

На правах рукописи

Некрасов Алексей Иванович

**ГЕОЛОГИЯ И БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНАЯ МИНЕРАГЕНИЯ
ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность: 25.00.11 — геология, поиски и разведка твердых
полезных ископаемых, минерагения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

Москва — 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Росгеолфонд». Московский филиал «Всероссийский научно-исследовательский институт геологических, геофизических и геохимических систем»

**Официальные
оппоненты:**

Бортников Николай Стефанович, академик, доктор геолого-минералогических наук, научный руководитель ФГБУН «Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)»

Старостин Виктор Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых Геологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Белов Сергей Викторович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный консультант ООО «ОЗГЕО».

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

Защита состоится 26 декабря 2017 г., в 13 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 216.016.01 на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГУП ЦНИГРИ)

Адрес: 117545, Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1

С диссертацией можно ознакомиться в геолфонде ФГУП ЦНИГРИ (по адресу: г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1) и на сайте Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» http://www.tsnigri.ru/disser/nekrasov/Nekrasov_dis.pdf

Автореферат разослан «__» октября 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

Кряжев С.Г.

ВВЕДЕНИЕ

«Научная игра в принципе не имеет конца. Тот, кто когда-либо решит, что научные высказывания не нуждаются больше в проверке и могут рассматриваться как окончательные, выбывает из игры.»

К. Поппер. Логика и рост научного знания. 1983. С. 91.

Совершенно очевидно, что Верхояно-Колымская складчатая область локализована на сочленении структур Евразийского континента (или Евразийского коллажа плит с точки зрения концепции новой глобальной тектоники) и Тихоокеанских структур (или сочетания плит северной Пацифики). Различие евразийских континентальных структур и структур Тихого океана и его обрамления была очевидна исследователям уже с рубежа XIX-XX веков (Мигидович, 1957). Проблема тектонического взаимодействия различных типов литосферы Евразии и структур Тихого океана была поставлена Н.С. Шатским в Объяснительной записке к Тектонической карте СССР (1957), а также Н.Н. Херасковым (1963), которым было введено в практику понятие Тихоокеанского подвижного пояса. Затем концепция различия Тихоокеанских и Евразийских структур наиболее последовательно развита Ю.М. Пуцаровским (1972, 1997), Ю.М. Пуцаровским и др., (1999), Меланхолиной Е.Н., Моссаковским А.А., Руженцевым С.В., (1998, 1999), Грамбергом И.С. (2002) и др., хотя и в форме концепции, обсуждение которой выходит за рамки нашей работы. Тем не менее, эти исследования позволяют сформулировать следующие положения, которые нами принимаются без доказательств.

В силу того, что значительную часть поверхности Земли в настоящее время составляет Тихий океан, то вопрос о его возрасте тесно связан с проблемой времени его обособления с присущими ему сегодня особенностями геодинамического развития. Не рассматривая здесь крайние точки зрения о возрасте Тихоокеанских структур можно отметить, что подавляющее большинство исследователей проблемы исходит из того, что Палеопацифика в неопротерозое (рифее) уже существовала в качестве самостоятельной геотектонической структуры планетарного значения (Грамберг, 2002) и др. Об этом свидетельствуют обобщенные данные по изучению рифейских отложений обрамления современной Пацифики. Соответственно, процесс зарождения Тихого океана должен быть отнесен, как минимум, в раннепротерозойскую эпоху. В нашей работе это положение также фиксируется в виде необходимого и достаточного граничного условия.

Возможно, что столь же длительную историю эволюции имеют и переходные зоны Тихоокеанского подвижного пояса. Наиболее полно переходная область представлена на севере Евразийского и Американского континентов, где к ней относят, в том числе, и значительную часть Арктического бассейна (Косьюко и др., 2008). Соответственно, наиболее полные латеральные ряды структурно-формационных комплексов зоны перехода, доступные для непосредственного наблюдения, фиксируются, в том числе, в северо-восточной части России. Можно сказать, что природа предоставила исследователям не так много возможностей для изучения полных пересечений переходных областей между Тихоокеанским подвижным поясом и крупными континентальными плитами. Одной из таких областей является Верхояно-Колымская складчатая область.

Актуальность работы

Минерагеническое своеобразие региона определяется месторождениями металлических полезных ископаемых. Здесь локализованы одни из крупнейших в мире месторождений олова и сурьмы. Особое место занимает благороднометальное оруденение Верхояно-Колымской складчатой области (ВКСО), изучение которого в ближайшее столетие может определять направления минерагенических исследований и конкретных геологоразведочных работ в регионе.

Отсюда вытекает актуальность данного исследования, связанная с укреплением минерально-сырьевой базы благородных металлов в регионе, благоприятном для интенсивного расширения производства именно этих видов минерального сырья. Понимание геотектонических процессов в контексте данной работы необходимо, прежде всего, в качестве основы для геолого-тектонического районирования, определяющего закономерности размещения крупных минерагенических единиц региона, в частности благороднометальных.

Цель работы

Обоснование принадлежности Верхояно-Колымской складчатой области к переходной зоне между континентальными структурами Евразийской плиты и Тихоокеанским подвижным поясом, как причины своеобразия минерагенического региона; обоснование геолого-тектонических структур, отвечающих металлогеническим провинциям благороднометального оруденения; выявление закономерностей пространственного размещения объектов, оценка перспектив территории на благороднометальное оруденение, а также локализация площадей, перспективных для проведения поисковых работ.

Основные задачи исследования

Целью исследования и его актуальностью определяются основные задачи работы:

1. Установить палеотектоническую позицию Верхояно-Колымской складчатой области в отношении Евразийских континентальных структур и Тихоокеанского подвижного пояса. Определить основные геолого-структурные единицы региона, вмещающие минерагенические таксоны ранга провинций.

2. Определить главные благороднометалльные минерагенические единицы ВКСО. Обобщить основные характерные черты металлогении ВКСО в сравнении с типичными характеристиками крупных планетарных геолого-тектонических структур.

3. Установить закономерности пространственного размещения рудно-формационных типов месторождений и проявлений благородных металлов в пределах региона и металлогенических провинций.

4. Разработать геолого-структурные и геолого-генетические модели, обосновывающие полигенность, полихронность и комплексность крупных золото- и сереборудных объектов.

5. Разработать критерии выделения первоочередных площадей для проведения металлогенических исследований и геологоразведочных работ внутри основных минерагенических таксонов. Оценить перспективы наращивания минерально-сырьевой базы (МСБ) основных благороднометалльных провинций ВКСО на основе оценки их ресурсного потенциала.

Фактический материал и методы исследований

Основой для подготовки работы послужил фактический материал, собранный автором в пределах рассматриваемого региона в период с 1981 по 2008 годы в процессе производства тематических, геолого-съёмочных, поисковых, оценочных и разведочных работ; экспериментального моделирования рудообразующих процессов, геодинамического анализа региона. Используются опубликованные и фондовые материалы по проблемам геологии и минерагении Верхояно-Колымской складчатой области и других крупных планетарных геотектонических единиц. Фактические данные обрабатывались на основе методов регионального геолого-геофизического, литолого-фациального, структурно-формационного и рудно-формационного анализа, локального структурно-кинематического, петролого- и рудно-минералогического, комплексного геолого-геохимического анализов.

Научная новизна

1. Обоснована взаимосвязь между геолого-структурными особенностями тектонических единиц региона, сформированных в современном виде в результате внутриплитной коллизии (Верхоянский складчато-надвиговой, Яно-Охотский складчато-глыбовый, Яно-Колымский складчато-надвиговой и Черско-Полоусненский покровно-чешуйчатый пояса) и благороднометалльными

провинциями – Яно-Колымской золотоносной, Западно-Верхоянской сереброрудной и Яно-Индибирской сереброносной.

2. Обоснованы границы Западно-Верхоянской сереброрудной провинции и впервые выделена Яно-Индибирская сереброносная провинция.

3. Впервые выявлена зональность серебряного оруденения во взаимосвязи с геологическими характеристиками коллизионной системы региона.

4. Установлена минерагеническая зональность основных единиц (Западно-Верхоянской сереброрудной, Яно-Индибирской сереброносной, Яно-Колымской золотоносной, Верхояно-Колымской оловоносной, Верхояно-Индибирской олово-боросной провинций), определяемая геологическими характеристиками коллизионной системы региона.

