

Федеральное агентство научных организаций
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ГИН СО РАН)

УДК 551.2 (552.3, 552.3, 551.7)

№ госрегистрации 01201253411



ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Программа Президиума РАН № 27: Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России на 2012-2015 гг.

по теме

Научный проект 27.3. Геологическая, минералого-геохимическая и геофизическая оценка, прогноз и освоение ресурсов стратегического минерального сырья различных геодинамических обстановок Саяно-Байкальской горной области
за 2014 г.

Руководитель проекта
член-корреспондент РАН

И.В. Гордиенко

Улан-Удэ 2014

РЕФЕРАТ

Отчет 26 с., 1 ч., 2 рис., 26 источников в списке литературы.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, ГЕОФИЗИКА, СТРАТЕГИЧЕСКОЕ
МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ, ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ
ОБСТАНОВКА, САЯНО-БАЙКАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ОБЛАСТЬ

Цель работы - разработка фундаментального базиса, на основе которого необходимо было провести геологическую, минералого-геохимическую и геофизическую оценку и прогноз ресурсов стратегического минерального сырья в различных геодинамических обстановках Саяно-Байкальской горной области в пределах Восточно-Саянского рудного района, расположенного на территории Республики Бурятия.

В результате исследования проведены геологическая, минералого-геохимическая оценка, структурно-металлогеническое районирование, прогноз и перспективы промышленного освоения, определены геодинамические обстановки и некоторые закономерности размещения ресурсов и месторождений стратегического минерального сырья Восточно-Саянского рудного района Саяно-Байкальской горной области (в пределах территории Республики Бурятия).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	11
1. Выбор и обоснование направления исследований	11
2. Основные результаты фундаментальных научных исследований	11
2.1. Структурно-формационное районирование	11
2.2 Структурно-металлогеническое районирование	14
2.3 Геодинамические обстановки и некоторые закономерности размещения золоторудных месторождений	18
2.4 Перспективы промышленного освоения	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23
Список литературы	24

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем отчете о НИР использованы ссылки на следующие стандарты

ГОСТ 1.5-93, ГОСТ 2.10-95, ГОСТ 2.111-68, ГОСТ 6.38-90, ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.9-95 (исо 214-76), ГОСТ 8.417-81, ГОСТ 9327-60

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших фундаментальных задач современной геологии является разработка научно-обоснованных критериев прогнозной оценки территорий на различные виды полезных ископаемых, прежде всего стратегических видов минерального сырья. Прогресс в этой области в первую очередь зависит от дальнейшей разработки принципов тектонического районирования территорий, познания общих закономерностей их эволюции, широкого применения палеореконструкций на период рудообразования с использованием современных методов тектоники литосферных плит и глубинной геодинамики.

Успехи в изучении геодинамических режимов различных областей Земли с использованием методов тектоники литосферных плит позволили по-новому подойти к тектоническому и металлогеническому анализу территорий. Так, при исследовании магматических пород различного состава в складчатых областях Земли было установлено, что геохимические особенности пород практически не зависят от возраста, а определяются главным образом типом геодинамической обстановки, в которой они формировались. Было выявлено, что для каждой обстановки устанавливается строго определенное геодинамическое строение, ансамбль тектонических структур, магматических и метаморфических комплексов и связанных с ними месторождений полезных ископаемых. Каждой геодинамической обстановке свойственна своя, совершенно определенная, структурно-магматическая и соответственно металлогеническая зональность, обусловленная, главным образом, увеличением щелочности магматических пород от фронтальной к тыловой частям активных континентальных окраин и островных вулканических дуг. Однако иногда такая зональность нарушается, что связано, прежде всего, с участием разных по геодинамической природе источников магматизма и, соответственно, рудного вещества в тектонически однородных структурах. Естественно, что такие особенности магматизма должны учитываться при металлогенических построениях [Гордиенко, Кузьмин, 1999].

Данный проект был направлен на исследование и оценку стратегического минерального сырья в различных геодинамических обстановках огромной территории Восточной Сибири, а именно, Саяно-Байкальской горной области, включающей восточную часть Восточного Саяна, Северное и Восточное Прибайкалье, Южное и Западное Забайкалье, в основном, в пределах административных границ субъекта Российской Федерации – Республики Бурятия, общей площадью более 350 тыс. км².

Геологоразведочными работами на территории Бурятии выявлено более 600 месторождений полезных ископаемых, из них более 400 учтено государственным балансом. Из перечисленных 29 видов стратегического минерального сырья (Расп. Пр-ва РФ от 16.01.1996г., № 50-р, ФЗ «О недрах», 2006г.) в Бурятии имеются ресурсы по 20 видам. Здесь открыты наиболее

крупные в России полиметаллические, редкометалльные и урановые месторождения. В Бурятии сосредоточено 48% балансовых запасов цинка и 24% свинца Российской Федерации. Запасы вольфрамовых руд Бурятии составляют 27% от всех разведанных запасов России и 15% от их добычи в стране. Доля Бурятии в разведанных запасах молибденовых руд России составляет 37%, причем 20% запасов представлены самыми высококачественными рудами. Разведанные запасы урана по категории С₂ только по двум месторождениям (Хиагда и Верхне-Имское) составляют 64 тыс. т, прогнозные – 140 тыс. т. Сводными запасами в республике учтено 218 рудных и россыпных месторождений золота (13 рудных, 200 россыпных и 6 комплексных). Кроме того, имеются другие объекты стратегического минерального сырья (4-месторождения бериллия, 2-олова, 3-хризотил-асбеста, 3-особо чистого кварцевого сырья, а также тантала, ниобия, платины, никеля, марганца, титана, скандия, серебра, стронция, редких земель иттриевой группы и др.). Практически они составляют основу минерально-сырьевой базы страны. Естественно, что весь этот огромный потенциал должен работать на модернизацию экономики, обороноспособности и национальной безопасности России, в том числе на развитие Республики Бурятия. Поэтому изучение таких объектов, выяснение геологических условий и геодинамических обстановок их формирования, выяснение наиболее высокопродуктивных возрастных рубежей рудообразования и разработки и научное обоснование современных критериев прогноза и поисков месторождений является важной и актуальной проблемой в геологических исследованиях. В соответствии с поставленной целью в качестве конечного результата предполагалось составление новой прогнозно-металлогенической карты исследованного региона на геодинамической основе масштаба 1:2000000 с врезками геофизических карт глубинного строения перспективных рудных районов и отдельных месторождений, а также карты геолого-экономической оценки стратегических минеральных ресурсов Республики Бурятия с выделением инвестиционно-привлекательных объектов. Для достижения цели проекта были сформулированы следующие задачи:

1. С использованием новых методов исследования пород и руд выяснить главные геологические, петрологические и минералого-геохимические факторы формирования месторождений и рудопроявлений U, Au, Ni, Pt, W, Mo, Mn, Pb, Ta, Nb, Be, редких земель и др. Выявить геодинамические обстановки их формирования и главные высокопродуктивные возрастные рубежи проявления рудообразующих процессов, связанных с магматизмом, метаморфизмом и осадконакоплением. Изучить хронологическую последовательность развития рудогенеза в рудных узлах и рудных полях месторождений. Подготовить материалы для составления прогнозно-металлогенической карты на геодинамической основе.

