновано многочисленными исследованиями. Автор не приводит аргументов в пользу малоглубинности, кроме результатов изучения флюидных включений в кварце, показавших давления в диапазоне 0,18–0,41 кБар. Также приведены ссылки на работы В.Ю. Фридовского с соавторами (2015, 2019), где приведены давления для месторождений Малый Тарын и Базовское 0,25–0,76 кБар. Однако в литературе имеются и другие данные. В частности, они собраны в сводках В.Ю. Прокофьева и др. (2015, 2020), где для орогенных месторождений Наталка и Бадран приведены давления, достигающие 2,5 кБар. В этой связи отметим, что в последние два десятилетия работами как отечественных (Злобина и др., 2011, 2017; Остапенко, Нерода, 2007) так и зарубежных (S.F.Cox, 2005; J.M. Hronsky, 2020) показано, что орогенные золоторудные системы формируются закрытыми напорными флюидодинамическими системами, функционирование которых тесно связано с сейсмичностью. Таким системам присущи высокие градиенты флюидного давления и его резкие изменения во времени. По данным Т.М. Злобиной с соавторами (2017), перепад давлений рудообразующих флюидов орогенных золоторудных месторождений Вернинское, Ирокинда, Урях мог достигать 2 кБар. С учетом этого, ко всем генетическим выводам о давлениях и тем более глубинах формирования орогенных месторождений, сделанных по результатам изучения флюидных включений, следует относиться с большой осторожностью и привлекать для этого комплекс минералого-геохимических данных.

В **заключении** суммируются основные результаты диссертационного исследования, их научная и практическая значимость.

**Список использованной литературы** отвечает современному уровню исследований в области геологии и генезиса орогенных золоторудных месторождений и включает значительное количество актуальных публикаций последних лет.

Автореферат, изданный на правах рукописи, включает 22 страницы. Материалы, изложенные в нем, и научные публикации автора полностью отражают содержание диссертационного исследования М.В. Кудрина. Тематика, методы исследований и результаты работы полностью соответствуют паспорту специальности 1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

### **Резюме**

Диссертация М.В. Кудрина «Структура, минералогия и условия образования орогенного золоторудного месторождения Хангалас, Яно-Колымский металлогенический пояс», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, является законченным научным исследованием, выходящим за рамки простой квалификационной работы. Автор вносит существенный вклад в решение проблемы генезиса большой группы месторождений золота, что позволяет существенно продвинуться в понимании

металлогении орогенных поясов. Практическое значение работы, с учетом того, что месторождение Хангалас находится в эксплуатации, несомненно.

Диссертационная работа Кудрина Максима Васильевича соответствует критериям, изложенным в Постановлении Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения научных степеней» и требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кудрин Максим Васильевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности по специальности 1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

### Официальный оппонент

Глухов Антон Николаевич

кандидат геолого-минералогических наук

ведущий научный сотрудник лаборатории петрологии, изотопной геохронологии и рудообразования

ФГБУН Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской Академии Наук, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, 16, [www.neisri.ru](http://www.neisri.ru), тел. +7 (4132) 63-00-51

Тел. +7 914-851-9798

E-mail [gluhov76@list.ru](mailto:gluhov76@list.ru)

Я, Глухов Антон Николаевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«17» сентября 2023 г.

*Глухов*

Подпись Глухова А.Н. заверяю.

Заведующий отделом кадров  
СВКНИИ ДВО РАН



*Соломенцева*

Е.А. Соломенцева