5. Впервые охарактеризована платиноносность региона с выделением перспективных на МПГ структурно-формационных типов оруденения.

Основные защищаемые положения

1. Верхояно-Колымская складчатая область сложена структурно-формационными комплексами, сформировавшимися в условиях переходной зоны между Евразийской плитой и Тихоокеанским подвижным поясом, что определяет специфику геолого-структурного и минерагенического развития региона и составляющих его крупных тектонических элементов, начиная с позднего докембрия. Современная геолого-тектоническая архитектура ВКСО и ее минерагенический облик сформировались, в основном, в позднем мезозое в результате внутриплитной коллизии. Основные коллизионные геолого-структурные единицы региона, определяющие закономерности размещения благороднометального оруденения, представлены Верхоянским складчато-надвиговым и Яно-Охотским складчато-глыбовым поясами внешней зоны коллизии; Яно-Колымским складчато-надвиговым и Черско-Полоусненским покровно-чешуйчатым поясами внутренней зоны коллизии.

2. Минерагенический облик ВКСО определяется несколькими специализированными металлогеническими провинциями. Благороднометальное оруденение сконцентрировано в пределах трех закономерно расположенных относительно коллизионных зон металлогенических провинций: Яно-Колымской золотоносной, локализованной в пределах одноименного складчато-надвигового пояса, Яно-Индибирской сереброносной, пространственно охватывающей Яно-Охотский складчато-глыбовый и Черско-Полоусненский покровно-чешуйчатый пояса и Западно-Верхоянской сереброрудной, пространственно отвечающий, главным образом, Верхоянскому складчато-надвиговому поясу.

3. Благороднометальная минерагения ВКСО представлена индикаторными рудными формациями, характерными как для крупных континентальных блоков с консолидированной литосферой, так и для Тихоокеанского

подвижного пояса. Особенности размещения месторождений в провинциях региона заключаются в преимущественном сосредоточении объектов золото-кварцевой формации в Яно-Колымской золотоносной провинции, серебро-сурьмяной и серебро-полиметаллической формации в Западно-Верхоянской серебрянорудной провинции, олово-серебро-полиметаллической, золото-серебро-колчеданно-полиметаллической и серебряносодержащей вольфрам-оловянной грейзеновой (серебро-полиметальной) формаций - в Яно-Индибирской серебрянорудной провинции.

4. Основные крупные благороднометалльные месторождения ВКСО являются полигенными и полихронными, что определяется участием в их формировании конседиментационных и коллизионных процессов. Поступление золота в бассейн осадконакопления осуществлялось по конседиментационным разломам, что обусловило литолого-фациальный контроль благороднометалльных объектов. В коллизионный этап крупные разломы обусловили закономерности размещения благороднометалльного оруденения: продольные к простиранию складчатых структур определяли положение минерагенических провинций и районов; поперечные (радиальные) и диагональные, контролирующие интрузивный магматизм и регионально-метаморфическую зональность - определяли позицию рудных узлов и полей внутри провинций.

5. На основе установленных закономерностей размещения оруденения и созданных геолого-генетических и геолого-структурных моделей, определены перспективные площади на выявление золоторудных и серебрянорудных месторождений. Перспективы наращивания металлогенического потенциала благороднометалльного оруденения связаны, прежде всего, с Яно-Колымской золотоносной и Западно-Верхоянской серебрянорудной провинциями. Установленные платиноносные формации требуют дальнейшего изучения с точки зрения выявления промышленного оруденения.

Практическая значимость

Оценен металлогенический потенциал серебра и металлов платиновой группы региона. Обоснован выбор первоочередных площадей для проведения специализированных металлогенических исследований и общих поисков благородных металлов. Количественно оценена возможность наращивания МСБ серебра, определены направления дальнейшего изучения платиноносности региона.

Реализация результатов

Реализация результатов исследования осуществлялась в процессе подготовки и проведении с участием автора или под его руководством следующих работ: оценка прогнозных ресурсов территории деятельности ЯнГРЭ Минггео СССР (1983-1984 гг.); общие поиски золота в долине р. Неннели (хр. Тас-

Хаяхта) в 1984-1988 гг.; металлогения хр. Тас-Хаяхта (1989 г.); поисковые работы на серебро в пределах Мангазейского рудного поля (1990-2006 г.); перспективы и направления поисков нетрадиционных видов минерального сырья территории деятельность ГУГПП «Янгеология» (1997 г.); оценка перспектив платиноносности ВКСО (1999-2002 гг.); прогнозно-поисковые работы в Западном Верхоянье с целью создания новой серебрянорудной провинции (2002 г.); государственная геологическая съемка масштаба 1:200 000 (новая серия) на площади листов Q-52-XXI, XXII (1998-2002 гг.); ревизионно-поисковые работы в пределах хребта Тас-Хаяхта (2003 г.); ГМК-200 (новая серия) на площади листов Q-54-II, III, IX, XV (2004 г.); поисковые работы на серебро в пределах Кимпиче-Берелехского рудного узла (2005 г.); поисковые и оценочные работы на золото на Куранахской площади (2006 г.); поисково-ревизионные работы на крупнообъемное золотое оруденение в пределах Янской площади (2007 г.); поисково-оценочные работы на серебро в центральной части Кимпиче-Берелехского рудного поля (2007 г.); поисковые работы на золото в пределах Эгекитской площади (2014 г.) и др.

Итоги этих работ изложены более чем в 30 производственных отчетах и проектах (в 25 отчетах и проектах автор, являлся ответственным и основным исполнителем), в том числе по оценке прогнозных ресурсов и подсчету запасов.

Апробация работы

Основные положения и результаты работы представлялись и докладывались на совещаниях: «Новые данные по геологии Якутии и их использование при составлении Госгеолкарты-200 (новая серия)» (Якутск, 1993); «Суперконтиненты в геологическом развитии докембрия» (Иркутск, 1999); «Строение и история развития платформ и подвижных поясов Евразии» (Москва, 2000); конференциях: V международной конференции «Новые идеи в науках о земле»; (Москва, 2001); XXXV Тектоническом совещании «Тектоника и геофизика литосферы» (Москва, 2002); третьем Всероссийском симпозиуме с международным участием «Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, технология, экономика, экология» (Улан-Удэ, 2004); XXXVIII Тектоническом совещании «Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых» (Москва, 2005); XXXIX Тектоническом совещании (Москва, 2006); конференции, посвященной 100-летию доктора геолого-минералогических наук, лауреата Государственной премии Б.Л. Флерова (Якутск, 2006); XIX научных чтений им. Академика В.И. Смирнова (Москва, 2007); международном горно-геологическом форуме, посвященном Первой Колымской экспедиции Ю.А. Билибина (Магадан, 2008); круглом столе «Инновационные методы в геологии» (Санкт-Петербург, 2009); конференции «Золото и

технологии» (Москва, 2013); круглом столе «Проблемы геологии северо-восточной Якутии» (Батагай, 2016) и др.

Публикации

Научные и практические результаты исследований изложены в 51 опубликованной работе, среди которых три сборника научных трудов и 19 статей в журналах, включенных в Перечень ВАК.

Структура и объем диссертации

Диссертация общим объемом 347 страниц включает 5 глав, введение, заключение, 74 рисунка, 30 таблиц, список использованной литературы из 566 наименований.

