

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ИНСТИТУТ ТЕКТОНИКИ И ГЕОФИЗИКИ**



**им. Ю.А. Косыгина**  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
Российской академии наук  
**(ИТиГ ДВО РАН)**

680000, Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65  
Тел./факс: (4212) 227189; Электронная почта: [itig@itig.as.khb.ru](mailto:itig@itig.as.khb.ru)

Банковские реквизиты: УФК по Хабаровскому краю (ИТиГ ДВО РАН ЛКС 20226Ц63250) р/с 0321464300000012200,  
ЕКС40102810845370000014 ОТДЕЛЕНИЕ ХАБАРОВСК/УФК по Хабаровскому краю г. Хабаровск БИК 010813050, КПП  
272101001, ИНН 2721001734

16161/ 122

«29» 04 2025 г.



**УТВЕРЖДАЮ**  
И.о. директора ИТиГ ДВО РАН  
К.Т.Н.                      В.В. Пупатенко

**ОТЗЫВ**

Ведущей организации на диссертационную работу Глухова Антона Николаевича «**Металлогения перикратонных террейнов на примере Северо-Востока Азии**», представленной на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности: 1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

**I. Актуальность темы диссертации**

Актуальность темы диссертации обусловливается ее направленностью на решение фундаментальных проблем современной металлогении, а именно, на установление связей истории развития крупных региональных геологических структур и геодинамической спецификой отдельных этапов их эволюции, с одной стороны, и составом, пространственным размещением и параметрами конкретных рудных объектов в пределах этих структур – с другой. Автор предлагает свой взгляд на механизмы перераспределения вещества литосферы и закономерности возникновения рудных концентраций вследствие изменения геодинамических обстановок

формирования тех или иных геолого-тектонических комплексов. При этом наиболее перспективными подходами представляются исследования крупных геологических структур, в составе которых присутствуют кристаллические комплексы – фрагменты дорифейского консолидированного фундамента. На Северо-Востоке Азии такие структурно-вещественные комплексы известны на Омолонском, Приколымском и Охотском террейнах, расположенных на периферии Северо-Азиатского кратона.

Методологическую основу данной работы составил металлогенический и геодинамический анализ крупных террейнов на северо-восточной периферии Северо-Азиатского кратона, в основу которого легла типизация ключевых рудных объектов на основе современных геолого-генетических моделей рудообразования. Методы исследований, примененные автором для решения вышеописанных актуальных металлогенических проблем, включали полевые работы различного масштаба, структурно-тектонифизические исследования, изучение геохимических особенностей руд и вмещающих их горных пород, исследование минералогии рудного вещества в эталонных месторождениях перикратонных террейнов, а также детальные изотопно-геохимические, изотопно-геохронологические и термобарогеохимические исследования, соответствующие современному уровню подходов к изучению металлогении кратонов и окружающих их геологических структур.

## **II. Научная новизна и наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем**

Научная новизна данной работы состоит в применении методики комплексного анализа Приколымского и Омолонского перикратонных террейнов в обрамлении Северо-Азиатского кратона с целью установления их геодинамической и металлогенической эволюции. Впервые проведено детальное структурно-тектонифизическое изучение чешуйчато-надвиговой структуры протерозойских комплексов Приколымского террейна и выделены основные этапы его формирования. Автором предложен новый вариант корреляции фаз геологического развития Приколымского террейна с основными тектоно-магматическими этапами развития северо-восточной окраины Северо-Азиатского кратона. В процессе работ автором подробно изучены золоторудные объекты Приколымья, два из них переведены в ранг месторождений и впервые обосновано отнесение ряда рудных объектов этого региона к золото-редкометалльной (Надежда, Тый-Юрье, Глухаринское) и золото-серебряной (Тимша) формациям. Пионерными являются определения возраста золото-

редкометалльной формации (162-156 млн лет) высокоточным аргон-аргоновым методом.

Автору впервые удалось установить и детально исследовать вещественные характеристики и зональность порфирово-эпитеpmальных систем Приколымского и Омолонского террейнов, а также дать детальную характеристику геологического строения рудоносной толщи и геохимической зональности медистых песчаников и сланцев Приколымского террейна.

Впервые подробно изучен вещественный состав стратиформной Pb-Zn минерализации в рифейских карбонатных толщах Приколымского террейна и определена ее принадлежность к осадочно-экcгальтивным месторождениям типа долины Миссисипи (миссисипский тип; MVT). Выдвинуты и обоснованы дополнительные аргументы в поддержку гипотезы о верхнекоровом источнике вещества разнотипного оруденения Приколымского террейна и более глубинном, нижнекоровом источнике металлогенных флюидов Омолонского террейна.

