

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.067.03 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и
минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук**

**ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕРЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 3 декабря 2014 г. № 03/11

О присуждении Кужугету Ренату Васильевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Золото-теллуридное оруденение Алдан-Маадырского рудного узла (Западная Тува): минералого-геохимические особенности руд и условия их образования» по специальности 25.00.11 – «геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения», принята к защите 29 сентября 2014 г., протокол №03/9 диссертационным советом Д 003.067.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, д. 3), Приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Кужугет Ренат Васильевич, 1984 года рождения, в 2007 г. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тувинский государственный университет». В 2010 году окончил очную аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Тувинском институте комплексного освоения природных ресурсов СО РАН.

В настоящее время работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Тувинском институте комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (лаборатория «Геодинамика, магматизм и рудообразование»).

Диссертация выполнена в лаборатории геодинамики, магматизма и рудообразования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, **Лебедев Владимир Ильич**, главный научный сотрудник лаборатории геодинамики, магматизма и рудообразования, директор ФГБУН Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН.

Официальные оппоненты: 1) **Горячев Николай Анатольевич**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор ФГБУН Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института ДВО РАН; 2) **Мельцер Михаил Леонидович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор Новосибирского филиала НОУ ВПО Санкт-Петербургского университета управления и экономики, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск) в своем

положительном заключении, подписанными Ворошиловым Валерий Гавриловичем и Кучеренко Игорем Васильевичем, докторами геолого-минералогических наук, профессорами кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, указала, что представленная на рассмотрение диссертационная работа весьма актуальна, т.к. выявление новых типов золотой минерализации и моделирование условий их формирования служит основой для разработки прогнозно-поисковых критериев, что особенно своевременно для Алдан-Маадырского рудного узла, одного из наиболее перспективных золоторудных объектов Республики Тыва. Кужугетом Р.В. выполнен большой объем аналитических работ с использованием современных методов исследования вещества, достоверность полученных результатов и обоснованность основных выводов сомнений не вызывает. Полученные автором результаты дают новые знания о процессах формирования золото-кварцевых месторождений золото-теллуридного (Au-Ag-Te) типа и способствуют развитию теории гидротермального минералообразования.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации – 19 научных работ (общим объемом 8,51 печатного листа), из них опубликованы в рецензируемых научных изданиях – 3 работы.

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:

1) **Кужугет Р.В.**, Монгуш А.А. Алдан-Маадырский золоторудный узел (Западная Тува): особенности геолого-структурного строения и химического состава золота // Вестн. ТГУ. – Томск, 2013. – № 369. – С. 188–192 (соискатель лично проводил минералого-геохимические исследования и интерпретацию полученных данных, подготовил основную часть текста статьи по этим результатам и частично – геолого-структурное описание).

2) **Кужугет Р.В.** Иодидная и бромидная минерализация в окисленных рудах Хаак-Саирского золоторудного месторождения, Западная Тува // Зап. РМО. – 2014. – № 2. – Т. 143. – С. 64–80.

3) **Кужугет Р.В.**, Зайков В.В., Лебедев В.И. Улуг-Саирское золото-турмалин-кварцевое месторождение, Западная Тува // Литосфера. – 2014. – № 2. – С. 99–114 (соискатель лично проводил минералого-геохимические исследования и интерпретацию полученных данных, подготовил большую часть текста статьи).

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов (все положительные, из них 3 без замечаний) от: 1. А.В. Волошина, д.г.-м.н., г.н.с. (ГИ КНЦ РАН); 2. Н.Е. Саввы, д.г.-м.н., в.н.с. и Е.Е. Коловой, к.г.-м.н., н.с. (СВКНИИ ДВО РАН); 3. Б.Н. Абрамова, к.г.-м.н., в.н.с. (ИПРЭК СО РАН); 4. М.И. Фоминой, к.г.-м.н., н.с. (СВКНИИ ДВО РАН); 5. О.Ю. Плотинской, к.г.-м.н., в.н.с. (ИГЕМ РАН); 6. Г.С. Анисимовой, к.г.-м.н., в.н.с. (ИГАБМ СО РАН); 7. С.Е. Знаменского, д.г.-м.н., зав.лаб. (ИГ УНЦ РАН); 8. В.М. Округина, к.г.-м.н., зав.лаб., Е.Д. Скильской, н.с., К.О. Шишкановой, н.с. и Д.А. Яблоковой н.с. (ИВиС ДВО РАН); 9. А.И. Белковского, д.г.-м.н., в.н.с. (ИМин УрО РАН); 10. В.П. Молошага, к.г.-м.н., руководителя группы рудных месторождений (ИГГ УрО РАН); 11. А.А. Сидорова, члена-корреспондента РАН, д.г.-м.н., профессора (ИГЕМ РАН); 12. Б.Л. Гармаева, к.г.-м.н., м.н.с. (ГИН СО РАН); 13. В.А. Макарова, д.г.-м.н., профессора, директора и П.Н. Самородского, к.г.-м.н., доцента каф. (ИГДГГ СФУ); 14. А.В. Татаринова, д.г.-м.н., г.н.с. (ГИН СО РАН); 15. Р.И. Конеева, д.г.-м.н., профессора (НУУ им. Мирзо Улугбека). В отзывах отмечено, что полученные результаты вносят существенный вклад в развитие представлений о генезисе месторождений золото-теллуридного (Au-Ag-Te) типа золото-кварцевой формации. Автором получен большой объем новых данных о формах нахождения и составе золота, теллуридов, селенидов, селенотеллуридов, иодидов, хлоридов и бромидов.