2. Разработать и обосновать новые эффективные подходы к прогнозированию и поискам месторождений урана, цветных, благородных и редких металлов, адаптированные к специфике проявления различных геодинамических обстановок Саяно-Байкальской горной области.

3. На основе имеющихся фондовых геолого-геофизических материалов и проведения дополнительных детальных геофизических работ с использованием новейшей аппаратуры оценить поверхностные и глубинные ресурсы известных эталонных и новых перспективных районов, рудных узлов и месторождений стратегического минерального сырья. Подготовить геолого-геофизическую модель их формирования.

4. Оценить перспективность и очередность разведки и добычи полезных ископаемых в освоенных и новых рудных районах региона, провести их ранжирование по этим параметрам.

5. Оценить предварительный объем инвестиций необходимых для вовлечения рудного потенциала Республики Бурятия в программу модернизации экономики восточных регионов России.

Авторами проекта, а также другими сотрудниками академических геологических институтов СО РАН и РАН на протяжении многих лет проводятся работы по изучению эволюции магматизма и рудообразования в различных геодинамических обстановках Саяно-Байкальской горной области и сопредельных районов Алтае-Саянской области, Забайкалья и Монголии. Было выполнено несколько проектов по международной программе геологической корреляции (IGCP), в том числе по Международным проектам «Тектоника и металлогения Северо-Восточной Азии» (рук. У.Ноклеберг, М.И. Кузьмин, А.И. Ханчук и др.), «Геология, тектоника и минералогия Центральной Азии и сопредельных территорий» (рук. О.В. Петров, С.П.Шокальский, И.И. Поспелов др.), в которых, наряду с учеными США, Турции, Казахстана, Японии, Южной Кореи, Китая и Монголии, участвовали исследователи из институтов СО РАН, в том числе сотрудники ГИН СО РАН (макеты по Забайкалью).

Исследованиям по рудным месторождениям и металлогеническому анализу Саяно-Байкальской горной области посвящены многочисленные работы В.И. Смирнова, А.Д. Щеглова, Н.Л. Добрецова, Н.П. Лаверова, Д.В. Рундквиста, В.А. Кузнецова, Ю.Г. Сафонова, В.И. Казанского, Н.С. Бортникова, В.И. Коваленко, Г.Н. Родионова, А.П. Кривенко, А. Налдретта, Ф.П. Леснова, В.И. Старостина, Э.Г. Дистанова, Э.Г. Конникова, В.И. Сотникова, А.Г. Миронова, С.М. Жмодика, В.В. Дистлера, и многих других, а также материалы крупных российских и зарубежных совещаний и конференций. В них детально освещены многие проблемы генезиса месторождений стратегического сырья, стадийность и зональность оруденения, особенности геологического строения и закономерности размещения, геодинамические обстановки формирования, связь с магматизмом и метаморфизмом, вещественный состав руд и многие другие. Важным итогом этих

исследований явилось издание многотомной монографии «Крупные и суперкрупные месторождения полезных ископаемых» под редакцией Н.П. Лаверова, Д.В. Рундквиста и Ю.Г. Сафонова (2006), в которой обобщены материалы по крупным и уникальным месторождениям стратегически важных типов минерального сырья. Исполнителями данного проекта получен существенный задел по геологическому строению, магматизму, рудоносности и геодинамической эволюции неопротерозой-палеозойских структур на территории Восточного Саяна, Западного Забайкалья, Южного Прибайкалья и Северной Монголии. В частности, детально обосновано выделение в Джидинской и Удино-Витимской зоне палеоокеанических и континентальных комплексов, дана принципиальная модель их развития в краевой части Палеоазиатского океана [Альмухамедов, Гордиенко, Кузьмин и др., 1996; Гордиенко и др., 2007, 2010]. Нами составлен «Атлас геодинамических карт и карт глубинного строения Забайкалья», включающий 16 карт на 32 листах. «Атлас...», построенный на принципах актуализма и мобилизма, который является фундаментальной сводкой данных по поверхностному и глубинному строению Забайкалья. На основе «Атласа...» осуществлен террейновый анализ орогенных поясов Забайкалья [Булгатов и др., 1997; Парфенов, Булгатов, Гордиенко, 1996; Gordienko, 2000; Булгатов, Гордиенко, 1998]. Мелкомасштабная карт террейнов Забайкалья вместе с краткой объяснительной запиской издана Геологической службой США [Bulgatov, Gordienko, 1999]. В настоящее время издана «Геодинамическая карта Байкальского региона и сопредельных территорий», масштаба 1:2000000 [Булгатов и др., 2004], получившая Государственную премию Республики Бурятия в области науки и техники за 2008 год. Были произведены детальные палеотектонические реконструкции по временным срезам и выявлена геодинамическая и металлогеническая эволюция байкалид, каледонид и герцинид складчатого обрамления Сибирской платформы, включающие всю исследованную территорию Саяно-Байкальской области [Гордиенко, 2006, 2008; Гордиенко, Миронов, 2008]. Проведен сбор, анализ и обобщение ретроспективной информации, подготовлены карты геологической, геофизической и геохимической изученности по рудным районам Бурятии [Нефедьев, 2009, 2011]. Комплексом современных электрометрических (в т.ч. электротомографических), магнито- и гравиразведочных методов на ряде объектов Саяно-Байкало-Муйского пояса изучены аномальные зоны, перспективные на выявление золотоносных зон и рудных тел. С применением компьютерных технологий, методик 2D, 3D-моделирования и инверсии составлены геолого-геофизические карты, схемы, разрезы для отдельных участков и месторождений Восточно-Саянского, Северо-Байкальского, Муйского, Баунтовского, Курбино-Еравнинского и др. рудных районов Прибайкалья [Татьков и др., 2011]. Созданы цифровые архивы первичной геологической информации для решения различных народнохозяйственных

задач: планирования геологоразведочных работ, оценки перспектив территории на рудное золото, цветные металлы, уран и другие полезные ископаемые.

В результате проведенных нами исследований установлено, что структуры рассматриваемой территории Саяно-Байкальской области включают Байкало-Патомский складчато-надвиговый пояс, образующий вместе с Сибирской платформой Сибирский кратон (континент), и расположенный южнее коллаж террейнов различной геодинамической природы, аккрецированных к кратону в конце рифея, венде, раннем и позднем палеозое. Здесь выделены и охарактеризованы террейны, представляющие собой фрагменты рифейских и палеозойских островных дуг, активных континентальных окраин, океанической коры (офиолитов, симаунтов, гайотов и др.), турбидитовых бассейнов, континентального склона и его подножия, шельфов, а также фрагменты кратонных террейнов (микроконтинентов), сложенных докембрийскими кристаллическими породами. Результатом аккреции являлось последовательное наращивание Сибирского континента в направлении с севера на юг (в современных координатах). Аккреция сопровождалась крупными сдвиговыми перемещениями, повторными деформациями, гранитообразованием и высокотемпературным коллизионным метаморфизмом в пределах ранее аккрецированных террейнов и смежной окраины кратона [Гордиенко, Кузьмин, 1999; Гордиенко, 2006].