Геохронологические исследования рудных месторождений и вмещающих их структурно-вещественных комплексов имеют важное значение не только для изученных перикратонных террейнов, но и для всех геологических структур региона и сопредельных территорий. Работами автора подтвержден возраст эпитеpmальных Au-Ag месторождений Омолонского террейна: позднепалеозойский (древнее 286–298 млн лет) для центральной его части и позднемеловой (79–83 млн лет) для южного фланга, где эпитеpmальная минерализация размещается в пределах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Автором также впервые получены дополнительные данные о позднемеловом (86-87 млн лет) возрасте гранитоидов Конгинской магматической зоны Омолонского террейна и связанной с ними Cu-Mo-порфировой минерализации.

### **III. Практическая значимость работы**

Основная практическая значимость выполненной работы заключается в выделении различных типов порфировых, эпитеpmальных и осадочно-экcгальционных месторождений благородных и цветных металлов в Приколымско-Омолонском регионе и создание теоретической основы для их дальнейшего прогнозирования и поисков. Примененный комплексный подход к изучению металлогенических особенностей перикратонных террейнов в обрамлении Северо-Азиатского кратона может быть использован для аналогичных исследований в близких по строению и истории геологического развития регионах.

В качестве несомненной практической ценности работы необходимо отметить, что непосредственно под руководством автора открыты два месторождения золота (Надежда и Тый-Юрье) и выявлено несколько перспективных рудопроявлений золота, серебра, меди, свинца и цинка. В работе также сформулированы прогнозно-поисковые рекомендации на территорию листа Q-56, которые могут быть успешно использованы при создании Госгеолкарты-1000 третьего поколения.

#### **IV. Достоверность результатов работы**

Представленная работа основывается на большом фактическом материале, собранном автором при изучении геологии и металлогении Приколымского (1997–2012 гг.) и Омолонского (1996–2018 гг.) перикратонных террейнов в составе различных производственных и научно-исследовательских организаций, в том числе СВКНИИ ДВО РАН. Непосредственно автором в пределах этих геологических структур с разной степенью детальности изучены 23 месторождения, рудопроявления и перспективных участка, на 6 из которых автор руководил поисковыми и разведочными работами. В процессе работ выполнено более 300 км геологических маршрутов, а также задокументировано более 1600 погонных метров канав и 13000 м керна поисковых и разведочных скважин. Автором проведено изучение и описание более 40 искусственных и естественных обнажений, сопровождавшееся отбором проб для минералогических, изотопно-геохимических и изотопно-геохронологических исследований. Анализ полученных данных включал интерпретацию геохимических данных с построением широкого спектра дискриминационных диаграмм, а также обработку результатов изотопных исследований. Автором были проинтерпретированы результаты химико-аналитических исследований 36000 проб, а также новые данные по изотопным возрастам пород и руд Приколымского и Омолонского террейнов. Изотопно-геохронологические исследования проводились на основе U-Pb TIMS и SIMS метода по циркону (4 пробы) и Ar-Ar метода по адуляру и серициту (10 проб). Кроме того, были проведены определения изотопного состава сульфидной серы в 11 пробах, кислорода в 4 пробах и изотопного состава свинца в сульфидах, выделенных из 2 проб. Все вышеперечисленные анализы проводились в сертифицированных лабораториях и на современном аналитическом оборудовании.

#### **V. Защищаемые положения**

Соискатель выдвигает четыре защищаемых положения. Два первых из них касаются выделения основных этапов рудообразования в пределах Приколымского и Омолонского перикратонных террейнов, третье реконструирует природу источников

рудоносных флюидов и металлов в этих геологических структурах по комплексу изотопно-геохимических данных, а последнее обосновывает ключевые геодинамические факторы, контролирующие металлогеническую эволюцию перикратонных террейнов. При этом для Приколымского террейна предполагается верхнекорвая природа металлоносных флюидов, а для Омолонского террейна реконструируются нижнекорвые источники рудного вещества.

