

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки

**ИНСТИТУТ  
ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ**  
им. В.С. Соболева  
Сибирского отделения  
Российской академии наук  
(ИГМ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИГМ СО РАН  
доктор геолого-минералогических наук  
Крук Николай Николаевич

10 января 2018 года

Просп. Академика Коптюга, д. 3, Новосибирск,  
630090

Для телеграмм: Новосибирск – 90, Геология

Факс +7 (383) 333-27-92, +7 (383) 373-03-28

Телефон +7 (383) 333-26-00, +7 (383) 373-05-61

E-mail: director@igm.nsc.ru

10.01.2018 № 15350-110-6215/21

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Юрия Сергеевича Ананьева «Золото-концентрирующие системы южного складчатого обрамления Западно-Сибирской плиты (на примере Западной Калбы)», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности: 25.00.11 – "Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения".

#### I. Актуальность темы диссертационной работы

Представленная диссертация посвящена актуальной теме - выявлению закономерностей формирования и строения золото-концентрирующих систем южного складчатого обрамления Западно-Сибирской плиты и выработке комплексных прогнозно-поисковых критериев на основе материалов космических съемок и наземных геолого-геохимических исследований. В связи с развитием в последние годы цифровых технологий регистрации и обработки геологической информации актуальным становится вопрос разработки и применения методов обработки данных мультиспектральных и радарных космических съемок на всех этапах и стадиях геолого-поисковых работ, чему посвящена настоящая диссертация. Использование современных возможностей дистанционных методов исследований, должно опираться на геологические, геохимические и рудно-метасоматические модели изучаемых объектов и их разработка является актуальной задачей. В рецензируемой работе по результатам проведенных исследований на конкретных объектах Западно-Калбинской металлогенической зоны (Эспе, Баладжал, Миалы, Джумба, Акжал) и Алтае-Саянской складчатой области (Боко-Васильевское, Кызыловское, Синюхинское, Ольховско-Чибижекское и др.) разработана модель золото-концентрирующей магмо-рудно-метасоматической палеосистемы Западной Калбы, дано теоретическое обоснование мантийному уровню заложения магмо-рудно-метасоматической системы Западной Калбы и уточнены дистанционные, метасоматические и минералого-геохимические критерии золоторудных полей и месторождений.

Диссертационная работа Юрия Сергеевича Ананьева состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы общим объемом 509 страниц машинописного текста,

содержит 52 таблиц и 233 рисунка. Библиографический список включает 447 опубликованных и фондовых источников.

## II. Научная новизна

- Разработана модель золото-концентрирующей магмо-рудно-метасоматической палеосистемы Западной Калбы. Все известные золоторудные месторождения и рудные поля Западной Калбы, разделены автором на три структурно-морфологические группы: рудные поля с жильно-кварцевым и штокверковыми типами руд в габбро-плагиогранитных массивах и терригенных, вулканогенных толщах карбона (Баладжальское Боко-Васильевское); рудные поля, представленные минерализованными сульфидными зонами в углеродистых терригенных толщах карбона (Бакырчикское, Миалинское); рудные поля комбинированного типа, включающие кварцевые жилы, штокверки, золото-пирит-арсенопиритовые залежи в различных терригенно-вулканогенных толщах и интрузивах (рудное поле Эспе). Установлено контрастное проявление метаморфизма в разных рудных полях и месторождениях в черносланцевых толщах в Западно-Калбинской металлогенической зоне и описаны процессы метаморфизма. Для всех рудных полей и месторождений выявлено развитие разных типов метасоматитов - альбит-амфиболовой, кварц-полевошпатовой, пропилитовой и лиственит-березитовой формаций и сопряженных с ними золотых руд и проведено их описание в разных рудных полях. По результатам изучения геолого-геохимических особенностей рудных полей с разным уровнем эрозионного среза представлена обобщенная модель *золото-концентрирующей магмо-рудно-метасоматической системы Западной Калбы*.