Определена последовательность формирования, минералого-геохимические, физико-химические параметры отложения золоторудной минерализации изученных объектов. Для месторождений изученного рудного узла доказана полистадийность формирования, латеральная и вертикальная минералого-геохимическая зональность. Основные выводы и выдвинутые защищаемые положения вполне убедительно обоснованы и базируются на обширном фактическом материале. Практическая ценность разработок автора состоит в их применении на всех уровнях проведения геологических работ от прогнозно-поисковых до разведочных.

Основные замечания и предложения касаются слишком дробном делении на стадии и этапы рудообразования (к.г.-м.н. О.Ю. Плотинская, к.г.-м.н. Г.С. Анисимова), выделение турмалин-кварцевых ассоциаций на завершающем этапе рудообразования не подкреплено термометрическими исследованиями кварца из прожилков, не установлены следы пострудных высокотемпературных эманаций (д.г.-м.н. Н.Е. Савва, к.г.-м.н. Е.Е. Колова). Отмечено, что в автореферате не приведены данные о геохимии руд и корреляционных соотношениях химических элементов в них, необходимые для сопоставления объектов (д.г.-м.н. Н.Е. Савва, к.г.-м.н. Е.Е. Колова, к.г.-м.н. Б.Л. Гармаев). Второе защищаемое положение неудачно сформулировано и не раскрывает существо полученных результатов, которые неплохо расшифрованы в заключении (д.г.-м.н. А.И. Белковский, д.г.-м.н. А.А. Сидоров). Приведенные в работе данные по солености растворов позволяют предполагать участие в процессе рудообразования метеорных вод (д.г.-м.н. С.Е. Знаменский).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Горячев Н.А. и Мельцер М.Л. являются высококвалифицированными компетентными специалистами в области геологии, минералогии, геохимии и генезиса золоторудных месторождений. Оппоненты имеют ряд публикаций в соответствующей диссертационной сфере исследования и способны объективно оценить данную работу.

Выбор ведущей организации (Национальный исследовательский Томский политехнический университет) обосновывается тем, что она имеет структурные подразделения (Институт природных ресурсов с кафедрой геологии и разведки полезных ископаемых, которая включает лабораторию "Геохимии золота", Инновационный научно-образовательный центр "Золото-платина"), хорошо известные своими достижениями в данной отрасли науки, направление научно-исследовательской деятельности которых полностью соответствует тематике рассматриваемой диссертации, и высококвалифицированные специалисты, несомненно, способны определить и аргументировано обосновать научную и практическую ценность данной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: 1) выявлена и описана золото-ртутная, золото-селенидно-теллуридная (с селенидами Au-Ag, Ag, Hg, Pb, теллуридами Ag и Hg), иодидная, бромидная, хлоридная минерализация на Хаак-Саирском месторождении и золото-теллуридная (с селенидами и селенотеллуридами Ag и Bi) на Улуг-Саирском месторождении; 2) **установлено,** что на верхних уровнях единой рудно-магматической системы данного рудного узла развиты минеральные ассоциации с серебристыми блёклыми рудами ряда теннантит-тетраэдрит, минералами ряда Au-Ag-Hg, селенидами Au-Ag, Ag, Hg, теллуридами Ag, Hg, незначительным количеством халькопирита, а на глубоких горизонтах возрастает количество халькопирита и доля теллуридов, а также снижается доля селенидов; 3) на основе имеющихся данных о вертикальной и латеральной минеральной зональности месторождений золота **разработаны** минералогические критерии прогнозирования оруденения и оценки уровня эрозионного среза рудных объектов данного типа; в частности, показано, что, минеральные

парагенезисы золота, наличие примеси Hg в его составе, зональность, вариации пробности, соотношение селенидов и теллуридов, отражают уровень эродированности руд и свидетельствуют о том, что продуктивные ассоциации отвечают различным фациям глубинности; 4) **выявлены** формы нахождения, минералого-геохимические особенности и физико-химические параметры отложения золоторудной минерализации золото-кварцевых месторождений Алдан-Маадырского рудного узла и 5) **доказано**, что последние являются полистадийными объектами золото-теллуридного (Au-Ag-Te) типа, ассоциирующего с вулкано-плутоническими комплексами, а различия их минерального состава в значительной мере обусловлены вариациями fS_2 , fSe_2 и fTe_2 , фациями глубинности, составом рудообразующих флюидов и литолого-геохимическими особенностями рудовмещающих толщ.