**Защищаемое положение 1.** *На Приколымском террейне выделяются четыре этапа рудогенеза. Наиболее продуктивными были рифейский (формация медистых песчаников), средне-позднеюрский (Au-редкометалльная формация) и позднеюрский (Cu-Mo-порфировая формация). Все известные месторождения и рудопроявления золота Приколымья принадлежат к Au-редкометалльной формации и были образованы на среднепозднеюрском этапе.*

Защищаемое положение полностью обосновано в главе 4. В этой главе детально описано чешуйчато-надвиговое строение Приколымского террейна в целом и приведены детальные геолого-геохимические и возрастные характеристики слагающих его структурно-вещественных комплексов. Обоснована надвиговая природа границ Приколымского террейна с окружающими его геологическими структурами, а также границ между слагающими его субтеррейнами. Геодинамические реконструкции выявили существование в Приколымье пассивной континентальной окраины, осложненной периодическим рифтогенезом, а также активной окраины трансформного и аккреционно-коллизийного типа. Детально описаны месторождения и рудопроявления золото-редкометалльной формации, приуроченные к зонам дробления и смятия докембрийских метаморфических пород, золото-серебряной формации в рифейских метаосадках, молибден-медно-порфировой формации, связанной с Уяндино-Ясачненским вулканоплутоническим комплексом, а также стратиформного свинец-цинкового оруденения, связанного с рифейскими карбонатными толщами пассивной континентальной окраины. Для каждого типа оруденения приведены детальные характеристики основных типов рудных тел и проведена оценка физико-химических параметров образования типоморфных руд. На основе современных изотопно-геохимических и геохронологических исследований показано, что металлогеническая эволюция Приколымского террейна характеризуется закономерной сменой сингенетической минерализации (пластовые железные руды) вначале эпигенетическим стратиформным (медистые песчаники, стратиформные Pb-

Zn руды), а затем жильно-прожилковым (Cu-Mo-порфировая, Au-редкометалльная, Au-Ag) оруденением.

**Защищаемое положение 2.** *Оруденение Омолонского террейна сформировано в шесть этапов. Наиболее продуктивными были позднедевонско-раннекарбонный (Cu-Mo-порфировая и Au-Ag формации) и позднемеловой (Cu-Mo-порфировая, Au-Ag, Ag-полиметаллическая формации), в течение которых сформированы все известные промышленные месторождения.*

Данное защищаемое положение хорошо обосновано в главе 5, в которой детально описаны взаимоотношения докембрийского кристаллического фундамента с палеозойскими и мезозойскими надсубдукционными, коллизионными и внутриплитными гранитоидами. Показана связь золото-редкометальной и медь-модибден-порфировой рудных формаций с двумя временными уровнями палеозойского гранитоидного магматизма (430-425 и 375-369 млн лет, соответственно), детально охарактеризованы типоморфные месторождения обеих формаций и с современных позиций представлены модели их формирования. Выявлены сложные взаимоотношения между позднемезозойским Cu-Mo-порфировым и сопутствующим скарновым оруденением и вмещающими их структурно-вещественными комплексами Охотско-Чукотского и Олойского вулканоплутонических поясов. Уточнены связи экономически наиболее важного для Омолонского террейна золото-серебряного оруденения (месторождения Кубака, Биркачан, Бургали и др.) с палеозойскими магматитами. Полученные автором изотопные датировки золото-серебряных руд и магматических пород, вмещающих эпитермальное Ag-Au оруденение (335-286 млн лет по уран-свинцовому и аргон-аргоновому методам), свидетельствует о его карбон-раннепермском возрасте, внося существенные изменения в существующие представления о дораннекарбонном или позднемезозойском возрасте эпитермального золота Омолонского массива. Автором также хорошо показана важная роль калиевых шоссонит-латитовых вулканических серий и их интрузивных комагматов в формировании наиболее крупных золоторудных объектов данного региона. В главе 5 прослежена металлогеническая эволюция Омолонского массива от протерозойских железистых кварцитов и редкометалльных пегматитов до мезозойской порфировой и эпитермальной Cu-Mo-Ag-Au минерализации, связанной с мощными субдукционными процессами на восточной окраине Евразии в мезозойское время. В этой же главе отмечена подчиненная роль

стратиформного оруденения в Омолонском террейне по сравнению с Приколымским перикратонным террейном.