- Определена ведущая роль метасоматических процессов в рудообразовании. В строении выделенной золото-концентрирующей магмо-рудно-метасоматической системы Западной Калбы выделена вертикальная зональность, которая представлена корневой, нижней, средней и верхней частями, проявленными в разных рудных полях с разным эрозионным срезом. В работе приводится детальная характеристика этих частей колонны. Дается описание разрезов, магматизма описание метасоматических и рудных образований, их минерального состава, а также форма и габитус кристаллов рудных минералов, термо-ЭДС отдельных кристаллов, изотопный состав серы рудных минералов, геохимии пород, руд и минералов. Установлено, что альбит-амфиболовые метасоматиты встречаются только в рудных полях, где проявлены штоки интрузивных пород кунушского комплекса (Баладжальское, Акжальское рудные поля, рудопроявление Бижан). Их формирование обусловлено воздействием просачивающихся сквозьмагматических флюидов на вмещающие породы еще в магматический этап. Кварц-полевошпатовые метасоматиты встречаются в рудных полях и рудопроявлениях, где проявлены штоки и рои даек кунушского интрузивного комплекса (Баладжальское, Акжальское, Боко-Васильевское рудные поля). Формирование площадных пропилитов связано со стадий кислотного выщелачивания при температуре 420-460 °С. Лиственито-березиты контролируются зонами повышенной трещиноватости и сопровождают жильные, штокверковые и прожилково-вкрапленные руды, а также образуют самостоятельные жилообразные тела. Изучение динамики накопления золота в метасоматитах показало, что образование альбит-амфиболовых, кварц-полевошпатовых метасоматитов и пропилитов сопровождалось общим значительным выносом золота до 50 %, а формирование лиственитов-березитов напротив, во всех изученных рудных полях, сопровождалось положительным балансом металла.

- Выявлены признаки золото-концентрирующих систем в материалах современных мультиспектральных космических съемок. Показаны основные приемы обработки, анализа и дешифрирования материалов современных космических съемок. Приведен расчет спектральных индексов. Показано, что для получения индексного изображения, значение каждого пиксела вычисляется путем применения алгебраических операций над калиброванными значениями пикселов из разных спектральных диапазонов снимка.

Приведены наиболее часто используемые спектральные индексы по материалам Landsat ETM+ и ASTER, среди них выделены главные минеральные индексы.

- Установлено, что рудоносные структуры различного иерархического уровня проявляются в материалах дистанционных съемок определенным набором структур линейной, кольцевой и дуговой морфологии, а так же участками гидротермально измененных пород. На всех этих площадях оруденение контролируется разноиерархическими кольцевыми и дуговыми структурами и участками их сопряжения с радиальными линеаменами, что дает возможность проводить прогнозную оценку территорий. Расчет минеральных индексов по материалам ASTER показал, что информативными в отдельных рудных полях оказались кварцевый, серицит-мусковит-глинистый, эпидот-хлорит-кальцитовый и железистые индексы, которые коррелируют с зонами развития определенного типа метасоматитов и золотого оруденения.

- Дано обоснование мантийно-коровому и внутрикоровому формированию золото-концентрирующих систем Западной Калбы. Приводятся 10 основных критериев участия глубинных флюидов в формировании месторождений и их метасоматитов, среди которых наиболее значимыми являются: наличие глубинных рудоносных магматических образований различного состава – пикрит-базальтового, андезитового и долерит-лампрофир-плагиогранитного; приуроченность развития некоторых интрузивно-рудно-метасоматических систем к глубинным разломам, в том числе уходящих корнями в мантию; повышенные содержания Au в поздних дайковых фазах в сравнении с ранними интрузивными, указывающие на накопление этого металла в остаточном расплаве и флюидах; наличие в рудах элементов (Pt, Pd, Bi и др.), указывающие на их глубинное происхождение; изотопно-геохимические показатели (S, Sr, Nd) определяющие глубинные источники вещества. Также дано описание условий формирования внутрикоровых золото-концентрирующих систем.

### **III. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций**

Положения, выносимые на защиту.

1. Разработана модель строения магмо-рудно-метасоматической зоны-колонны в черносланцевых толщах Западной Калбы, сформированной вследствие эволюции единой магма-рудно-метасоматической системы. В ее строении выделены корневая, нижняя, средняя и верхняя части, различающиеся формами проявления интрузивных тел, формационно-фациальными типами метасоматитов, структурно-морфологическими и минеральными типами руд.