На основе геолого-минералогических, геохимических и термобарогеохимических исследований **предложена** геолого-генетическая схема формирования месторождений данного рудного узла. Золотое оруденение является производным единой сложной флюидно-гидротермальной рудообразующей системы золото-теллуридного (Au-Ag-Te) типа с латеральной и вертикальной минеральной зональностью. Формирование рудных тел происходило в течение нескольких этапов и стадий при последовательном формировании различных типов золотой минерализации. Созданная геолого-структурная модель оруденения Алдан-Маадырского золоторудного узла позволяет прогнозировать наличие промышленных руд на глубоких горизонтах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:

1) Месторождения Хаак-Саир и Улуг-Саир Алдан-Маадырского рудного узла являются производными единой сложной флюидно-гидротермальной рудообразующей системы золото-теллуридного (Au-Ag-Te) типа с латеральной и вертикальной минеральной зональностью, формирование рудных тел которых происходило в течение ряда этапов, включающих до 10-ти различных минеральных ассоциаций (стадий), т.е. полистадийными объектами золото-теллуридного типа, сформированные при последовательном отложении различных типов золотой минерализации. Золото-теллуридный (Au-Ag-Te) тип Алдан-Маадырского рудного узла по генетической классификации месторождений золота (Спиридонов, 1995, 2010 и др.) относится к вулканогенно-плутоногенной золото-кварцевой формации.

2) Выявленный золото-теллуридный тип золото-кварцевой формации Алдан-Маадырского рудного узла является новым для Тувы. По составу продуктивных ассоциаций Хаак-Саирское месторождение отвечает золото-галенит-сульфоантимонитовому типу с серебристыми блёклыми рудами, минералами ряда Au-Ag-Hg, селенидами Au-Ag, Ag, Hg, теллуридами Ag, Hg, Улуг-Саирское – золото-сульфидному типу с теллуридами и селенидами Au и Ag и селенотеллуридами Ag и Bi.

3) Месторождения Алдан-Маадырского рудного узла формировались при различных физико-химических параметрах. Руды Хаак-Саирского месторождения формировались в условиях гипабиссальной фации глубинности при $P \sim 0,5$ кбар ($\sim 1,5$ км) и температурах 290–135°C, Улуг-Саирского месторождения – в условиях гип-мезоабиссальной фации глубинности при $P \sim 0,9–1,0$ кбар ($\sim 2,7–3,0$ км) и температурах 360–145°C. Формирование продуктивных рудных ассоциаций месторождений происходило на фоне снижения температур, а их минеральный состав в значительной мере обусловлен вариациями fS_2 , fHg_2 , fSe_2 и fTe_2 , фациями глубинности их образования, составом рудообразующих флюидов и литолого-геохимическими особенностями рудовмещающих толщ.