**Защищаемое положение 3.** *Рудные формации Приколымского террейна наследуют специфику состава вмещающих комплексов; источники флюида и металлов располагались в верхней коре. Геохимические особенности минерализации Омолонского террейна указывают на нижнекоровые источники рудного вещества.*

Данное положение обосновано в главах 4 и 6 диссертации, где приводятся результаты комплексного изотопно-геохимического изучения руд и вмещающих магматических пород Приколымского и Омолонского террейнов. Автором показано, что металлогения обоих террейнов эволюционирует от геохимически сравнительно простых железных и медистых стратиформных руд протерозоя к существенно более сложным, многокомпонентным (Cu-Ag-Pb-Zn, Cu-Mo, Au-Ag, Ag-Bi-Te) рудным системам палеозоя и мезозоя. Интерпретация изотопного состава серы и кислорода в рудах Приколымского террейна указывают на преимущественно осадочные (верхнекоровые) источники рудообразующих флюидов и металлов. Рудные формации Омолонского террейна характеризуются существенно более широкими вариациями изотопного состава серы, что наряду с мантийными кислородными метками позволяет говорить о более разнообразном характере источников рудного вещества в этом террейне и возможном вовлечении в рудогенез вещества нижней коры и мантии. Поведение радиогенных изотопов свинца в рудах Приколымского и Омолонского террейнов свидетельствует об определенном влиянии геохимии подстилающих докембрийских толщ на фанерозойское рудообразование, в частности на заимствование некоторых рудных элементов из мафических гнейсов и амфиболитов кристаллического фундамента.

**Защищаемое положение 4.** *Ключевыми факторами, определяющими особенности металлогении перикратонных террейнов, являются: 1) сохранность консолидированного кристаллического фундамента, 2) характер дислоцированности – глыбовый или чешуйчато-надвиговый. Они обуславливают изменения рудообразующих обстановок, формационный состав оруденения, интенсивность рудогенеза на каждом из его этапов (накопление руд в ходе одного крупного этапа либо последовательная концентрация/диссипация в ходе многократных возобновлявшихся рудообразующих событий).*

Четвертое защищаемое положение обосновано в главах 6 и 7. Автором показано, что Омолонский террейн является достаточно жесткой геологической

структурой с консолидированным дорифейским фундаментом, блоковым характером деформаций и отсутствием надвигов и тектонической расслоенности литосферы в целом. Именно блоковым строением Омолонского террейна автор объясняет заложение глубинных транслитосферных разломов, по которым в верхнюю континентальную кору проникают металлоносные метасоматические флюиды из мантии и нижней коры. Ранняя консолидация этого террейна привела, с одной стороны, к преобладанию в нем салического типа магматизма, широкому распространению вертикальных разломных нарушений и отсутствию золотокварцевого и стратиформного типов оруденения, а с другой – к формированию мощных гранитоидных батолитов и образованию крупных золото-серебряных месторождений типа Кубаки и Биркачана. В то же время чешуйчато-надвиговой характер строения Приколымского террейна обуславливает активное заимствование рудных компонентов из надвиговых пластин различного литолого-петрографического состава и переотложение этого ремобилизованного рудного вещества на других горизонтах и в других структурно-вещественных комплексах горных пород в виде многочисленных мелких рудных проявлений с пологим залеганием рудных тел (см. Рисунок 9 в автореферате). Предложенные автором модели хорошо согласуются с современными представлениями о развитии рудообразующих флюидных систем, в которых эпизодическое поступление существенных объемов металлоносных растворов через крупные транслитосферные разломы приводит к быстрому формированию значительных рудных объектов (Омолонский террейн), а периодически повторяющееся нагнетание рудообразующих флюидов на фоне общей сдвиговой кинематики приводит к постепенному продвижению рудно-метасоматического фронта с образованием малых порций рудного вещества и, соответственно, небольших, но довольно многочисленных рудных объектов.

#### **VI. Замечания к защищаемым положениям**

1. Следует отметить, что в защищаемых положениях 2 и 3 недостаточно полно освещены ранние (протерозойские, раннепалеозойские) этапы металлогенической эволюции Приколымского и Омолонского перикратонных террейнов, вопросы происхождения протерозойского железорудного и редкометалльного оруденения затронуты косвенно. В связи с этим вещественные аспекты влияния докембрийского складчатого фундамента на последующие палеозойские и мезозойские рудно-магматические этапы рассмотрены несколько схематично и, на наш взгляд, заслуживают дополнительного, более пристального внимания.

2. В рамках третьего защищаемого положения недостаточно проработаны вопросы влияния субдукционных процессов на изотопный состав серы месторождений и рудопроявлений Приколымского и Омолонского перикратонных террейнов. В частности, приводимые автором изотопные характеристики сульфидных руд Приколымского террейна вполне могут быть обусловлены рециклингом сульфатов в осадках погружающейся океанической плиты.