2. Признаки золото-концентрирующих систем на современном уровне эрозионного среза находят свое отражение в материалах современных дистанционных съемок в виде комплекса структурно-вещественных признаков. Структурные признаки (очаговые, кольцевые и линейные структуры) указывают на положение золото-концентрирующих систем, а вещественные свидетельствуют об их зональном внутреннем строении, в котором выделяются: внешняя зона, представленная повышенными значениями индексов оксидов железа; промежуточная, соответствующая пропиловому минеральному парагенезису и внутренняя, отвечающая лиственит-березитовому профилю изменений.

3. Золото-концентрирующие системы Западной Калбы имеют мантийный уровень заложения. Об этом свидетельствуют: характер размещения золоторудных полей в системах телескопированных кольцевых структур вдоль линеаментов подкорового заложения; мантийный источник вещества продуктивного магматического комплекса; метамагматические изменения; комплексный характер оруденения; наличие в составе руд самородных элементов золота, серебра, платиноидов, углерода; особенности распределения золота в метасоматитах, рудах и вмещающих слабометаморфизованных породах.

4. Вновь разработанные дистанционные, уточненные и дополненные локальные метасоматические и минералого-геохимические критерии золотого оруденения положены

в основу методики прогнозирования и поисков золото-концентрирующих систем на основе комплексирования структурно-вещественного анализа разномасштабных данных современных космических съёмок и наземных геолого-геохимических исследований.

Достоверность защищаемых положений обусловлена большим числом изученных рудных полей и месторождений золота Западной Калбы и Алтае-Саянской складчатой области, которые отражают практически весь спектр структурно-морфологического и минералого-геохимического разнообразия оруденения, большим количеством нового фактического материала, полученного лично соискателем, а так же заимствованного из многочисленных научно-производственных отчетов, научных публикаций, использованием современных высококачественных аналитических методов исследований, выполненных в аттестованных лабораториях России, а так же современных лицензионных растровой и векторной геоинформационных систем (Erdas Imagine, ArcGIS).

#### **IV. Значимость результатов, полученных автором диссертационной работы для науки и практики**

Разработаны дистанционные, уточнены метасоматические и минералого-геохимические критерии золоторудных полей и месторождений. Предложена ресурсоэффективная методика прогнозирования и поисков золоторудных полей и месторождений. Разработаны рекомендации по дальнейшему направлению геологоразведочных работ в рудных полях. В качестве локальных критериев автор рассматривает структурные, стратиграфо-литологические, магматические, метасоматические, минералого-геохимические (поисковые предпосылки по учебнику) и показывает их специфику проявления на разных типах золоторудных месторождений. В разделе «Рациональная методика прогнозирования золоторудных объектов на основе комплексного структурно-вещественного анализа разномасштабных данных дистанционного зондирования» показано поэтапное описание этого метода с использованием космоснимков разного масштаба и специализированной методикой их обработки. Вся методика включает 4 этапа: 1 – региональный (1:1000000 – 1:200000); 2 – Локальный (1:200000 – 1:50000); 3 – Детальный (1:25000 – 1:10000) и 4 – Заверочный (1:25000 – 1:10000). Используя структурное дешифрирование материалов Modis и мозаик Landsat регионального уровня генерализации выделены основные космогеологические структуры кольцевой и линейной морфологии характеризующие основные особенности Западно-Калбинской металлогенической зоны.

Результаты исследований используются автором в учебном процессе в Томском политехническом университете.

#### **V. Замечания по диссертационной работе**

1. При характеристике геологического строения и этапов геологического развития Центрально-Азиатского складчатого пояса (2 глава) автор не определил место своих объектов исследования в истории развития ЦАСП и формирования золоторудной минерализации.

2. Выделенные системы кольцевых и дуговых структур, по данным автора связаны либо с разноглубинными очагами гранитизации или интрузивными телами, либо с вулканическими аппаратами центрального типа и кальдерами их обрушения и они не всегда являются рудопроизводящими. И очевидно, что эти структуры не всегда можно рассматривать в качестве рудоконтролирующих, так как с ними не всегда связаны рудообразующие системы также как и не со всеми магматическими образованиями. Поэтому их нельзя использовать в качестве критериев прогнозирования оруденения как предлагает автор. Как показывает прошлый опыт, увлечение кольцевыми структурами в 80 годы прошлого столетия (Ваганов и др., 1985; Томсон, И.Н., 1982, 1984; Доливо-Добровольский и др., 1980) не привело к какому либо прорыву в поисковых работах. Напротив увлечение такими структурами часто приводит к ложным выводам. Так например, по Рудному Алтаю в результате манипуляций автора с космоснимками он пришел к выводу, что «возраст полиметаллической минерализации должен быть после

раннепермским»(?), что противоречит доказанной многими поколениями геологов о связи этого оруденения с девонским вулканизмом.