В настоящее время установлено, что формирование современного геологического и металлогенического облика рассматриваемого региона связано с геодинамической эволюцией тектонических структур и магматизма, в ходе которой функционировали рудообразующие системы различного типа. Поэтому геодинамическая и металлогеническая эволюция территории Саяно-Байкальской области рассматривается нами через серию палеогеодинамических реконструкций, представленных в виде отдельных блоков, составленных на определенные этапы геологического развития от позднего докембрия до кайнозоя. На исследованной территории отчетливо выделяются позднерифейские или байкальские, венд-раннепалеозойские или каледонские, средне- и позднепалеозойские или герцинские, мезозойские или киммерийские этапы формирования тектонических структур, магматических и рудоносных комплексов. Материалы по геодинамическим условиям формирования важнейших месторождений полезных ископаемых в пределах байкальской, каледонской, герцинской и киммерийской подвижных областей южного обрамления Сибирской платформы полностью подтверждают вывод о том, что каждой категории активных зон Земли свойствен строго определенный набор формационных типов магматических пород, находящихся между собой в закономерных сочетаниях, в результате чего в каждой геодинамической обстановке возникает своя, только ей присущая магматическая и соответственно металлогеническая зональность.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Выбор и обоснование направления исследований

В 2014 году работы были направлены на оценку имеющихся ресурсов и перспектив поисков стратегического минерального сырья (золото, редкие металлы и редкоземельные элементы, кварцевое сырье) в Восточно-Саянском (Окинском) рудном районе. Перед полевым сезоном были проведены подготовительные работы по анализу всех имеющихся геологических и геофизических материалов по рудным объектам. В процессе полевых и камеральных работ были получены и проанализированы новые материалы по геологическому строению, прежде всего, перспективных золоторудных месторождений и проявлений полезных ископаемых. Проведено структурно-формационное и металлогеническое районирование исследованной территории юго-восточной части Восточного Саяна. В результате составлена прогнозно-металлогеническая карта Окинского рудного района.

2. Основные результаты фундаментальных научных исследований

2.1 Структурно-формационное районирование

Юго-восточная часть Восточно-Саянского геолого-экономического района в административном плане входит в состав Окинского аймака Республики Бурятия, а в металлогеническом отношении относится к Окинскому рудному району в соответствии с рисунком 2.1.

В результате региональных геолого-геофизических исследований рудный район поделен на четыре крупные структурно-формационные зоны – Гарганскую, Ильчирскую, Окинскую и Хамсаринскую, из которых вторая и третья представляются обычно как синклиории – соответственно Ильчирский и Окинский, а первая как разделяющий их Гарган-Бутугольский антиклинорий. Границы между этими структурами проводятся по цепочкам массивов гипербазитов, которые отождествляют с реликтами тектонических офиолитовых покровов. В качестве структур второго порядка в пределах Гарган-Бутугольского антиклинория выделяются Гарганская и Харатологойская глыбы, в Ильчирском синклиории – Саган-Сайрская грабен-синклиналь, в пределах Окинского – Боксон-Сархойская грабен-синклиналь. Ранее юго-восточная часть Восточного Саяна относилась к докембрийским складчатым структурам – байкалидам, примыкавшим с юго-запада к Сибирской платформе. В настоящее время большинство геологов относят ее к области полных каледонид и, кроме этого, рассматривают ее структуру как сочетание глыбовых и покровных складчатых элементов.

Гарганская структурно-формационная зона занимает среднее положение в районе и представляет собой антиклинорий широтного простирания, протягивающийся от р. Онот до р.

Сархой включительно и поворачивающий уже на территории Монголии на юг. Ядро антиклинория сложено гнейсогранитами основания Гарганской глыбы, крылья – карбонатной и вулканогенно-терригенной монгошинской (или иркутной) и ильчирской свитами (чехол) и перекрывающими их образованиями (пластинами) офиолитового тектонического покрова. Этот антиклинорий (Гарган-Бутугольский) представляет собой северный фрагмент Боксон-Хубсугул-Дзабханского палеомикроконтинента. Впервые в качестве древнего микроконтинента только с названием «Гарганский» он был выделен П.А. Рошкетаяевым, Ю.П. Катюхой и А.М. Рогачевым (1983). Размеры и форма микроконтинента тогда не были определены, но, судя по широкому распространению флишевых отложений, относившихся в то время к монгошинской и ильчирской свитам, предполагалось, что микроконтинент имеет значительно большие размеры, чем площадь современных выходов древнейших пород. При этом имелись ввиду Гарганская и Харатолгойская глыбы. Тогда же были сделаны выводы о том, что офиолитовый тектонический покров «ложится» на палеомикроконтинент, а шарьирование офиолитовых масс происходило не в девоне, согласно бытовавшему тогда мнению, а началось в рифее, что зафиксировано в отложениях забитской и горлыкской свит, и продолжалось до венда включительно. Конструктивным элементом антиклинория является Гарганская глыба – ядро структуры, состоящее из древнейших гнейсогранитов комплекса основания, сопоставимого с фундаментом Сибирской платформы, и перекрывающего терригенно-карбонатные отложения чехла, в свою очередь, перекрытого пластинами и олистостромами тектонического офиолитового покрова. Завершает разрез мелководная существенно доломитовая боксонская серия венд-раннепалеозойского возраста с подстилающей ее сархойской гравуакковой свитой. С юга к Гарганскому антиклинорию примыкает Ильчирская, а с севера – Окинская структурно-формационные зоны, представляющие собой синклиории. Синклиорное строение этих структур отчетливо выражено встречным падением пород на их крыльях. Оба они выполнены палеозойскими отложениями.

Ильчирская структурно-формационная зона почти целиком сложена вулканитами островодужного типа, вулканогенно-осадочными, кремнисто-карбонатными и карбонатными породами барунгольской и толтинской свит ордовик-силурийского возраста. Северное крыло ее сложено гипербазитами офиолитового покрова и примыкающими к нему карбонатными и терригенными отложениями горлыкской свиты и безымянной толщи. Южное – в верховьях р. Шумак – горлыкской и верхнешумакской свитами, представляющими собой паравтохтон, породы которого относятся к субплатформенным шельфовым образованиям.