3. Вопросы генезиса стратиформных месторождений железа на ранних (протерозойских) этапах металлогенической эволюции Приколымского и Омолонского террейнов рассмотрены весьма схематично. В частности, недостаточно освещена природа железистых кварцитов в дорифейском кристаллическом фундаменте Омолонского террейна и природа стратиформных гематитовых руд Приколымья.

## **VII. Краткий обзор содержания глав диссертации**

*В первой главе* «Обзор современных представлений о металлогении террейнов – фрагментов кратонов и их окраин» – достаточно полно приведен анализ взглядов и теоретических концепций, касающихся особенностей эволюции рудоконтролирующих структур и рудообразующих процессов докембрийских блоков земной коры. Автор показал, что проблемы металлогении региона рассматривались как с позиций связи с процессами активизации жестких структур (Приколымского поднятия, Омолонского массива) с проявлениями рифтогенеза и орогенеза, так и с позиций аккреационной тектоники, с выделением рудоносных образований доколлизийного и коллизийного этапов.

По мнению автора, представления о тождественности факторов рудогенеза краевых поднятий и срединных массивов, изложенные предшественниками (Тильман, 1987; Прокин, 1988; Садовский, 1989) являются дискуссионными и нуждаются в дополнительных исследованиях.

В целом, в диссертации автор, в качестве методологической основы придерживается представлений о тесной корреляции тектоники рудных полей с региональными структурами (Вольфсон 1975; Старостин 1990 и др.), и идее о том, что определенные типы месторождений проявляются при определенных тектонических режимах в определенных типах тектонических структур (Щеглов, 1989).

*Во второй главе* «Принципы, методология и теоретические модели, использованные в работе» рассматриваются основные используемые термины и понятия, и кратко характеризуются теоретические подходы, использованные для

металлогенического анализа. Рассмотрены особенности рудных формаций, характерных для кратоновых террейнов и их периферии. Следует заметить, что автор не всегда приводит источники на предшественников, которые ввели в научную литературу перечисляемые им понятия и термины.

*В третьей главе* «Эволюция представлений о геологическом строении и рудоносности Приколымского и Омолонского террейнов и их месте в региональной структуре Северо-Востока Азии» на основе использования значительного объема существующих опубликованных и отчетных материалов приведен аналитический обзор результатов предшествующих исследований, освещающих геологическое строение и металлогению рассматриваемых кратонных террейнов.

Из приведенного автором обзора следует, что для Приколымья, представления о структуре и тектонической позиции с ростом геологической изученности эволюционировали в сторону усложнения: от стабильного, начиная с позднего протерозоя, Колымского срединного массива, до Приколымского террейна как составной части аккреционно-коллизонной Верхояно-Колымской орогенной области. Рудообразование проявлялось в докембрийское время, в позднем палеозое, но наиболее масштабные процессы рудогенеза связаны с позднемезозойским орогенезом.

Для Омолонского террейна изначально была определена его природа как жесткой консолидированной структуры с дорифейским метаморфическим фундаментом, и эта точка зрения позднее не пересматривалась. Многочисленными исследованиями, в том числе геохронологическими, было установлено, что наиболее продуктивной эпохой являлась ранне-среднепалеозойская, с появлением золото-серебряных месторождений.

*В четвертой главе* «Геологическое строение и рудоносность Приколымского террейна пассивной континентальной окраины» в разделе 4.1. на основе структурно-вещественного анализа рассматриваются основные элементы его структуры, включая структурные ярусы и слагающие блоки (субтеррейны). Для каждого из тектонических элементов, с использованием современных опубликованных данных, описываются особенности его строения, включая метаморфические, стратиграфические и магматические образования, и приводятся их возраста. Делаются выводы по принадлежности структурных ярусов и их частей к определённым геодинамическим комплексам (коллизинному, пассивных окраин, надсубдукционному и т.д.).

В разделе 4.2. с использованием литературных данных и результатов полевых исследований автора в пределах Шаманихинского террейна сделан анализ геодинамических обстановок Приколымского террейна в аспекте его эволюции.

В разделе 4.3. приведены данные о геохимической специализации Приколымского террейна, в том числе по результатам авторских исследований протерозойских структурно-вещественных комплексов. Сделан вывод геохимической эволюции террейна в сторону накопления халькофильности и ослаблением сидерофильности рудоносных комплексов.