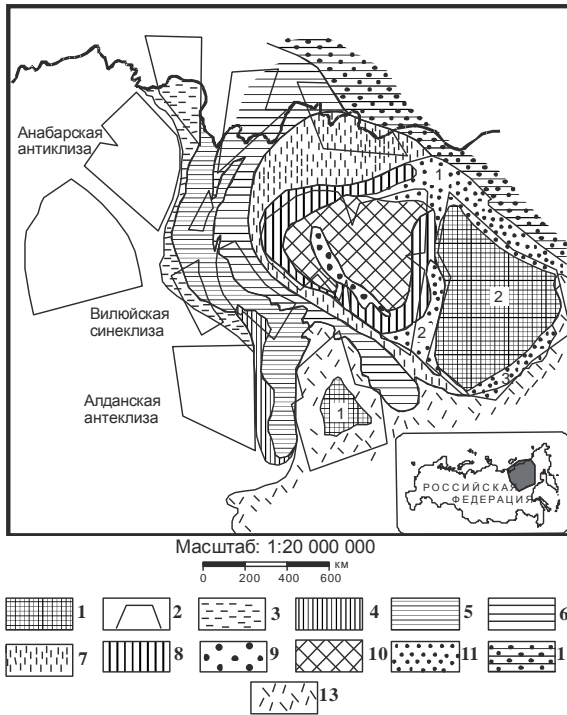
Благодарности

В полевых работах и обработке полевых материалов вместе с автором участвовали специалисты ОАО «Янгеология» И.Г. Баева, А.Ш. Ганеев, А.А.Кривошеев, В.А. Малов, А.Г. Мальцев, Ю.Т. Рабандиров, Л.Т. Рабандирова, Ю.И. Сенотрусов, С.А. Соболев, Е.В. Соболева, М.Н. Соловьев, Э.Х. Соловьева, А.Г. Тетюев, В.В. Шошин, А.Н. Федянин, С.И. Фрулев, Н.В. Чайникова и др., а также сотрудники академических и научно-производственных организаций: В.В. Аристов, Н.А. Соловьева, А.В. Костин, Н.И. Курушин, В.П. Тарабукин и др. Долгие годы благоприятный климат для исследований по профилю работы создавали генеральный директор ОАО «Янгеология» Тямисов Н.Э., главные геологи Левин В.М. и Соловьев В.Н. В процессе работы в регионе многие вопросы по теме исследования обсуждались с Г.Е. Бондаренко, В.В. Бояршиновым, Г.Н. Гамяниным, С.А. Ермаковой, Д.С. Зыковым, С.Г. Колодяжным, Р.В. Кутыгиным, М.Г. Леоновым, В.В. Масюлисом, В.С. Оксманом, В.А. Трунилиной, А.А. Узюнкояном и другими специалистами. Во время подготовки работы ряд вопросов обсуждался с В.В. Аристовым, С.С. Вартаняном, А.Г. Волчковым, Ю.Ю. Воробьевым, М.М. Константиновым, Б.К. Михайловым, Т.В. Чепкасовой. Всем перечисленным коллегам автор выражает свою благодарность.

ГЛАВА 1. ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ОСНОВНЫХ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ, КАК ВМЕЩАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ КРУПНЫХ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ТАКСОНОВ РЕГИОНА. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

В составе ВКСО можно выделить четыре группы структурных единиц (рисунок 1). К первой принадлежат обнаженные на земной поверхности (Охотский, Омолонский) и гипотетические, погребенные под складчатыми и плитными комплексами фанерозоя (Хромский, Шелонский и др.) массивы раннедокем-

брийской консолидации с фрагментами разделяющих их протерозойских интракратонных прогибов (Некрасов, Поспелов, 2002).



7 – Яно-Колымский складчато-надвиговый пояс; структурные элементы внутренней зоны ВКСО: 8 – Черско-Полоусненский покровно-чешуйчатый пояс; 9 – Илин-Тасский складчатый пояс; 10 – Алазейский плитный комплекс; 11 – наложенные прогибы (1-Олойский, 2-Сугойский, 3-Гижигинский); конвергентные границы: 12 – Южно-Ануйская шовная зона; 13 – Охотско-Чукотский вулcano-плутонический пояс

Рисунок 1

Вторую группу составляют палеозойские-раннемезозойские прогибы, превращенные в позднем мезозое в складчатые, складчато-надвиговые и покровно-складчатые пояса (Верхоянский, Яно-Охотский и др.). Третья, наиболее дискуссионная совокупность элементов, объединена Л.П. Зоненшайном с соавторами (1990) под названием “Колымской структурной петли” и соответствует Колымской платформе С.В. Обручева (1934; 1940). В настоящее время внешняя зона этой структуры выделяется в качестве Черско-Полоусненского покровно-

Докайнозойские структуры Верхояно-Колымской складчатой области (ВКСО). Составлен автором. Массивы архейской консолидации: 1 – обнаженные на дневной поверхности (1-Охотский, 2-Омолонский); 2 – предполагаемые по геофизическим данным под плитными и складчатыми комплексами; основные структурные элементы внешней зоны ВКСО: 3 – Предверхоянский надвиговый пояс; 4 – Сетте-Дабанский складчато-надвиговый пояс; 5 – Верхоянский складчато-надвиговый пояс; 6 – Яно-Охотский складчато-глыбовый пояс;

складчатого пояса, либо – коллизионного пояса Черского, а внутренняя – в качестве Алазейского (или Алазейско-Олойского) плитного комплекса. Наконец, к четвертой группе можно отнести позднемезозойско-кайнозойские рифтогенные или тафрогенные (Некрасов, Поспелов, 2002) прогибы с полями платобазальтов структур чехольного комплекса молодой платформы.

Систематическое геологическое изучение региона началось в 30-х годах прошлого века (Обручев, 1934, 1940). Существуют две основные концепции геодинамической эволюции региона. Это представления о природе ВКСО, как о неоднократно активизированной восточной окраине Сибирской платформы. Проблемной стороной всех данных построений в концепции окраинно-континентальной эволюции ВКСО является наличие зоны тектонического скупивания (Черско-Полоусненский пояс) в геолого-структурной ассоциации с гранитоидным батолитовым поясом коллизионной природы. Иная точка зрения развивается в рамках НГТ (Тектоника..., 2001 и др.). В модели позднемезозойской межплитной коллизии Северо-Азиатского кратона и составного Колымо-Омолонского микроконтинента. При этом самой большой неопределенностью всей группы моделей является проблема с идентификацией индикаторных позднепалеозойских-мезозойских океанических комплексов и комплексов активной континентальной окраины (островных дуг) в пределах ВКСО. В соответствие с накопленной предшественниками базой данных, и с учетом собственных исследований задача данной главы - оценить природу основных геолого-структурных элементов, которые известны достаточно давно, но в их определение различными исследователями вкладывается разный смысл.

Практически никто из исследователей ВКСО не ставит под сомнение архейский возраст пород выступов Омолонского и Охотского массивов. В пределах Черско-Полоусненского чешуйчато-надвигового пояса установлены несколько блоков докембрийских (2000-545 Ma) полиметаморфических и ассоциирующих с ними магматических (от ультраосновных до кислых) пород. Петрогеохимические характеристики пород являются промежуточными между океаническими разностями и магматитами континентальных рифтов, а граниты сопоставимы с образованиями внутриплитного континентального магматизма (Трунилина и др., 1999; Оксман, 1997). Блоки таких пород могут быть идентифицированы в качестве фрагментов древних мобильных поясов, «сшивавших» раннедокембрийские кратонные блоки (Некрасов, Поспелов, 2001).

Можно сказать, что ВКСО в докембрии сохранила свое единство с Сибирским континентом, но на ее территории были заложены интраконтинентальные прогибы на утоненном сиалическом основании (Трунилина и др., 1999; Трунилина, Роев, 2012). В отдельных участках эти прогибы могли иметь симатический фундамент, без нарушения общей сплошности континентальной коры

региона. Важно также то, что современные палеогеодинамические реконструкции (Веселовский, 2007; Шацлло, Павлов, 2007), постулируют ориентацию Сибири своей нынешней восточной окраиной в сторону развивающегося Палеотихого океана в мезопротерозое – венде.

На месте будущего Верхоянского пояса с менее плотной «упаковкой» раннедокембрийских кратонов существовали прогибы с грубообломочными шельфовыми и батияльными отложениями. В пределах Яно-Охотского пояса с более плотной «упаковкой» кратонов, разделяющие их прогибы могли быть более локальны по площади. Наибольшей деструкции консолидированная кора, по-видимому, подверглась в пределах будущих Яно-Колымского и Черско-Полоусненского поясов. В итоге, можно констатировать, что различия между будущими тектоническими структурами ВКСО были заложены, по меньшей мере, с мезопротерозоя.