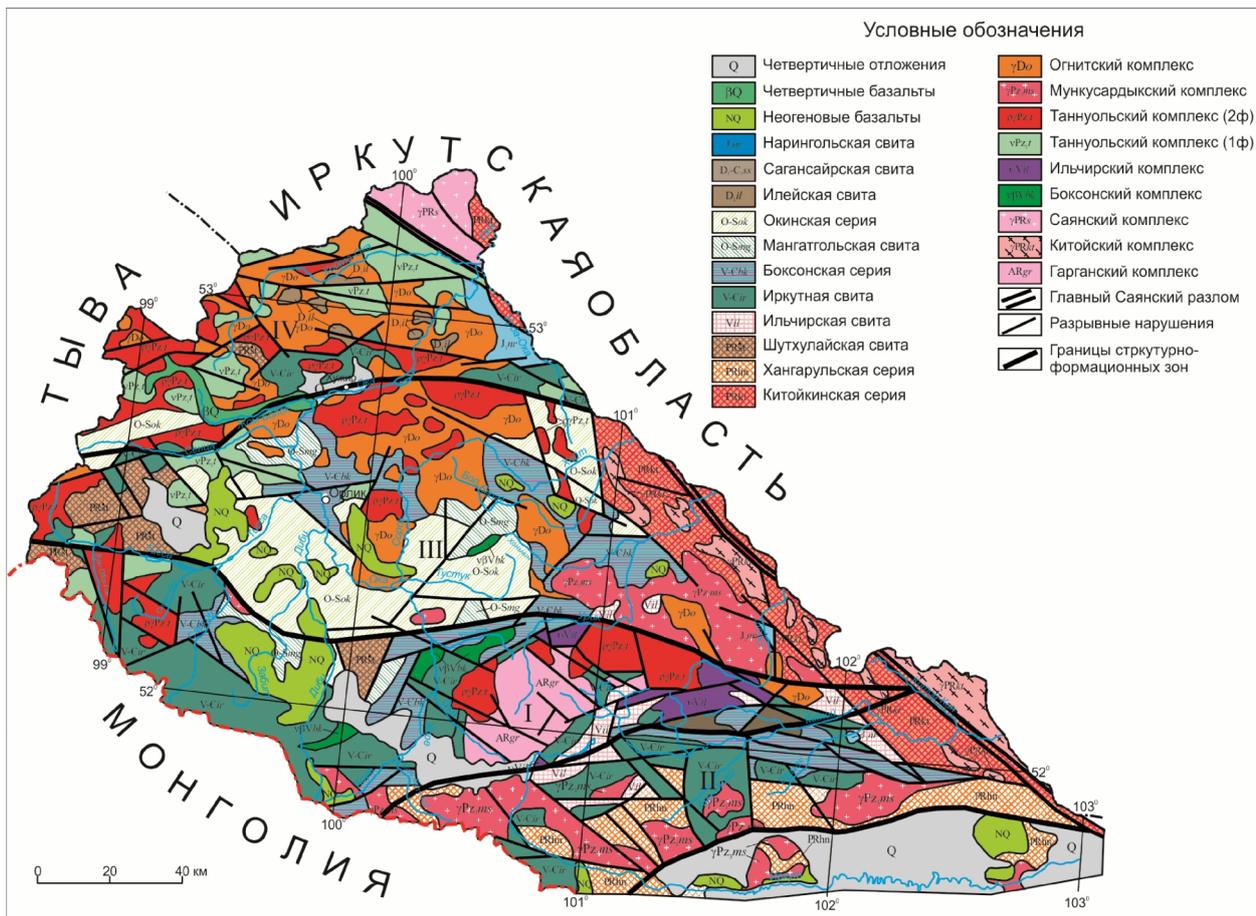


Рисунок 2.1 - Схема геологического строения и структурно-формационного районирования юго-восточной части Восточного Саяна (Окинского рудного района).

Структурно-формационные зоны: I – Гарганская, II – Ильчирская, III – Окинская, IV – Хойто-Окинская.

Окинская структурно-формационная зона. Окинский синклиниорий выполнен карбонатно-терригенными, кремнисто-карбонатно-сланцевыми и вулканогенно-терригенными отложениями окинской серии кембрий-ордовик-силурского до нижнего девона включительно возраста. Структура его сложная и до настоящего времени до конца не понята геологами. По симметричной смене возраста пород от периферии к центру от древних венд-кембрийских к молодым ордовик-силурийским она представляется синформной. В последнее время окинская серия стала рассматриваться как набор разнотипных и разновозрастных породных комплексов – от глаукофан-зеленосланцевой толщи с возрастом 640 ± 20 млн. лет [Геология и рудоносность ..., 1989] практически неметаморфизованной терригенной толщей с прослоями черных углистых алевролитов, насыщенной силлами диабазов и габбродиабазов, до красной позднесилурийской – раннедевонской толщи конгломератов, гравелитов и песчаников с прослоями кислых эффузивов и туфов. В связи с этим Окинская структура представляется как

сложная покровночешуйчатая зона, сформировавшаяся в результате аккреции и присоединения палеомикроконтинента к Сибирскому кратону.

Хамсаринская структурно-формационная зона располагается в самой северной части Окинского рудного района и от Окинской зоны отделена широтным Жомболокским глубинным разломом. Зона на 80 % сложена интрузивными породами, среди которых фрагментарно распространены карбонатные породы и сланцы, сопоставимые с монгошинской (иркутской) и ильчирской свитами, которые из-за высокой степени метаморфизма относятся к среднему и верхнему протерозою. Эта зона осталась до настоящего времени слабо изученной. Поэтому возраст стратифицированных толщ надежно не определен. Они могут оказаться более молодыми образованиями – верхнерифей-вендскими, как и чехол Гарганской глыбы. Важной особенностью Хамсаринской СФЗ является широкое развитие девонских вулканогенно-осадочных и вулканогенных образований илейской толщи, связанной с вулканоплутоническими субщелочными гранитоидами и сиенитами огнитского комплекса. Кроме пород огнитского комплекса, в зоне также широко развиты более древние гранитоиды трехфазного габбро-диорит-гранитоидного интрузивного таннуольского комплекса.

2.2. Структурно-металлогеническое районирование

Распространение различных типов стратегического минерального сырья в юго-восточной части Восточного Саяна очень четко привязано к выделенным структурно-металлогеническим зонам. Так, Ильчирская зона характеризуется сульфидно-золото-серебряным оруденением, Гарганская – золотым с полиметаллами (свинцом и цинком), Окинская – золото-урановым или оруденением пятиэлементной формации. Профиль золотого оруденения Хамсаринской зоны достаточно не определен, но она может рассматриваться как золото-редкометалльная в соответствии с рисунком 2.2.

По степени продуктивности на первом месте на современной стадии изученности стоит Гарганская зона, обладающая 95% разведанных запасов золота и 70 % ресурсов категорий P_1 и P_2 . На втором – Ильчирская структурно-металлогеническая зона – 15 % ресурсов, на третьем – Окинская – 10 % ресурсов и Хамсаринская – 5 % запасов и 5% ресурсов золота категорий P_1 и P_2 .