В разделе 4.4. «Рудоносность Приколымского террейна» рассмотрены рудные объекты, принадлежащие основным рудным формациям, и охарактеризован вещественный состав руд на примере месторождений и рудопроявлений, изученных непосредственно автором. Для золото-редкометальной формации сделан вывод о контроле рудных тел субплогими структурами. Золото-серебряная формация в Приколымском террейне проявлена редуцировано и освещена кратко. Медно-молибден-порфировая формация рассмотрена на примере нескольких рудопроявлений, в изучении части которых принимал участие автор. По результатам исследований, он отнес их к порфирово-эпитермальных в виду зональности рудных объектов: в центральной части картируются сульфидно-кварцевые штокверки, на периферии золото-серебряное оруденение. Формация стратиформных полиметаллических месторождений отнесена автором к стратиформным смешанного генезиса (диагенетическое и эпигенетическое). При этом им нигде не упоминается, что свинцово-цинковое оруденение пространственно совмещено с промышленным флюоритовым (Шпикерман 1987, Черепанов 2022). Формация медистых песчаников и сланцев Ороекской металлогенической зоны, по мнению автора, сформировалась в рифтогенном палеопрогрессе, в породах терригенно-карбонатного комплекса.

Формация золотоносных кор выветривания, по результатам наблюдений автора, имеет признаки переотложенности и могут быть отнесены к типу полигенных россыпей структурно-карстово-эрозионных депрессий. Формации золотоносных конгломератов, стратиформных вольфрамовых и гематитовых руд кратко описываются автором по литературным данным.

В целом, по его представлениям, состав вещественных комплексов Приколымья отражает геодинамическую обстановку пассивной континентальной окраины, с периодически проявленным рифтогенезом и субдукционными, коллизионными событиями в мелу. Металлогения Приколымья характеризовалась сменой

сингенетической минерализацией (железо) эпигенетической стратиформной (медь, свинец, цинк) и жильной (медь, золото).

В пятой главе «Геологическое строение и рудоносность Омолонского кратонного террейна» рассматривается его геологическое строение с разделением на основные составные части и ярусы. Для каждого из структурных подразделений (метаморфическое основание, чехол, отложения рифтогенных впадин, комплексы активной континентальной окраины) приводятся данные по их составу, эволюции и возрасту. Для ряда объектов автор приводит результаты определений радиологического возраста. На основании полученных возрастов и петрохимических исследований им выделяет посткедонский постсубдукционный магматизм раннекаменноугольного возраста, характеризующийся повышенной щелочностью (шошонит-латитовая ассоциация). Для Омолонского террейна и его крупных структур приводится характеристика их тектонического строения и основные этапы геодинамической эволюции (пять этапов). Автор делает вывод, что к началу рифея Омолонский террейн представлял собой консолидированную структуру. Все последующие этапы его активизации были связаны с появлением глубинных субвертикальных расколов.

В разделе 5.3. рассмотрены и типизированы рудные формации Омолонского террейна и обобщены данные по их возрасту, распространению, условиям образования, связи с определенными магматическими комплексами. Для каждой из формаций определена геодинамическая обстановка формирования. Для составления обобщения по рудным формациям, использованы материалы предшественников и автора. К ведущим для Омолонского террейна отнесены формации палеозойского возраста: золото-редкометалльная (коллизионная), золото-серебряная (постсубдукционный рифтогенез на активной окраине). В мезозойское время проявились рудные объекты медно-молибденовой порфировой формации (связана с эвсиалической островной дугой), золото-серебряная (обстановка активной окраины). Каждая формация описана на типовых примерах (рудопроявлениях, месторождениях).

Наиболее продуктивным металлогеническим этапом автор считает (на основе полученных им данных определений аргон-аргонового метода) позднекарбонный, сформировавший золото-серебряное оруденение. Значительный временной отрыв возраста образования вулканитов и руд объясняется им связью последних с более поздним (позднедевонско-раннекаменноугольным) этапом магматизма повышенной щелочности. Для последующего поздне мелового Au-Ag оруденения автор приводит

его отличия по условиям локализации, минералогическим и геохимическим признакам от позднекарбонового.

*В шестой главе «Основные закономерности тектоно-и рудогенеза перикратонных террейнов Северо-Востока Азии»* рассматриваются различные геодинамические обстановки, существовавшие в пределах рассматриваемых автором террейнов, приводятся сравнения и аналогии с аналогичными режимами в других подобных кратонных структурах. Приводится дополнительный авторский материал по датировкам, позволяющий уточнить возраст магматических комплексов, в том числе рудогенерирующих. Для уточнения генезиса руд, привлекаются имеющиеся данные по изотопному составу серы, кислорода и стронция.