Формирование периконтинентального бассейна (пассивной окраины и карбонатной платформы) в пределах ВКСО приходится на конец кембрия – начало ордовика, а накопление шельфовых и батияльных (склоновых) отложений происходило уже в среднем ордовике (Поспелов, Некрасов, 2000). Шарьирование полиметаморфических комплексов на шельфовые и батияльные отложения завершилось в раннем карбоне (визе) и привело к формированию складчато-блоковой структуры краевой части Сибирского кратона. Замыкание прогибов, унаследованных с докембрия происходило в среднем палеозое. К поверхности были выведены тектонические пластины днища прогибов, представленные в отдельных чешуях Черско-Полоусненского пояса образованиями ультрабазит-базитового комплекса (Некрасов, Поспелов, 2002; Некрасов, 2004). По мнению В.А. Трунилиной (1999) габбро-ультрабазитовые образования не могут быть идентифицированы в качестве офиолитовых по петро-геохимическим данным. В ассоциации отсутствуют (при хорошей изученности разрезов комплекса) такие важнейшие члены офиолитовых серий, как комплекс дайка-в-дайке и глубоководные кремнистые осадочные породы. Время эксгумации пластин пород, слагавших днища прогибов (ранний-средний палеозой) не противоречит данным (Оксман и др., 1996; 1998; Тектоника..., 2001) о среднесилурийском раннем метаморфизме высоких температур и низких давлений. Имеющиеся палеомагнитные данные по крупным тектоническим блокам (террейнам) Северо-Востока Азии (Parfenov, 1994; Тектоника...2001) демонстрируют общее совпадение траекторий движения на север блоков Черско-Полоусненского пояса и Сибирского континента с поворотом платформы по часовой стрелке и блока Тас-Хаяхта – против неё (Родионов, Некрасов и др., 2007). На большей части окраины Сибири в рассматриваемый отрезок времени формировалась подводная карбонатная платформа (на месте будущего Верхоянского пояса). Черско-

Полоусненский пояс, возможно, представлял собой систему выступов карбонатной платформы, расчлененных прогибами с утоненной континентальной корой. Однако, замкнулись не все бассейны и, на этой основе произошел масштабный позднепалеозойский рифтогенез.

С позднего докембрия, когда были сформированы основные структуры – древние кратоны и мобильные пояса и до начала позднего палеозоя ВКСО «прошла» важнейшую точку бифуркации. Область могла быть полностью консолидирована и войти в состав Сибири, либо при дальнейшем развитии мобильных поясов в сторону проявления спрединговых процессов ВКСО могла бы войти в состав Тихоокеанского пояса. Наконец, при реализованном в реальности сценарии развития ВКСО сохранила свое переходное положение между этими крупными структурами. Очередная точка бифуркации рассматриваемой геодинамической системы датируется в разных ее частях интервалом времени от конца среднего девона до начала среднего карбона. В общем случае – это растяжение всей ВКСО, как вызванное рифтогенезом в остаточных от предыдущего этапа прогибах, так и формированием новых на месте относительно стабильных до этого участках региона.

Континентальный рифтогенез в пределах практически всех геолого-структурных единиц региона фиксируется покровами и силами базальтов, андезитов, редко дацитов толеитовой серии с щелочным уклоном, многофазными расслоенными интрузиями с составом пород от ультраосновных до умеренно кислых, также с щелочным уклоном. Рассматриваемый отрезок времени также характеризуется накоплением мощных терригенных толщ верхоянского комплекса в пределах Верхоянского, Яно-Охотского и Яно-Колымского поясов, его редуцированных аналогов в Илин-Тасском, Черско-Полоусненском поясах и в пределах Алазейского сегмента Колымской петли. Однако, накопление мощных толщ морских осадков с генетическими признаками отложений континентального склона и его подножия не сопровождается подтвержденными индикаторными океаническими комплексами (офиолитами и типичными океанскими осадочными комплексами). Как показано в работе, палеогеодинамические схемы, предусматривающие существование океанического зияния (Оймяконский океан) между Сибирской платформой и ее континентальной окраиной и структурами Колымской петли в позднем палеозое-раннем мезозое, приведенные в Тектонике... (2001) могут быть без концептуальных изменений палеомагнитных и геологических данных, трансформированы в схемы, в которых конвергентными границами ВКСО являются Южно-Анжуйская зона и Охотско-Чукотский надсубдукционный вулканический пояс.

Система поясов внешней зоны ВКСО (Верхоянский, Яно-Охотский, Яно-Колымский) подобна наклонной «стопке книг», когда восточная сторона

затеняется «следующей книгой». Совершенно иное внутренне строение имеет Черско-Полоусненский чешуйчато-надвиговый пояс. Полная изоклиальная складчатость наблюдается лишь в зонах влияния региональных крутых разломов и надвигов. В позднем мезозое вся система была расчешуена, однако внутри чешуй сохранилась нормальная стратиграфическая последовательность, разрезов, позволяющая реконструировать палеогеодинамические обстановки.

Постулируемая подавляющим большинством исследователей островодужная природа Уяндино-Ясачненского вулканического пояса подразумевает межплитную коллизию Колымо-Омолонского составного микроконтинента с Северо-Азиатским кратоном. Но наблюдается корреляция по возрасту и комагматичность вулканитов Уяндино-Ясачненского пояса с коллизионными батолитами Главного пояса (Жуланова и др., 2007), что свидетельствует о наличии единого вулкано-плутонического пояса Черского.

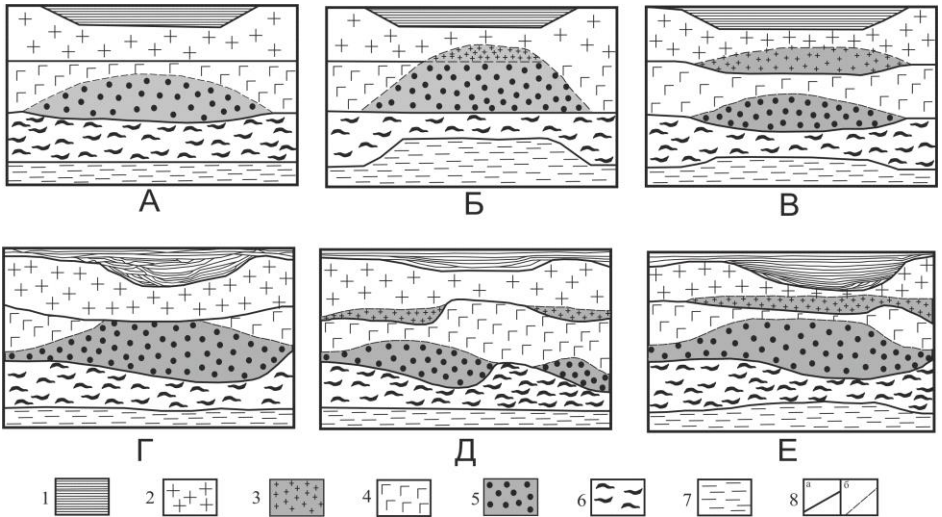
Таким образом, требуется иное решение для объяснения взаимоисключающего фактологического материала: накопление многокилометровых толщ осадков без признаков значительного расширения позднепалеозойских-раннемезозойских прогибов (отсутствие океанического раскрытия) и формирование единого вулкано-плутонического пояса; наличие коллизионной зоны максимального тектонического сучивания в Черско-Полоусненском поясе (передовая зона коллизии), складчато-надвиговых и складчато-глыбового поясов - Верхоянский, Яно-Колымский, Яно-Охотский (тыловая зона коллизии), а также наличие коллизионных гранитоидных батолитов. Представляется, что решением может служить концепция региональной внутриплитной коллизии.

Внутриплитная коллизия, в свою очередь предполагает горизонтальную расслоенность литосферы, причем в степени, необходимой и достаточной для инициации процесса, близкого по своим физическим параметрам к таковому при межплитной коллизии. Сама по себе, горизонтальная расслоенность литосферы, в том числе и новейших подвижных поясов фундаментально охарактеризована в трудах коллектива исследователей ГИН РАН под руководством А.В. Пейве и Ю. М. Пушаровского. В настоящее время, с появлением концепции микроплитной (шоловой) тектоники, данные о многоуровневой расслоенности литосферы могут органично сочетаться с парадигмой НГТ.