4) Состав золота в улугсайрских и хаасаирских рудах эволюционирует от весьма высокопробного до электрума; кроме того, в хааксайрских рудах – от высокопробного золота до Au-содержащего ртутистого серебра через ртутистое золото, ртутистый электрум и ртутистый кюстелит. При повышенной $f\text{Te}_2$ и $f\text{Se}_2$ уменьшается разброс пробности золота и формируется высокопробное и среднепробное золото в ассоциации с гесситом, петцитом, колорадоитом и/или селенидами Au-Ag, Ag и Hg.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования вещества, включая электронную микроскопию, микрозондовый анализ, LA ICP-MS, изотопные определения возраста пород, термобарогеохимические исследования для оценки физико-химических условий формирования руд. Изложенные и обоснованные в виде защищаемых положений новые результаты и их интерпретация вносят существенный вклад в расширение представлений о генетической природе как изученных объектов, так и месторождений золото-теллуридного типа в целом. Выявленные генетические особенности исследованных месторождений и их приуроченность к золото-теллуридному (Au-Ag-Te) типу, закономерности латеральной и вертикальной минеральной зональности позволяют более корректно оценить их перспективы на золото, а также дополняют имеющиеся представления о механизмах формирования подобных рудно-магматических систем. Изучены причинно-следственные связи состава самородного золота и его трендов эволюции с условиями.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные результаты и **установленные** закономерности размещения золотого оруденения будут полезны при постановке поисково-оценочных работ на изученных месторождениях и позволяют с новых позиций подойти к прогнозу промышленных объектов не только в пределах Алдан-Маадырского рудного узла, но и в других известных золотоносных районах Тувы. **Построенная** геолого-структурная модель золоторудного узла и **выявленные** минералогические критерии прогнозирования оруденения на глубину и оценки уровня эрозионного среза объектов позволят более эффективно выбрать перспективные участки для детальных поисково-оценочных работ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Результаты **экспериментальных работ** получены на современном сертифицированном оборудовании для минералого-петрографических, минералого-геохимических, геохимических, изотопно-геохронологических и термобарогеохимических исследований: оптические поляризационные микроскопы Olympus и ПОЛАМ Р312 (ТувИКОПР СО РАН); сканирующие электронные микроскопы (с пределами обнаружения содержаний элементов-примесей – 0.01 мас. %) РЭММА 202М (ИМин УрО РАН) и MIRA-3 LM (ИГМ СО РАН); микрозондовые анализаторы (Cameca Camebax Micro и Jeol JXA-8100) и спектрометры (VRA-20R и ARL-9900-XP) для РФА и масс-спектрометр Element XR ICPMS с ультрафиолетовым лазером Excimer CompEx 102 для LA ICP-MS (ИГМ СО РАН); масс-спектрометр с индукционно-связанной плазмой ELEMENT фирмы Finnigan Mat; многоколлекторный масс-спектрометр Argus фирмы GV-Instruments (Англия), снабженный инфракрасным лазером Fusions 10.6 (Photon Machines, USA) и системой очистки выделенного аргона (ИГМ СО РАН); микрокриотермостоллик THMSG-600 LIKAM (Уральский государственный университет, ИМин УрО РАН). Полученные на разных приборах результаты хорошо согласуются друг с другом.

Теория построена на основе результатов комплексного минералого-петрографического, минералого-геохимического и термобарогеохимического изучения руд месторождений Алдан-Маадырского рудного узла. **Идеи диссертации базируются** на общепринятых

моделях и концепциях, касающихся представлений о генезисе золото-теллуридных, золото-кварцевых месторождений (с золото-теллуридной минерализацией). Выводы опираются на наиболее распространенные принципы классификации золоторудных месторождений, представления о вертикальной и латеральной их зональности, на известные примеры по генетической минералогии, минеральным парагенезисам и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. Полученные результаты и выводы не противоречат общеизвестным фактам, являются научно обоснованными и аргументированными.

Установлена согласованность результатов исследования соискателя с данными литературных источников по указанной тематике, отражающих происхождение и генезис золоторудных месторождений [Lindgren, 1933; Коптев-Дворников, 1955; Константинов, 1984; Петровская, 1973; Спиридонов, 1995, 2010; Прокофьев, 1998; Коваленкер, 1995, 2004; Hedenquist, 1995; Richards, 1995; Борисенко и др., 2004, 2006; Горячев, Гамянин, 2006; Наумов и др., 2007; Кривицкая и др., 2008, 2010; Филимонов, 2009; Горячев, 2012 и др.], а также с результатами для других месторождений со схожей минералогией и генезисом [Спиридонов, Бадалов, 1983, 1986, 1991; Berger, Eimon, 1983; Бадалов и др., 1984; Коваленкер и др., 2003 и др.].

В ходе работ были **использованы** современные методики пробоотбора и пробоподготовки. Подготовлены и детально изучены >700 образцов руд и пород, 250 аншлифов, выполнено 250 микрозондовых анализов самородного золота, более 5000 определений химического состава минералов на сканирующих электронных микроскопах с энергодисперсионными приставками, в т.ч. 432 определения состава золота. Изучена морфология и размерность более 30-ти тыс. знаков самородного золота выделенных из протолочных и шлиховых проб.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в экспедиционных работах с 2008–2014 годах на золоторудных объектах Алдан-Маадырского рудного узла, самостоятельном отборе образцов и проведении пробоподготовки полевого материала для лабораторных исследований. Автор провел комплекс минералого-геохимических и термобарогеохимических исследований с помощью методов оптической и электронной сканирующей микроскопии, микрозондового анализа и термобарогеохимических исследований, а также выполнил обработку аналитических данных. Совместно с авторами опубликованных работ проведена интерпретация полученных данных, написаны тексты статей и тезисов. Соискатель принимал личное участие в апробации результатов исследований.

На заседании 3 декабря 2014 года диссертационный совет принял решение присудить Кужугету Ренату Васильевичу ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по специальности 25.00.11, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

 Г.В. Поляков

Ученый секретарь диссертационного совета

 О.М. Туркина

4 декабря 2014 г.

М.П.