Делается вывод, что Омолонский (жесткая структура) и Колымский (с чешуйчато-надвиговой структурой) террейны существенно различаются набором структурных формаций и структурно-морфологических типов оруденения. Для золота как ведущего полезного ископаемого, общая рудная золотоносность Омолонского террейна в 4 раза выше, чем Колымского, известного россыпной золотоносностью.

Для Приколымского террейна подтверждается вывод, что его металлогения характеризуется закономерной сменой сингенетической минерализации сначала эпигенетической стратиформной, а затем жильно-прожилковой, с увеличением типового разнообразия оруденения на фоне процессов реювинации и регенерации. Для эпигенетической минерализации, автором установлено наследование геохимической специализации вмещающих толщ.

Металлогения Омолонского террейна, по автору, определяется развитием жильно-прожилковой минерализации, контролируемой крутопадающими структурами. Зависимости от состава вмещающих пород не наблюдается.

На основании структурно-тектонических и металлогенических данных автор делает вывод, что рассматриваемые кратонные террейны не являлись частями Северо-Азиатского кратона.

*В седьмой главе «Основные факторы металлогении перикратонных террейнов»* рассматриваются структурно-тектонические, литологические, магматические предпосылки оруденения. Показано, что характер субстрата (сиалический для Омолонского террейна, гетерогенный для Приколымского), а также характер дислоцированности (глыбовый или чешуйчато-надвиговой тип) в целом определил геохимическую специализацию этих структур. Для последнего, автор предполагает разнообразие рудогенных флюидов и неоднократную реювинацию рудного вещества.

Рассмотрены механизмы и модели рудообразования в различных средах и структурных обстановках для Приколымского и Омолонского террейнов.

*В восьмой главе* «Прогнозно-поисковые критерии для выявления новых месторождений и оценка потенциала рудоносности» для каждой из главных рудных формаций Приколымского и Омолонского террейнов разобраны основные критерии, прямые и косвенные признаки, влиявшие на рудообразование.

*В заключении*, автор делает краткий экономический обзор условий рудной добычи на севере Магаданской области и предлагает пути их усовершенствования.

## **VI. Общие замечания и предложения**

К числу общих замечаний к работе можно отнести несколько упрощенный характер использованных изотопных диаграмм свинца и серы, на которых отсутствуют метки таких традиционно рассматриваемых в современных геохимических и металлогенических исследований резервуаров, как мантия (обычно используются значения для базальтов срединно-океанических хребтов MORB), осадочные породы субдуцирующей плиты ( $\delta^{34}\text{S}$  около +8), к которым, кстати, оказываются весьма близки многие серные изотопные метки руд Приколымского террейна (см. рисунок 6 в автореферате). Таким же образом вариации изотопного состава серы в рудах Омолонского террейна могут быть объяснены смешением мантийных флюидов (мантийный источник типа MORB) с компонентами (контаминантами), представляющими собой пириты осадочных пород или рециклированные морские сульфаты, присутствующие среди докембрийских образований кристаллического фундамента.

Также не затронута принципиальная возможность отнесения некоторых железосодержащих руд к железоксидно-медно-золотому (IOCG) типу. Например, Ороевское рудопроявление меди (Глава 4) содержит такие ассоциации рудных минералов, как гематит, рутил, халькопирит, халькозин, являющиеся типоморфными для месторождений IOCG типа.

Обращает на себя внимание также некоторая схематичность в определении петрогеохимической принадлежности магматических пород (комплексов), вмещающих разновозрастное оруденение различных типов в пределах Приколымского и Омолонского перикратонных террейнов, что сказалось на некоторой неопределенности (двойственности) при определении палеотектонических условий

образования ряда рудных формаций и формулировании ряда геодинамических реконструкций.

К недостаткам работы можно также отнести то, что не все типовые обстановки рудной локализации освещены в достаточной мере, большая часть из них рассматривается весьма схематично и в ряде случаев не сопровождается сопровождающей наглядной графикой.

Геологические карты значительно упрощены, некоторые подписи на них едва видны. Даже для крупных месторождений (Кубака, Биркачан) отсутствуют разрезы, которые могли бы иллюстрировать описание, которое «зависает» без достаточного графического материала. Полностью отсутствуют широко применяемые в настоящее время в геологической практике пространственные 3D модели даже для известных месторождений региона.

Приводимые автором геохимические спектры для руд различного формационного типа состоят из перечня элементов, для каждого из которых не обозначен их уровень накопления, что затрудняет понимание их реальной практической значимости. Кроме того, не охарактеризованы корреляционные связи между элементами.