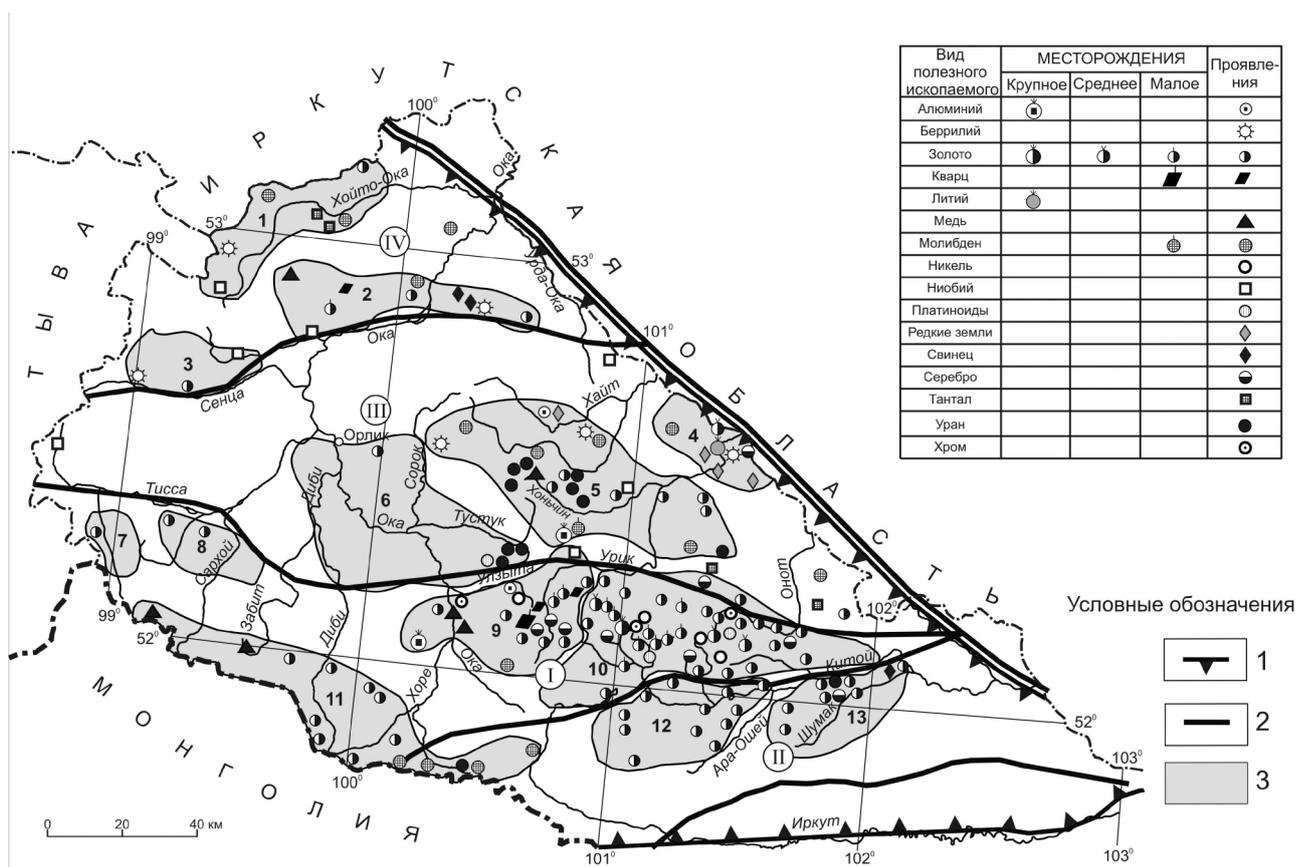


Рисунок 2.2 - Схема структурно-металлогенического районирования Окинского рудного района.

1 – граница юго-восточной части Восточно-Саянского геолого-экономического района, включающего Окинский рудный район в рамках административных границ Окинского аймака Республики Бурятия; 2 – границы структурно-металлогенических зон (I – Гарганская, II – Ильчирская, III – Окинская, IV – Хойтоокинская); 3 – рудные поля, узлы и их номера: 1- Хойто-Окинский, 2 – Хужирский, 3 – Сенца-Жомболокский, 4 – Ермосохинский, 5 – Хончинский, 6 – Тустукско-Дибинский, 7 – Сархойский, 8 – Сагангольский, 9 – Гарганский, 10 – Ильчирский, 11 – Мункусардыкский, 12 – Сагансайрский, 13 – Шумакский.

Ильчирская структурно-металлогеническая зона. В ее пределах выделяются две золоторудные зоны – Уртагольская и Сагансайрская. Уртагольская зона прослеживается от верховьев р. Тумелика на северо-восток в верховье Китоа и далее в широтном направлении вдоль долины этой реки до устья р. Билюты. Северная граница зоны вначале проходит по юго-восточному борту Ильчирской впадины; затем – по четко выраженной границе сагансайрской и барунгольской свит, южная – внутри поля развития пород толтинской и барунгольской свит.

В рамках Уртагольской золоторудной зоны намечаются три рудных поля. На западе в бассейне р. Толты и верховьях р. Урта-Гола – Уртагольское рудное поле, включающее Толтинское, Ихесарамское и Тункунурское рудопроявления золота и серебра, представленные кварцевыми жилами с пирит–галенит–блеклорудной минерализацией, залегающими в

карбонатных породах на контакте с пачками сланцев. В средней части – Хонголкойское рудное поле – Хойто-Ожокское, Восточное, Хойто-Омонское, Скалистое и другие рудопроявления золота, представленные также малосульфидными кварцевыми жилами, залегающими в карбонатных породах. Протяженность жил небольшая – первые метры. Рудные минералы: пирит, блеклые руды и сульфиды полиметаллов. Содержание золота – 3–5 г/т, серебра – 45–50 г/т. На востоке Уртагольской рудной зоны, в приустьевой части р. Шумак, известно Шумакское рудное поле, включающее несколько рудопроявлений, не имеющих собственных названий. Наиболее известное Шумакское рудопроявление, где от устья Шумака до Эхе-Гола на площади 3,5 км² в зоне влияния Эхе-Гольского надвига (вернее, поддвига) в сланцах ильчирской свиты отмечаются кварцевые жилы мощностью до 0,6 м и протяженностью до 100 м с сульфидами: пиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом и др. Содержания золота – «от следов» до 56 г/т, серебра – до 244 г/т, свинца – до 11,9 %, цинка – 1,89–8,37 %, меди – 0,03 %.

Сагансайрская золоторудная зона Ильчирского синклинория приурочена к полю распространения карбонатных конгломератов сагансайрской свиты. Протяженность зоны 50 км, наибольшая ширина – 6 км. В составе зоны известно 12 рудопроявлений золота. Все они представлены ветвящимися малосульфидными кварцевыми жилами с содержанием золота от 1–2 до 30–40 г/т или непротяженными зонами прожилкового окварцевания. Наиболее типичными рудопроявлениями этой зоны являются Южное и Барунгольское.

Гарганская структурно-металлогеническая зона. В настоящее время это наиболее изученная на рудное золото зона. В ее пределах выделяется несколько золоторудных металлогенических единиц разного масштаба и содержания. На самом западе в верховьях рек Сархоя и Тиссы выделяются Тиссинская (или Тисса-Сархойская) золоторудная зона, в средней части – Гарганская, или Урда-Гарганская, Улзытинская и Урик-Китойская золоторудные зоны; в восточной – Ольгинская золоторудная зона. Каждая зона состоит из одного или нескольких рудных полей и рудных узлов. Кроме этих золоторудных зон, известны самостоятельные рудные узлы и рудные поля. В верховьях рек Дибби и Уха-Гола – Дибинское рудное поле, в верховьях р. Урика – Урикское, в верховьях р. Онот – Оспинский рудный узел.

Урик-Китойская золоторудная зона протягивается в северо-западном направлении от верховьев рек Барун-Оспы и Саган-Сайра на востоке до р. Урик на западе. Ранее в состав Урик-Китойской золоторудной зоны в качестве крайнего восточного месторождения включалось Зун-Оспинское золото-серебряное месторождение, расположенное в верховье р. Онот. В настоящее время Зун-Оспа, а также Таинское месторождение и ряд обнаруженных рядом с ними рудопроявлений выделены в самостоятельный Оспинский рудный узел. Для Урик-Китойской золоторудной зоны характерны следующие особенности:

1. Все месторождения и рудопроявления золота Урик-Китойской зоны расположены в образованиях палеоавтохтона под офиолитовым покровом в его эрозионном окне: либо в породах основания, либо в породах чехла Гарганской глыбы.
2. Все они относятся к типично золотой (золото-кварцевой или золото-сульфидно-кварцевой) формации с низкими содержаниями серебра, свинца, цинка, меди и отсутствием вредных примесей – мышьяка и сурьмы.
3. Все они парагенетически и даже генетически связаны между собой.