Формирование глубоких прогибов с некомпенсированным осадконакоплением и отсутствием стратиграфических несогласий могло происходить за счет уплотнение нижней части гранулито-базитового слоя с переходом базальт-гранулит-эклгит (Артюшков, 1993 и др.). Линзы базальт-гранулит-эклгитового состава под осевыми зонами прогибов могли погружаться в ме-

нее плотную подкорую мантию, а за счет тангенциальных напряжений (со стороны Северо-Азиатского кратона и конвергентных границ ВКСО) и скользить по латерали (как и в модели межплитной коллизии), и обуславливали внутриплитную коллизию без нарушения сплошности коры. Скольжение эклогитизированных габбро в свою очередь запускает подобный же процесс в вышележащих горизонтах расслоенной части литосферы (нижние горизонты гранитного слоя и относительно пластичное осадочное наполнение прогибов) Как показано на рисунке 2, под разными прогибами ВКСО характер расслоенности литосферы мог быть различным, что обусловлено отличиями в предшествовавшей эволюции этих геолого-тектонических элементов.

В свою очередь, различный характер расслоенности определил различное геологическое строение поясов коллизионной системы ВКСО и особенности позднемезозойской металлогении в каждом из них. Встречные тангенциальные напряжения обусловили формирование глубоких компенсационных прогибов (Иньяли-Дебинский и Илин-Тасский) по обе стороны от максимальной зоны тектонического сучивания. Это же разнонаправленное тангенциальное сжатие во фронтальной зоне коллизии привело к формированию дивергентной структуры (структура «пальмового дерева») коллизионной зоны (рисунок 3).

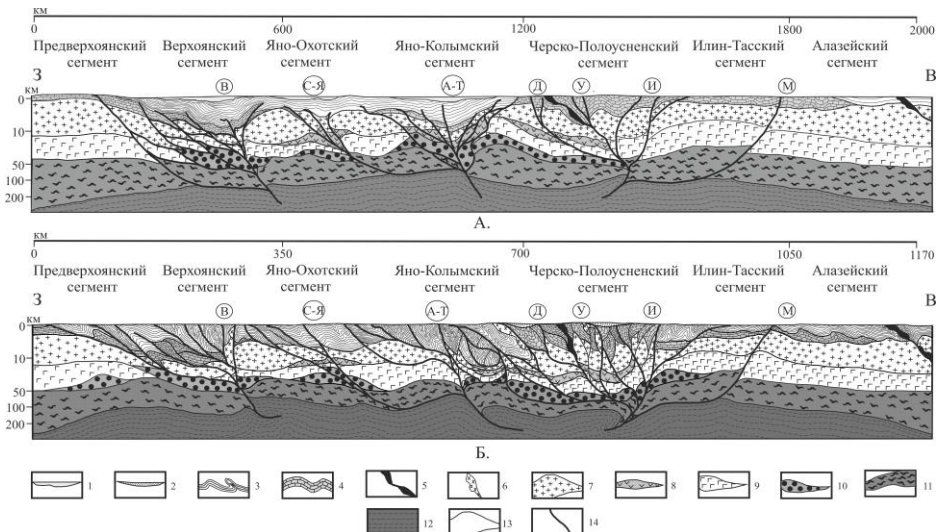


А-В: модельные варианты тектонической расслоенности нагретой литосферы под глубокими прогибами в эпохи быстрой эклогитизации базальтового слоя (по Е.В. Артюшкову (1993). А – понижение вязкости в базальтовом слое, связанное с развивающимся метаморфизмом; Б – понижение вязкости в базальтовом слое, который испытывает метаморфизм, сопровождающийся падением вязкости в нижних частях гранитного и базальто-

го слоев, а также в слое мантийной литосферы в результате притока флюида; В – то же, в условиях быстрого метаморфизма, протекающего лишь в нижней части базальтового слоя и слое мантийной литосферы. Г-Е – частные модельные варианты расчлененности литосферы под прогибами ВКСО: Г – Верхоянским; Д – Яно-Охотским; Е – Яно-Колымским. Составлены автором с учетом геологических и геофизических данных – см. рис. 1.2. 1 – породы осадочного слоя; 2 – породы гранитно-метаморфического слоя; 3 – горизонты с пониженной вязкостью (повышенной пластичностью) в нижней части гранитно-метаморфического слоя; 4 – породы гранулит-базитового слоя; 5 – линзы пород эклогитизированного гранулит-базитового слоя с пониженной вязкостью (повышенной пластичностью); 6 – мантийная литосфера; 7 – астеносфера; 8 – границы слоев литосферы (а), горизонтов пород с различными физико-химическими характеристиками внутри слоев литосферы (б).

Рисунок 2

В предлагаемом варианте внутриплитной коллизии, субдукция не представляется возможной, ввиду отсутствия субдуцирующей океанской литосферы; соответственно нет места как надсубдукционному поясу вулканической дуги, так и его преддуговому и тыловому прогибам.



Обобщенная модель позднемезозойской внутриплитной коллизии в пределах Верхояно-Колымской складчатой области. Составлен автором. А – предколлизийная обстановка на транс-среднеюрское время. Б – коллизийная обстановка на позднеюрское-раннемеловое время. 1 – морские бассейны; 2 – позднеюрские поля вулканитов вулканоплутонического пояса Черского; 3 – раннекаменноугольные-позднеюрские терригенные отложения верхоянского комплекса и его аналогов; 4 – венд-среднепалеозойские терригенно-карбонатные отложения окраины Сибири; 5 – базит-ультрабазитовые и полимета-

морфические комплексы, выведенные в верхние горизонты консолидированной коры; 6 – коллизионные гранитоиды; 7 – породы гранитно-метаморфического слоя; 8 – горизонты с пониженной вязкостью (повышенной пластичностью) в нижней части гранитно-метаморфического слоя; 9 – породы гранулит-базитового слоя; 10 – линзы пород эклогитизированного гранулит-базитового слоя с пониженной вязкостью (повышенной пластичностью); 11 – мантийная литосфера; 12 – астеносфера; 13 – границы горизонтов литосферы с различными реологическими параметрами; 14 – основные региональные системы разломов (буквы в кружках: В – Верхоянская, С-Я – Средне-Янская, А-Т – Адыча-Тарынская, Д- Дарпирская, У – Улаханская, И – Индигирская, М – Момская).

Рисунок 3

Структура Колымской петли формировалась постепенно, по меньшей мере в течение всего фанерозоя, что доказывается вращением блоков Черско-Полоусненского пояса (по палеомагнитным данным) и «косой» внутриплитной коллизией. К концу позднего мезозоя, сформировалась сложная кулисообразная коллизионная система, в составе которой каждый тектонический элемент (Верхоянский, Яно-Охотский, Яно-Колымский и Черско-Полоусненский пояса) имеет собственное, отличное от остальных, тектоническое строение, и как будет показано ниже, собственный металлогенический облик.

Таким образом, в течение длительного времени, по крайней мере, с конца палеопротерозоя и до кайнозоя ВКСО занимала положение переходной зоны между континентальными структурами Евразии и Тихоокеанским подвижным поясом. Регион также претерпел внутриконтинентальную коллизию с формированием соответствующей коллизионной зоны, которая и вмещает основные минерагенические таксоны региона. Это позволяет сформулировать первое защищаемое положение.

ГЛАВА 2. МИНЕРАГЕНИЯ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ, КРУПНЕЙШИЕ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНЫЕ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ РЕГИОНА

Первые сведения о благороднометальном оруденении региона еще в XVIII веке (установлена сереброносность Мангазейского рудного поля), а первые металлогенические построения сделаны в середине XX века (Билибин, 1948 и др.) Позднее проводились многочисленные исследования, посвященные минерагении отдельных структур и геоблоков в составе ВКСО, по металлогении конкретных типов оруденения: золоторудного, золото-сурьмяного, сереборудного. Особняком, в силу их малочисленности, стоят работы по платинометальному оруденению региона – их всего пять. Еще одно направление связано с исследованиями отдельных крупных и уникальных месторождений. Такими работами были охвачены практически все крупнейшие золото- и сереборудные месторождения и рудопроявления ВКСО.

Итогом всех этих исследований явилось детальное металлогеническое районирование золотого оруденения ВКСО на всю иерархическую систему рангов таксонов: металлогеническая провинция – металлогеническая зона – рудный район – рудный узел – рудное поле (месторождение). В то же время, отсутствуют работы по металлогеническому районированию региона на серебро и металлы платиновой группы (МПГ).