К оформительским и техническим недостаткам относятся: 1) неудачные выражения (например, «...к которым мы относим проблематичные малые интрузии...» стр. 173, там же: ни один исследователь доселе не отмечал... и др.; 2) присутствие явно незаконченных предложений (например, стр. 131 абз/ 3); 3) наличие опечаток и грамматические ошибок; 4) неточности в данных (нерасшифрованы значения содержаний элементов в таблице 6-1).

### **Заключение**

Диссертационная работа **Глухова Антона Николаевича** содержит обширный обобщенный материал по геологии и металлогении крупных перикратонных структур севера Магаданской области (Приколымский и Омолонский террейны). Используемые автором научные и отчетные источники относятся к проверенным и надёжным. Содержание работы соответствует заявленной теме. В должной мере присутствуют теоретические и практические части для каждой из глав. Материал имеет как описательный, так и объяснительный, исследовательский характер.

Многолетние исследования самого автора позволили в значительной степени уточнить возраст, генезис и условия локализации рудных объектов. Заслугой автора


является доказательный научный разбор геодинамических обстановок, сопутствующих рудообразованию различной формационной принадлежности. Выводы автора о связи структурно-тектонического строения, геохимической специализации вмещающих пород и рудной минерализации в достаточной мере обоснованы.


Диссертация является целостной и законченной научно-исследовательской работой, основанной на личном вкладе автора в сбор и анализ обширного фактического материала. Автор на профессиональном уровне владеет современными методами геологической съемки, структурно-тектонического анализа, а также интерпретации литогеохимических, изотопно-геохимических и изотопно-геохронологических данных. В работе продемонстрирована широкая эрудиция и глубокое понимание современных геодинамических моделей и металлогенических концепций, а также детальное знание геологической истории северо-восточной Азии. В целом диссертация Глухова А.Н. может быть оценена как значительный научный труд, существенно дополняющий и конкретизирующий полученные ранее результаты по металлогеническим исследованиям в регионе.

Основные положения диссертации отражены в 24 статьях из списка ВАК, а также в 41 публикации в сборниках научных трудов и материалах конференций.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа содержит необходимые научно-квалификационные признаки, соответствующие п. 9-14 «Положения и порядке присуждения ученых степеней» (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), применительно к ученой степени доктора геолого-минералогических наук, а ее автор Антон Николаевич Глухов заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования  
ФГБУН Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН,  
кандидат геол.-минерал. наук  Н.В. Бердников

Ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования  
ФГБУН Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН,  
кандидат геол.-минерал. наук  П.К. Кепежинская

Старший научный сотрудник лаборатории тектоники ФГБУН Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН,

кандидат геол.-минерал. наук



В.Е. Кириллов

Отзыв на диссертацию и автореферат Глухова Антона Николаевича «Металлогения перикратонных террейнов на примере Северо-Востока Азии», представленной на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности: 1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» заслушан и обсужден на заседании Ученого совета ИТиГ ДВО РАН (протокол № 3 от 24 апреля 2025 г.) и рекомендован в качестве официального отзыва ведущей организации.

Я, Бердников Николай Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Бердников Николай Викторович

Вед. научн. сотр. лаборатории

Физико-химических методов исследования

ИТиГ ДВО РАН, кандидат геол.-минерал. наук

nick@itig.as.khb.ru



Я, Кепежинскас Павел Казимерасович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Кепежинскас Павел Казимерасович

Вед. научн. сотр. лаборатории

Физико-химических методов исследования

ИТиГ ДВО РАН, кандидат геол.-минерал. наук

pavel\_k7@yahoo.com



Я, Кириллов Вадим Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Кириллов Вадим Евгеньевич



Ст. научн. сотрудник лаборатории

Тектоники ИТиГ ДВО РАН, кандидат геол.-минерал. наук

[kirillov@itig.as.khb.ru](mailto:kirillov@itig.as.khb.ru)

Подпись *Кириллова В.Е.*  
заверяю: специалист  
по кадровому делопроизводству  
Ю.Е. Баратова  
«24» 04 2025 г.

Подпись *Женетовская Я.С.*  
заверяю: специалист  
по кадровому делопроизводству  
Ю.Е. Баратова  
«24» 04 2025 г.

Подпись *Бердусинова Я.В.*  
заверяю: специалист  
по кадровому делопроизводству  
Ю.Е. Баратова  
«24» 04 2025 г.