В Урик-Китойской золоторудной зоне располагаются наиболее изученные и наиболее крупные месторождения юго-восточной части Восточного Саяна и всего Западного Забайкалья в целом: Зун-Холбинское и Барун-Холбинское, а также ряд более мелких месторождений золота – Пионерское, Водораздельное, Самартинское, Гранитное, Владимирское. По условиям локализации, морфоструктурным особенностям рудных тел и вещественному составу все месторождения Урик-Китойской золоторудной зоны четко делятся на два типа – малосульфидный, золото-кварцевый, типично жильный Пионерский тип и золото-сульфидно-кварцевый Зун-Холбинский тип, представленный минерализованными зонами. Золотоносные малосульфидные кварцевые жилы локализуются, в основном, в гнейсогранитах комплекса основания Гарганской глыбы (Пионерское, Барун-Холбинское, Самартинское, Гранитное месторождения), реже они обнаруживаются в интрузивных гранитоидах холбинского комплекса и еще реже «проходят» в карбонатные породы чехла, перекрывающего комплекс основания.

Следует отметить магматический контроль в размещении рудных тел этого типа – серии жил, как правило, пространственно связаны с древними(неопротерозойскими) дайками порфиринов, кварцевых порфиров, образующих единые рудно-магматические системы в корневых частях палеовулканов [Рошкетаяв, Гонегер, 2012]. В пространственном размещении месторождений и рудопроявлений Пионерского типа хорошо проявлен структурный контроль, выраженный пересечением крутопадающих зон расланцевания с поверхностью стратиграфически несогласного контакта гнейсогранитов комплекса основания и карбонатных пород чехла глыбы. Рудные тела в зонах располагаются под контактом, т. е. под экраном карбонатных пород, редко заходя в них.

Минерализованные зоны приурочены только к карбонатно-сланцевым породам чехла (Зун-Холбинское, Водораздельное месторождения, рудопроявления Лиственитовое, Васильевское, Снежное, Харагольское и др.). Рудные тела представляют собой в различной степени сульфидизированные кварциты, измененные (березитизированные) алевролиты, песчаники, основные и кислые эффузивы и черные углисто-кремнистые сланцы, среди которых установлены сульфидные (в основном, пиритовые) вулканогенно-осадочные руды. При этом наблюдается

четкая зависимость увеличения концентрации золота от интенсивности тектонических, метаморфических и метасоматических преобразований первично рудоносных вулканогенно-осадочных пород. В слабоизмененных сульфидизированных (точнее, сульфидсодержащих) вулканогенно-осадочных и осадочных породах содержания золота составляют от 0,1 до 1,0 г/т; в метаморфизованных – 1–10 г/т, в среднем – до 4–5 г/т; в тектонически преобразованных в условиях вязкого разрыва, метаморфизованных и после метасоматически измененных – до десятков и сотен граммов на тонну, в среднем – 10–13 г/т. Залегают минерализованные зоны, как правило, в зонах расланцевания и березитизации северо-западного и (реже) субмеридионального простирания.

2.3. Геодинамические обстановки и некоторые закономерности размещения золоторудных месторождений

Сопоставление карт золотоносности и террейнов Окинского рудного района показывает отчетливую приуроченность наиболее богатых рудных районов к океаническим и островодужным террейнам (сохранившимся реликтам), а также к ассоциирующим с ними кратонным террейнам. В меньшей мере золотая минерализация устанавливается в турбидитовых террейнах и практически не известна в обширных полях глубоко эродированных гранитных массивов.

В Окинском рудном районе наиболее золотоносными являются кратонный (Гарганская глыба) и океанический (Ильчирский) террейны. Многочисленные золоторудные месторождения и рудопроявления локализуются в гнейсах, амфиболитах и кристаллических сланцах Гарганской глыбы (Пионерское, Барун-Холбинское и др.) или в вулканогенно-осадочных образованиях офиолитового комплекса (ильчирская свита) (Водораздельное, Зун-Холбинское и др.). Реже золоторудные месторождения и рудопроявления располагаются в гранитоидах и карбонатных породах (Гранитное, Динамитное, Южное и др.). Выходы офиолитов располагаются по границам Гарганской глыбы, обрамляя ее практически со всех сторон. Северная и южная офиолитовые ветви сходятся в верховьях р.Онот, образуя крупную пластину – Оспинский ультрабазитовый «массив». Считается, что некогда это был единый покров, который затем был эродирован на поднимающейся Гарганской глыбе и сохранился по ее периферии [Добрецов и др., 1985; Геология и метаморфизм..., 1988; Геология и рудоносность..., 1989].

Породы офиолитового комплекса образуют серию покровов, надвинутых на архей-протерозойские метаморфические породы Гарганской глыбы. Этот аллохтон состоит из пакета пластин, которые характеризуют полный разрез древней океанической коры. Выделяются три пластины: верхняя – ультрабазитовая, средняя – габброидная и диабазовая, нижняя – олигостромовая (с углеродистыми породами). Верхняя, наиболее крупная пластина представлена

серпентинизированными гарцбургитами и дунитами. В основании ее часто развивается мощная (до 1,5–2 км) зона меланжа с обломками гипербазитов, габброидов, диабазов, родингитов и доломитов. Средняя офиолитовая пластина сохранилась не повсеместно. В ее строении принимают участие полосчатые габброиды, варьирующие от пироксенитов до анортозитов. Часто встречаются базальтовые и бонинитовые дайки. На отдельных участках средняя пластина сложена зеленосланцевой вулканогенной толщей с реликтами пиллоу-лав, туфами и лавами андезитобазальтов. Нижняя пластина сложена вулканогенно-осадочными и олистостромовыми породами и имеет трехчленное строение. В нижней части пластины преобладают черносланцевые и углеродисто-карбонатные породы, в средней – песчано-сланцевые и в верхней – черные и зеленые сланцы, песчаники, реже – туфы и горизонты олистостром. В олистостроме преобладают олистолиты гипербазитов, метадиабазов, реже – кремнистых пород и габбро.

Характерные особенности офиолитов Восточного Саяна состоят в слабой дифференцированности по составу различных членов офиолитовой ассоциации, в присутствии пород марианитового типа в виде вулканитов и габбро. Это позволяет говорить о формировании офиолитов на ранних стадиях образования выдвинутых в океан фронтальных энсиматических островных дуг, по-видимому, в междуговых зонах растяжения, подобных Марианскому междуговому бассейну [Зоненшайн и др., 1990; Геология и метаморфизм..., 1988]. По нашим данным [Геология и рудоносность..., 1989; Гордиенко, Миронов, 2008 и др.], все члены офиолитовой ассоциации обладают повышенной золотоносностью. В особенности это касается серпентинитов, пород габброидной и дайковой пластины. Сопоставление с данными по содержаниям золота в породах офиолитовых комплексов других регионов показывает более высокие концентрации золота в офиолитах Восточного Саяна.

Кроме пород офиолитового комплекса, в пределах Восточно-Саянского золоторудного района широко развиты метаморфические породы, слагающие кратонный террейн (Гарганскую глыбу). Среди метаморфических пород выделяются биотитовые гнейсы и гранитогнейсы, амфиболовые гнейсы и амфиболиты, гнейсограниты и гнейсогранодиориты. Считается, что Гарганская глыба представляет собой раннедокембрийский гнейсогранитный купол, состоящий из двух-трех куполов меньшего размера [Геология и метаморфизм..., 1988]. Межкупольные пространства выполнены сланцево-карбонатными породами рифея (иркутская свита), залегающими с угловым несогласием на метаморфических породах, или почти вертикально в осевой части межкупольных зон, где эти породы смяты в узкие дисгармонические складки.