На основе сравнительной минерагенической характеристики более чем двух тысяч месторождений и проявлений выделены индикаторные не благороднометалльные рудные формации крупных континентальных структур, Тихоокеанского подвижного пояса и переходных зон (в частности ВКСО), а также «сквозные» рудные формации, характерные для всех рассматриваемых структур и, связанные с региональными и трансрегиональными разломами.

При этом, несомненно, накопление в континентальной коре Тихоокеанского подвижного пояса халькофильных элементов, что выражено минерагеническим потенциалом цветных металлов, который сравним с таковым крупных континентальных плит.

В литосфере континентальных плит существенную роль занимает накопление сидерофильных, оксифильных и силикофильных элементов и их соединений. Литосфера континентальных плит, характеризуется наличием широкого спектра минерагенических формаций, которые можно считать индикаторными. К ним относятся: практически весь ряд урановых формаций; месторождения формации медистых песчаников и сланцев, стратиформные медные и полиметаллические месторождения, весь ряд редкометалльных и фосфатных месторождений в пегматитах, грейзенах, расслоенных ультраосновных-щелочных массивах и карбонатитах, формации алмазоносных кимберлитов и лампроитов; целые группы месторождений неметаллов.

Существует значительное количество формаций и формационных рядов месторождений (в том числе крупных), которые характерны для обоих типов крупных геотектонических структур. Это месторождения железозоксидно-золото-медного семейства; золото-железо-медно-полиметалльные месторождения, связанные с шошонитовыми магматическими комплексами; практически весь ряд формационный колчеданных месторождений в вулканитах энсиматических и энсиалических островных дуг; полный формационный ряд вольфрам-молибден-меднопорфировых объектов большинство формационных типов гидротермальных, скарновых и грейзеновых месторождений олова и вольфрама; семейство гидротермальных сурьмяных, сурьмяно-ртутных и ртутных месторождений.

Наконец существует небольшая группа формаций отдельных видов полезных ископаемых, месторождения которой распространены преимущественно

в континентальной коре Тихоокеанского пояса, Прежде всего, это конечно месторождения золото-меднопорфировой формации.

Своеобразие общей минерагении ВКСО в сравнении с крупными планетарными геотектоническими и минерагеническими единицами определяют оловянное и боро-оловянное оруденение ВКСО, подчеркивающие уникальность ее не благороднометальной минерагении. Это сближает ее минерагеническую специализацию с таковой Американского и Южно-Азиатского секторов Тихоокеанского пояса.

Наиболее значительная часть минерагенических исследований в регионе, была направлена на детальный анализ оловорудной и золоторудной металлогении. Соответственно, схемы минерагенического районирования золотого оруденения разработаны достаточно подробно. На всех схемах золотоносности ВКСО выделяется единственная золотоносная провинция - Яно-Колымская.

Яно-Колымская золотоносная провинция, ограничена рамками юго-восточной части одноименного складчато-надвигового пояса (рисунок 4) и характеризуется следующими определяющими параметрами. Во-первых, провинция размещается в пределах одной крупной геотектонической структуры региона – Яно-Колымском поясе; во-вторых, в пределах провинции сосредоточено не менее 90% запасов и прогнозных ресурсов рудного и россыпного золота всей ВКСО; в-третьих, в пределах провинции имеются крупные и гигантские по масштабам месторождения (Наталкинское), в-четвертых, наиболее значительная часть запасов и прогнозных ресурсов золота сосредоточена в месторождениях одного ведущего формационного типа – золото-кварцевого; в-пятых, провинция характеризуется единством геолого-экономического пространства (Михайлов, Некрасов и др., 2010).

В регионе существует еще одна крупная золотоносная металлогеническая структура, которая ранее не была отмечена в соответствующих исследованиях. Речь идет о **золотоносных палеоген-неогеновых конгломератах Абыйской впадины** Алазейского сегмента ВКСО. По ряду признаков данная металлогеническая единица соответствует рангу провинции. Общий потенциал золота только по тем участкам, где изучена золотоносность составляет по разным оценкам от 1 до 2 тыс. т.

Впервые, возможность выделения в пределах региона серебрянорудной провинции обсуждалась в работе А.В. Костина с соавторами (1995). Современное обоснование **Западно-Верхоянской серебрянорудной провинции** предложено автором (Некрасов, 2007; Аристов, Некрасов, 2010). Минерагеническая схема ВКСО на основе серебряного оруденения предложена в работе автора (Некрасов, 2001).

Схема размещения на геологической основе наиболее крупных объектов золото-кварцевой формации в пределах Яно-Колымского пояса. Показаны также сопутствующие наиболее крупные объекты золото-серебряной, золото-сурьмяной, серебро-полиметаллической, олово-серебро-полиметаллической и вольфрам-оловянной касситерит-кварцевой формаций. Составлена А.А. Узюнкояном (ОАО «Якутскгеология») с добавлениями и изменениями автора.

1 – чехольные отложения Сибирской платформы; 2 – рифейские-позднепалеозойские терригенно-карбонатные отложения Сете-Дабанского пояса; 3 – докембрийские-раннемезозойские породы Черско-Полуосненского пояса; 4 – позднепалеозойские терригенные отложения Верхоянского, Яно-Охотского и Яно-Колымского поясов; 5 – триасовые-раннеюрские отложения Верхоянского, Яно-Охотского и Яно-Колымского поясов; 6 – позднеюрские терригенные породы Иньяли-Дебинского сегмента Яно-Колымского пояса; 7 – средне-позднеюрские терригенные отложения Илин-Тасского пояса; 8 – позднеюрские-меловые отложения Предверхоянского пояса; 9 – меловые вулканогенные отложения Охотско-Чукотского вулканического пояса; 10 – коллизионные гранитоидные массивы Главного пояса гранитоидов пояса Черского; 11 – региональные разломы; 12 – надвиги; 13 – прочие разломы; 14 – восточная граница Верхоянского пояса; 15 – восточная граница Яно-Охотского пояса; 16 – восточная граница Яно-Колымского пояса; 17 – восточная граница Черско-Полуосненского пояса; 18 – восточная граница Яно-Охотского пояса; 19 – наиболее крупные месторождения, рудопроявления, рудные поля и узлы; 20 – запасы и прогнозные ресурсы месторождений, в некоторых случаях, суммарно с потенциалом конкретных рудных полей или узлов; 21 – условный контур Яно-Колымской золотоносной провинции; цифры в кружках: 1- Адыча-Тарынская система взбросов, 2- Чаркы-Индибирский надвиг, 3- Чай-Юрьянский взброс.

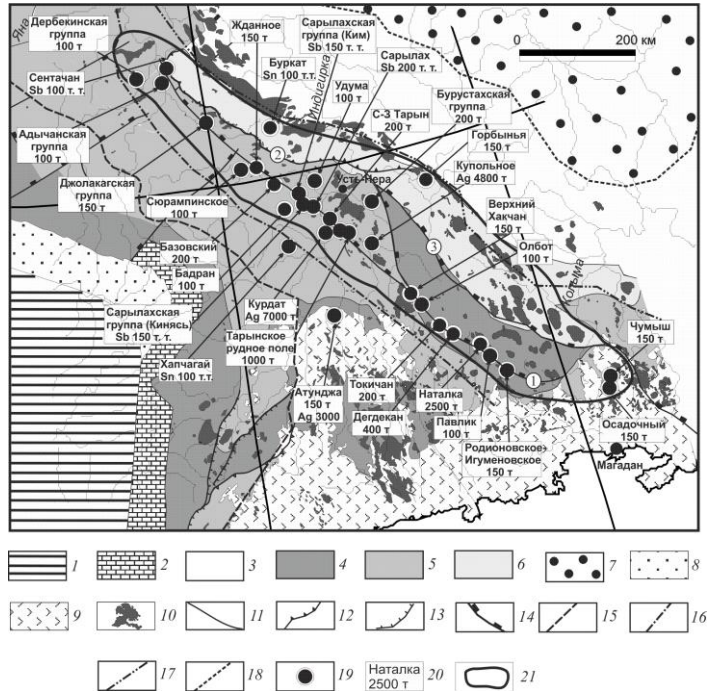
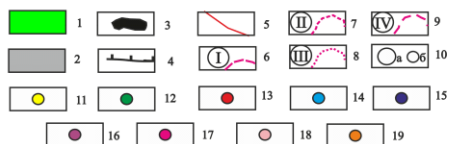
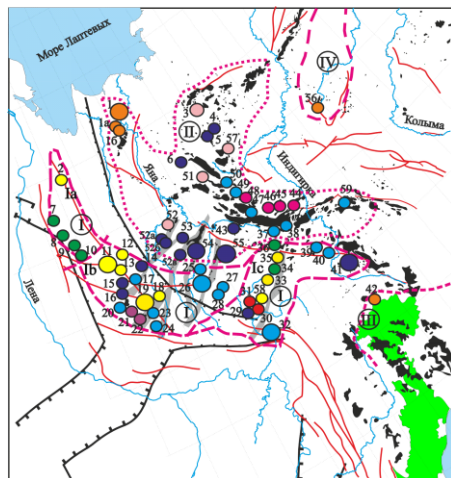