3. В строении выделенной золото-концентрирующей магмо-рудно-метасоматической системы Западной Калбы (глава 4) автор выделяет вертикальную зональность, представленную корневой, нижней, средней и верхней частями, которые проявлены в разных рудных полях с разным эрозионным срезом. Однако остается непонятным на основании каких данных выделены уровни эрозионного среза на разных рудных полях, что положены в основу выделения разноглубинных частей магмо-рудно-метасоматической колонны. Как видно из описания многое в этих зонах повторяется и остается непонятным, чем принципиально различаются эти зоны (части) вертикальной зональности.

4. Также необходимо отметить, что в главе 4 содержится громадная компилятивная информация по разным областям геологии и геохимии, которая непонятно зачем приведена. В большей части она не является доказательной базой защищаемого положения, а в конце таких разделов даже нет выводов из приведенных данных. Так последний подраздел главы (4.2 около 80 стр.) посвящен характеристике золото-концентрирующих систем Алтае-Саянской складчатой области. Здесь идет описание разных типов месторождений (Олимпиадинское, Саралинское, Коммунарское, Центральное, Балахчинское, Федотовское, Ольховско-Чибижекское, Синюхинское, Майско-Лебедское). Однако автором не выделены кольцевые структуры в их строении, описание метасоматоза и развития оруденения не вписываются в обобщенную рудно-метасоматическую модель. Непонятно какую роль этот раздел играет в работе, если он не отражен даже в автореферате.

5. Рассматривая региональные и локальные прогнозно-поисковые критерии (глава 6) автор выделяет в качестве локального поискового критерия площадную распространенность гидротермально измененных пород, хотя развитие площадных изменений в породах вряд ли можно относить к поисковому признаку, так как они могут быть связаны с региональным метаморфизмом. Также вряд ли облегчит прогноз и поиски магматический критерий, представленный диссертантом так: «проявление магматизма в любом виде – протрузии ультраосновных пород, гранитоидные батолиты, пестрые магматические серии, дайковые пояса и свиты и др., свидетельствуют о миграции и дифференциации в том числе и рудного вещества».

#### **VI. Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

В заключение необходимо отметить, что, несмотря на сделанные замечания, рассматриваемая диссертационная работа представляет собой научное обобщение громадного фактического материала по рудным полям и месторождениям с золоторудным оруденением в структурах, обрамляющих Западно-Сибирскую плиту. Защищаемые положения хорошо обоснованы и подкреплены большим количеством фактического материала. Содержание диссертационной работы полностью соответствует специальности 25.00.11 – "Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения". Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают основное содержание диссертационного исследования. Основные положения диссертации опубликованы в 16 рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, а также в 5 монографиях, двух учебных пособиях, в 83 статьях и тезисах докладов.

В целом, в диссертационной работе Ю.С.Ананьева обобщен большой фактический материал и она представляет собой цельный законченный научный труд и соответствует требованиям пунктов 9-10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а сам автор заслуживает присуждения степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – "Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Отзыв заслушан и обсужден на расширенном заседании лаборатории рудно-магматических систем и металлогении и одобрен на заседании Ученого совета Института геологии и минералогии СО РАН в качестве официального отзыва ведущей организации (протокол № 1 от 10 января 2018 года).

#### **Сведения о ведущей организации**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 630090, г.Новосибирск, проспект академика Коптюга, 3.

Телефон: +7 (383) 333-26-00

Адрес электронной почты: director@igm.nsc.ru

Доктор геол.-минер. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рудно-магматических систем и металлогении

Иван Васильевич Гаськов

Доктор геол.-минер. наук, главный научный сотрудник лаборатории рудно-магматических систем и металлогении

Александр Сергеевич Борисенко

Подписи И.В. Гаськова и А.С. Борисенко удостоверяю:

Ученый секретарь ИГМ СО РАН

к.г.-м.н.



Дмитрий Александрович Самданов