Важным элементом геологического строения Восточно-Саянского золоторудного района являются гранитоиды, прорывающие метаморфические породы Гарганской глыбы, карбонатно-сланцевые отложения иркутской свиты и все породы офиолитового комплекса. Большая часть

массивов гранитоидов, с которыми пространственно связаны некоторые золоторудные месторождения и рудопроявления, относятся к сумсунурскому комплексу. Массивы, как правило, имеют зональное строение. Центральные их части сложены лейкократовыми тоналитами. К периферии они сменяются биотитовыми и роговообманковыми тоналитами. В приконтактовой зоне с карбонатными и ультраосновными породами развиты биотит-роговообманковые кварцевые диориты, породы гибридного состава. Более поздняя фаза сложена лейкократовыми плагиогранитами, выполняющими малые интрузии и дайки, выделявшиеся ранее в самостоятельный холбинский комплекс.

В целом в пределах Восточно-Саянского (Окинского) золоторудного района выделяются следующие типы золотой минерализации: кварц-пирит-пирротиновый, кварц-пирит-теллуристый, кварц-полиметаллический, кварц-карбонат-блеклорудный. Золоторудные месторождения, которые они слагают, располагаются в метаморфических породах Гарганской глыбы, в гранитоидах сумсунурского комплекса, в конгломератах саган-сайрской свиты, но большей частью в отложениях, слагающих нижнюю пластину офиолитового комплекса.

2.4. Перспективы промышленного освоения

Перспективы юго-восточной части Восточного Саяна на золото всегда оценивались достаточно высоко, особенно в связи с детальным изучением и разведкой Зун-Холбинского месторождения на основе нового подхода с позиций полигенности и полихронности золотого оруденения [Роцектаев и др., 2000; Семинский и др., 2014; и др.]. В настоящее время ведется отработка крупного Зун-Холбинского месторождения, работает рудник и золото-извлекательная фабрика (ЗИФ), планируется изучение его глубоких горизонтов. В разной мере вовлечены в отработку другие золоторудные месторождения, локализованные в пределах Гарганской глыбы и ее северного обрамления: Барун-Холбинское, (временно законсервированы рудник и фабрика), Владимирское (действует рудник и ЗИФ), Коневинское (рудник и ЗИФ), Водораздельное, Гранитное и некоторые другие.

В результате проведенных работ установлены следующие новые типы золоторудной и платиноидной минерализации: 1) золотое оруденение в стратиформных пирротиновых рудах; 2) золото-порфировое оруденение в островодужных гранитоидах; 3) золото-платиноидное оруденение в углеродизированных гипербазитах и гранитоидах; 4) золото-платиноидное оруденение в сульфидизированных родингитах и пирит-магнетитовых метасоматитах и золото-гематитовое в сагансайрских конгломератах.

Систематическое изучение углеродистых отложений юго-восточной части Восточного Саяна также позволило рекомендовать как перспективные на золоторудную минерализацию

черносланцевые горизонты, вмещающие углеродизированные и сульфидизированные кремнистые породы (типа лидитов) и сланцы ильчирской и дабанжалгинской свит [Миронов и др., 1983]. Детальное исследование таких образований и анализ распространения рудопроявлений и геохимических аномалий золота показали, что повышенные концентрации золота характерны для олистостромовой толщи, залегающей в основании офиолитового покрова и составляющей с ним, вероятно, единый разрез древней океанической коры. С такими реликтами океанической коры оказалось связано в той или иной степени подавляющее большинство золоторудных месторождений и рудопроявлений.

Палеогеодинамические реконструкции и петролого-геохимические исследования пород офиолитовой ассоциации [Добрецов и др., 1985; Скляр и др., 1997; Гордиенко, Миронов, 2008; Гордиенко и др., 2013] определенно указывают на принадлежность их к задуговым спрединговым офиолитам окраинных морей, в которых, судя по современным аналогам (юго-западная часть Тихого океана), могут формироваться сульфидные постройки с повышенными и высокими содержаниями золота.

Нами было проведено сопоставление изотопно-минералого-геохимических особенностей, вмещающих углеродистых отложений Зун-Холбинского месторождения и современных сульфидных образований задуговых спрединговых зон, и показаны аналогии некоторых типов руд месторождения и сульфидных построек с повышенными содержаниями золота [Жмодик и др., 2006]. Таким образом, наметился обогащенный золотом горизонт, приуроченный к основанию офиолитового покрова, т. е. к углеродсодержащим сульфидизированным осадкам океанической (или переходной) коры, оказавшимся под базит-гипербазитовыми членами офиолитовой ассоциации. Следует обратить внимание на возможно особую роль этих обогащенных золотом осадков в реликтах океанической коры, которые, как уже выше отмечалось, в зависимости от типа геодинамического развития региона могли давать контрастные богатые руды при развитии по осадкам гранитоидов коллизионного типа или при парциальном плавлении этих реликтов океанической коры в зонах субдукции с образованием гранитоидов островодужного типа и связанного с ними золотого оруденения. По крайней мере в пределах юго-восточной части Восточного Саяна многие особенности размещения и состава золотого оруденения и вмещающих образований вполне укладываются в вышеприведенную схему связи золоторудных месторождений и реликтов океанической коры. К настоящему времени в юго-восточной части Восточного Саяна уже практически выявлены наиболее легко открываемые золоторудные месторождения и рудопроявления жильного типа. Поэтому назрела необходимость оценить роль нетрадиционных месторождений золота, в первую очередь, связанных с горизонтом углеродистых осадков, повышенная золотоносность которых, как это было показано выше, была ранее

установлена. Предпосылками для этого также являлись многочисленные проявления золотой минерализации и точки с высокими содержаниями золота, приуроченные к зонам вкрапленной и массивной сульфидной минерализации в отложениях ильчирской свиты (Васильевский, Ильчирский, зоны Нижняя, Ольгинская и др.).

Наиболее перспективными являются Оспинский рудный узел, в пределах которого выявлено 15 рудопроявлений, и одно частично разведанное золото-серебряное месторождение (Зун-Оспинское). В связи с началом освоения Зун-Оспинского месторождения и появлением транспортных коммуникаций (шоссейной дороги) Бурятгеолкомом совместно с Геологическим институтом СО РАН начаты работы по ревизии рудопроявлений золота в Оспинском рудном узле. Геологический институт СО РАН совместно с группой из ИГМ СО РАН (руководитель С. М. Жмодик) уже давно ведет исследования золотоносности и платиноносности углеродистых отложений и офиолитов в этой части Восточного Саяна. Полученные ранее результаты и новые методические приемы опробования, разработанные в ГИН СО РАН, легли в основу работ, проводимых в Ольгинской зоне и других участках Оспинского узла. Спецификой работ было также то, что технологические испытания руд осуществлялись в начале геологического изучения рудных объектов, а не в конце, как это принято в традиционных исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты, проведенных исследований сводятся к следующему:

1. Исполнителями проекта в течение 2014 года проведено изучение крупного рудного района Саяно-Байкальской горной области - Окинского, в пределах которого ранее были разведаны крупнейшие в нашей стране золоторудные (Зун-Холбинское и Зун-Оспинское) месторождения и целый ряд других важных объектов стратегического минерального сырья. На базе этих месторождений планируется строительство крупных горно-обогатительных комбинатов.