Рисунок 4

В настоящем исследовании все эти данные дополнены и обобщены. В пределах Верхояно-Колымской складчатой области локализованы две провинции – Западно-Верхоянская сереборудная и Яно-Индибирская сереброносная (рисунок 5), приуроченные к различным геотектоническим структурам и отличающиеся разным составом формационных рядов серебряного и серебросодержащего оруденения и различной внутренней структурой (зональностью) оруденения.



8-Менгелюченское, 9-Куоладинское, 10-Собопольское, 11-Кимпиче-Берелехское рудное поле (Скрытое, Берелехское, Промежуточное, Кимпиче), 12-Ветренное, 13-Болчогор, 14-Меникен, 15-Быйытта; 16-Хосское, 17-Березкинское, 18-Егор, 19-Мангазейское рудное поле (Бурное, Мухалканское, Мангазейское, Стержневое, Восточное, Мысовое, Нижнее-Эндыбалское, Безымянное, Порфириное, Вертикальное, Привет, Жильное), 20-Левое-Эчийское, Хадарыннинское, 21-Чочимбальское, 22-Кысылтасское, 23-Орогондя, 24-Болбукское, 25-Медвежье, 26-Прогноз, 27-Сюрприз, 28-Эгелях; Аллара-Сахский рудный узел (29-Право-Хунхадинское, Холоднинское, Брамин, 30-Ночка, 31-Хачакчан); 58-Верхнеимниканский рудный узел; 32-Верхне-Менкеченское, 33-Скалистое, 34-Заря, 35-Восточное, Вершинное, 36-Кестелен; 39-Курдат, 40-Вешнее, 41-Купольное; Яно-Индибирская сереброносная провинция – 1-Мастах, 1а-Кыллах, 1б-Альфа, 3-Укачиликан, 4-Булат, 5-Юбилейное, 6-Хастыр, 37-Дарпирчан, 38-Сюрюге, 43-Бургавли, 44-Авар, 45-Хотойдох, 46-Умба, 47-Восточное, 48-Этынское, 49-Агаткино, 50-Право-Докучанское, 51-Амандыкан, 52-Кестер, 52а-Хотон-Хая, 52б-Улахан-Эгелях, 52в-Быстрое, 53-Бургочан, 54-Илин-Тас, 55-Алыс-Хая, 57-Берендей; 59-Тас-Кыстабыт; Охотский сереброносный район – 42-Куйдусунская площадь; Белогорский сереброносный район – 56-

Сереброносные рудные районы и провинции Верхояно-Колымской складчатой области. Масштаб – 1:10 000 000. Составлен автором.

1 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 2 – поперечные ряды гранитоидных интрузивов; 3 – гранитоидные батолиты Главного и Северного поясов; 4 – среднепалеозойские погребенные рифты Вилюйско-Полуосненской системы; 5 – региональные разрывы; 6 – Западно-Верхоянская сереборудная провинция (Ia – северный фланг, Ib – центральная часть, Ic – южный фланг); 7 – Яно-Индибирская провинция (II); 8 – Охотский рудный район (III); 9 – Белогорский рудный район (IV); 10 – месторождения (а), перспективные рудопроявления (б) и их номера: Западно-Верхоянская сереборудная провинция – 2-Южное, 7-Верхне-Сынчинское,

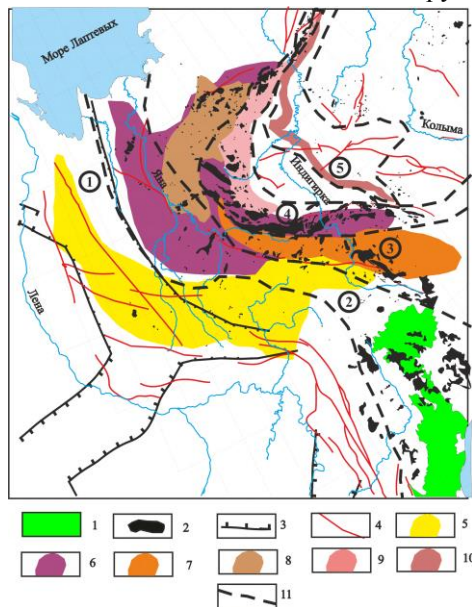
Зимнее; месторождения и проявления: 11 – собственно серебряной (сурьмяно-медно-серебряной) субформации серебро-сурьмяной формации; 12 – свинцово-сурьмяно-серебряной субформации серебро-сурьмяной формации; 13 – ртутно-серебряной субформации серебро-сурьмяной формации; 14 – серебро-полиметаллической формации; 15 – олово-серебро-полиметаллической субформации олово-серебряной формации; 16 – золото-серебро-полиметаллической формации; 17 – золото-серебро-колчеданно-полиметаллической формации; 18 – серебросодержащей полиметальной формации; 19 – золото-серебряной формации.

Рисунок 5

В общем случае, в западной части провинции наиболее широко распространены объекты серебро-сурьмяной формации, сопровождаемые метасоматитами аргиллизитового ряда. К востоку серебро-сурьмяное оруденение сменяется серебро-полиметаллическим с метасоматитами березитовой формации и далее олово-серебро-полиметаллическим оруденением, различных серебросодержащих формаций сопровождаемых пропилитизацией в вулканогенных толщах и грейзенизациями в терригенных. Продольная зональность выражена в смене объектов свинцово-сурьмяно-серебряной субформации на северном фланге провинции месторождениями и проявлениями сурьмяно-медно-серебряной субформации в центральной части и ртутно-серебряной субформации на южном фланге (рисунок 5).

Яно-Индибирская сереброносная провинция (рисунок 5), выделенная автором (Некрасов, 2011), охватывает северо-восточные части Яно-Охотского, Яно-Колымского поясов, центральную и северную части Черско-Полоусненского пояса. В пределах Яно-Индибирской провинции неизвестны объекты серебро-сурьмяной формации. Минеральные парагенезы, присущие рудам этой формации, фиксируются только на отдельных стадиях полистадийного процесса минералообразования. При этом, минерально-сырьевой потенциал серебра провинции практически не уступает таковому Западно-Верхоянской сереборудной провинции. Поперечная зональность оруденения Яно-Индибирской провинции выражена в преобладании в западной части (Яно-Охотский и Яно-Колымский пояса) оруденения серебро-полиметаллической и олово-серебро-полиметаллической формаций, а в восточной части (Черско-Полоусненский пояс) объектов серебро-колчеданно-полиметаллической формации (рисунок 5). Продольная зональность обусловлена сосредоточением объектов серебро-полиметаллической и серебро-колчеданно-полиметаллической формаций в юго-восточной и центральной частях провинции (фронтальная зона коллизии). В северо-восточной части провинции (периферийная зона коллизии) преобладает оруденение олово-серебро-полиметаллической и серебросодержащей полиметальной формаций (рисунок 5).

Платинометальное оруденение ВКСО изучено настолько фрагментарно, что нет оснований для выделения в пределах региона минерагенических единиц ранга провинции. Структурно-формационное и рудно-формационное районирование (Некрасов, 2004) демонстрирует общее совпадение потенциально платиноносных минерагенических единиц региона с его общим структурным планом и отражает приуроченность платиносодержащих рудных формаций к основным геолого-тектоническим структурным элементам ВКСО.