2. При проведении прогнозно-металлогенических исследований и детального изучения рудно-магматических систем рудных районов разработана классификация рудных формаций и выделены новые минеральные типы рудной минерализации, связанных с формированием океанических, островодужных, коллизионных и внутриплитных комплексов на активных континентальных окраинах Сибирского континента.

3. Стратегия экономического развития Сибири и Республики Бурятия во многом базируется на освоении минерально-сырьевой базы благородных, черных, легирующих, цветных и редких металлов и топливно-энергетического сырья, в том числе стратегического минерального сырья (золота, платины, свинца, серебра, меди, никеля, хрома, редких и редкоземельных элементов). Еравнинский, Северо-Байкальский и Окинский рудные районы в настоящее время рассматриваются как крупные промышленные узлы минерально-сырьевого профиля, которые в будущем могут стать основой для формирования Восточно-Бурятского и Северо-Байкальского территориально-промышленных комплексов (ТПК).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гордиенко И.В., Кузьмин М.И. Геодинамика и металлогения Монголо-Забайкальского региона // Геология и геофизика, 1999, Т.40, № 11.С. 1545-1562.
- 2 Альмухамедов А.И., Гордиенко И.В., Кузьмин М.И. Томуртогоо О., Томурхуу Д. Джидинская зона – фрагмент Палеоазиатского океана // Геотектоника, 1996. № 4. С. 25-42.
- 3 Гордиенко И.В., Филимонов А.В., Минина О.Р. и др. Джидинская островодужная система Палеоазиатского океана: строение и основные этапы геодинамической эволюции в венде-палеозое // Геология и геофизика, 2007, Т. 48, № 1. С. 120-140.
- 4 Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Руженцев С.В. и др. История развития Удино-Витимской островодужной системы Забайкальского сектора Палеоазиатского океана в позднем рифее - палеозое // Геология и геофизика, 2010, т. 51, № 5, с. 589-614.
- 5 Булгатов А.Н., Гордиенко И.В., Зайцев П.Ф., Турунхаев В.И. Атлас геодинамических карт и карт глубинного строения Забайкалья // Тектоника Азии: Материалы XXX тектон. совещ. М., 1997. С.39-41.
- 6 Парфенов Л. М., Булгатов А.Н., Гордиенко И.В. Террейны и формирование орогенных поясов Забайкалья // Тихоокеанская геология, 1996, т.15, № 4, с. 3-15.
- 7 Gordienko I.V. Geodynamic evolution of the Central-Asia and Mongol-Okhotsk fold belts and formation of the endogenic deposits // Geosci. J., 2000. Vol. 5. №3. P. 233-241.
- 8 Булгатов А.Н., Гордиенко И.В. Террейновый анализ складчатых поясов Забайкалья // Тектоника и геодинамика: Общ. и регион. аспекты: Материалы XXXI тектон. совещ. М., 1998, т. 1, с.72-74.
- 9 Terrane and overlap assemblage map of Transbaikalia and Eastern Sayan Region, Southern Siberia, Russia. Scale 1: 5 000 000. 1999. CD-ROM / U.S. Geol. Survey. –<http://wri.gs.wr.usgs.gov/openfile/of98-136-Auht.>: Bulgatov A.N., Gordienko I.V.
- 10 Булгатов А.Н., Гордиенко И.В., Зайцев П.Ф., Турунхаев В.И. Геодинамическая карта Байкальского региона и сопредельных территорий. Масштаб 1:2000000. Улан-Удэ: Геологический институт СО РАН, 2004. CD ROM.
- 11 Гордиенко И.В. Геодинамическая эволюция поздних байкалид и палеозойского складчатого обрамления юга Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2006, т. 47, № 1.С. 53-70.
- 12 Гордиенко И.В. «История развития Земли». Учебное пособие для вузов. Новосибирск: академическое издательство «Гео». 2008. 296с.
- 13 Гордиенко И.В., Миронов А.Г. Геодинамическая и металлогеническая эволюция Забайкалья в позднем рифее-палеозое // Отечественная геология. 2008. № 3. С. 46-57.

- 14 Нефедьев М.А. Перспективы прироста запасов руд Озернинского горно-обогатительного комбината (Западное Забайкалье) // В сб. «Приоритеты и особенности развития Байкальского региона». Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 350-летию добровольного вхождения Бурятии в состав Российского государства. Улан-Удэ, изд-во БНЦ СО РАН, 2011. С.92-94.
- 15 Нефедьев А.М. Объемная модель и оценка перспектив Озернинского рудного узла по геофизическим данным (Западное Забайкалье). Улан-Удэ: Издательство БНЦ СО РАН, 2009. 184 с.
- 16 Татьков Г.И., Бадерин А.М., Татьков И.Г., Тубанов Ц.А., Базаров А.Д. Оценка перспектив глубоких горизонтов и флангов золоторудных месторождений Бурятии по данным электроразведки // Мат. II междунар. горно-геологического форума «Золото северного обрамления Пацифика». Магадан, 2011. С.123–128.
- 17 Рошкетаяев П.А., Гонегер А.В. Неопротерозойский вулканизм юго-восточной части Восточного Саяна и связь с ним золотого оруденения // Минерагенез Северо-Восточной Азии. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры геологии Бурятского госуниверситета. Улан-Удэ: ИД «Экос», 2012. 220 с.
- 18 Добрецов Н. Л., Конников Э. Г., Медведев В. Н. и др. Офиолиты и олистостромы Восточного Саяна // Рифейско-палеозойские офиолиты Северной Евразии. Новосибирск: Наука, 1985. С. 34–57.
- 19 Геология и метаморфизм Восточного Саяна / Беличенко В.Г., Бутов Ю.П., Добрецов Н.Л. и др. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1988. 192 с.
- 20 Геология и рудоносность Восточного Саяна / Добрецов Н.Л., Беличенко В.Г., Боос Р.Г., и др. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1989. 127 с.
- 21 Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И, Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР, / В 2-х кн. М.: Недра, 1990.- Кн.1. - 327 с. - Кн.2. - 334 с.
- 22 Рошкетаяев П.А., Миронов А.Г., Дорошкевич Г.И. и др. Золото Бурятии. Кн.1. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2000. 463 с.
- 23 Семинский Ж.В., Корольков А.Т., Бузов С.А. Рудоконтролирующие структуры золоторудных узлов в гнейсовых и гранитогнейсовых комплексов (Восточная Сибирь) // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН № 2. Т. 45. 2014. С. 19-34.
- 24 Складов Е.В., Мазукабзов А.М., Мельников А.И. Комплексы метаморфических ядер кордильерского типа. Новосибирск: Изд-во РИНЦ ОИГГМ СО РАН, 1997. 192 с.

- 25 Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Орсов Д.А. Геодинамические обстановки и металлогения Саяно-Байкальской горной области // Отечественная геология. 2013. № 3. С. 7-15.
- 26 Жмодик С.М., Постников А.А., Буслов М.М., Миронов А.Г. Геодинамика Саяно-Байкало-Муйского аккреционно-коллизийного пояса в неопротерозое-раннем палеозое, закономерности формирования и локализации благороднометалльного оруденения // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С.183-197.