Минерагенические провинции Верхояно-Колымской складчатой области. Составлен автором. 1-4 – см. на рис. 5.1.; 5 – Западно-Верхоянская серебрянорудная провинция; 6 – Яно-Индиговская серебрянорудная провинция; 7 – Яно-Колымская золотоносная провинция; 8 – Верхояно-Колымская оловоносная провинция; 9 – Верхояно-Индиговская оловоносная провинция; 10 – полоса развития палеоген-неогеновых золотоносных конгломератов; 11 – границы геолого-структурных единиц Верхояно-Колымской складчатой области, цифры на схеме: 1 – Верхоянский складчато-надвиговый пояс, 2 – Яно-Охотский складчато-глыбовый пояс, 3 – Яно-Колымский складчато-надвиговый пояс, 4 – Черско-Полоусненский покровно-чешуйчатый пояс, 5 – Абыйская впадина.

Рисунок 6

средних и малых глубин формирования рудоносных флюидов коровой природы.

Оруденение в пределах Яно-Индиговской серебрянорудной и Верхояно-Колымской оловоносной провинций представлено серебро- и золотосодержа-

Неповторимый «минерагенический паспорт» региона на уровне крупных единиц ранга провинций, кроме трех перечисленных благороднометалльных, определяется наличием Верхояно-Колымской оловоносной и Верхояно-Индиговской оловоносной (включая объекты скарново-магнетитовой формации) провинций. В общем виде, все эти провинции с частичным перекрытием кулисообразно подстраивают друг друга по оси позднемезозойской внутриплитной коллизии (рисунок 6). Во внешней зоне коллизии (Западно-Верхоянская серебрянорудная провинция) преобладает низко- и средне-температурное оруденение

щими вольфрам-оловянными и комплексным редкометальными, полиметальными оруденением средних и высоких температур и умеренных глубин. В осевой зоне коллизии оруденение имеет контрастный характер.

В области компенсационного прогиба (Яно-Колымский пояс) сконцентрированы наиболее глубинные и высокотемпературные золото-кварцевые и золото-сурьмяные объекты Яно-Колымской золотоносной провинции и оловянные объекты Верхояно-Колымской оловоносной провинции. Для месторождений этой области характерны смешанные корово-мантийные изотопные метки. Зона тектонического скучивания – это область широкого развития малоглубинных высокотемпературных боратовых, боро-оловянных и железорудных месторождений и проявлений скарновой группы, образующих Верхояно-Индибирскую олово-бороносную провинцию. Наконец, центростремительная зональность по отношению к внутренней, относительно стабильной в тектоническом отношении зоне ВКСО (Колымо-Омолонский блок) подчеркивается региональным развитием золотоносных палеоген-неогеновых конгломератов Абыйской впадины. Латеральная зональность по отношению к фронтальной зоне коллизии выражена в размещении «центра тяжести» Западно-Верхоянской серебрянорудной и западной части Яно-Индибирской серебрянорудной провинций во фронтальной части внешней зоны (Верхоянский и Яно-Охотский пояса) коллизийной системы.

В осевой зоне коллизии (Яно-Колымский и Черско-Полоусненский пояса) «центры тяжести» минерагенических провинций смещены от фронтальной зоны коллизии к ее фланговым крыльям – к юго-востоку в Яно-Колымской золотоносной провинции и северо-востоку в Верхояно-Колымской оловоносной.

Таким образом, логика коллизии диктует вполне определенные минерагенические особенности и зональность оруденения. Обоснование наиболее крупных минерагенических единиц региона позволяет сформулировать второе защищаемое положение.

ГЛАВА 3. БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНАЯ МИНЕРАГЕНИЯ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ). ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РУДНО-ФОРМАЦИОННЫХ ТИПОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ

В данной работе, в общем, традиционно, все золоторудные объекты рассматриваются в составе двух групп – собственно золоторудных, и золотосодержащих. Наиболее общераспространенным классификационным подходом к типизации **собственно золоторудных объектов** является их группировка по соотношению единственного, учитываемого в ценности руд, полезного компонента, с вмещающей рудной и нерудной массой. Это три рудные формации: золото-кварцевая, золото-сульфидно-кварцевая и золото-сульфидная (золото-

мышьяковисто-сульфидной – по М.М. Константинову, 2006). Все наиболее значимые объекты **золото-кварцевой формации** сосредоточены в пределах Яно-Колымской золотоносной провинции (рисунок 4), где крупные объекты представлены объемными линейными или площадными штокверками. Месторождения и проявления **золото-сульфидно-кварцевой формации** довольно распространены в пределах региона, но подавляющее большинство из них имеют мелкие масштабы или представляют лишь минералогический интерес. Основу минерагенического районирования объекты этой формации составляют лишь в Южно-и Западно-Верхоянском сегментах Верхоянского пояса (**Нежданинское, Дуэт-Юрское, Аркачан**) и в Куларском сегменте Яно-Охотского пояса (**Ключус**) за пределами Яно-Колымской золотоносной провинции. В качестве примера таких объектов более детально рассмотрено оруденение Урасалахского (Куларский сектор) и Халдыкчанского проявлений (Черско-Полоусненский пояс). В последнем, ранние пирит-арсенопиритовая рудные ассоциации представлена пиритом и арсенопиритом двух генераций и редко отмечающимися ильменитом, галенитом, сфалеритом и тетраэдритом. Наиболее продуктивной является золото-халькопирит-сфалерит-галенитовая ассоциация, минералы которой тяготеют к зальбандам жил. Такие руды формируются из близнейтральных (рН - 4-8) растворов, на фоне постепенно снижающейся от 350 до 150°С температуры (Гамянин, 1974). Ранние рудные ассоциации формировались, вероятно, при Т около 500° С, при постоянной активности серы в растворе (Weissberg, 1970; Seward, 1973). Оруденение **золото-сульфидной** формации в пределах ВКСО проявлено, гораздо в меньшей степени. Среди рудопроявлений этой формации можно выделить объекты двух минеральных типов: золото-арсенопиритового (рудопроявление Морозовское) и золото-пиритового (Таамарское рудное поле) в Черско-Полоусненском поясе. Последнее мало изучено, но перспективы его значительны, т.к. в единичных неполных пересечениях мощных зон дроблений с кварцевым и пиритовым цементом содержания золота составляют 6,0-7,0 г/т на мощности от 7,09 до 20,0м.

Все золотосодержащие объекты, в которых наряду с золотом присутствуют значимые попутные компоненты (или, напротив, само золото является значимым попутным компонентом), «укладываются» в единый формационный ряд объектов - от золото-меднопорфировых до золотосодержащих ртутных, отражающий уменьшение глубинности рудоформирующих флюидов.

В пределах региона выявлены единичные проявления **золото-меднопорфировой формации**. Большинство проявлений можно лишь условно отнести к данной формации, т.к. недостаточно обоснованно само наличие медно-порфировой системы, отвечающей вполне конкретным геологическим, структурным, петрологическим, геохимическим и геофизическим критериям (Sil-

итое, 1975 и др.). Наиболее перспективными объектами являются проявления Берендей (Черско-Полоусненский пояс) и Порфиновый (Верхоянский пояс), где имеются признаки наличия меднопорфировой системы.

Примером объекта **золото-полиметальной формации** является рудопроявление Неннели (Черско-Полоусненский пояс). Помимо золота и серебра в промышленных концентрациях, в многочисленных линзующихся кварцевых жилах (до 6,0 м мощности) с медно-полиметаллическим оруденением фиксируются содержания олова – до 0,3%, кобальта - до 6%, никеля - до 1,1%, селена - до 0,18%, висмута - 0,1%, ртути - до 0,75%. Ранняя пирит-арсенопирит-леллингитовая ассоциация сформирована при $T=450-550^{\circ}\text{C}$. Халькопирит-сфалерит-галенитовая и золото-висмут-селен-арсенидные ассоциации, судя по содержанию пирротинового минерала в сфалерите, формировались при температурах $250-200^{\circ}\text{C}$ (Scott, 1971, 1973) и давлении флюидной фазы, достигавшем 3-5 кбар. Поздние золото-сфалерит-галенит-фрейбергитовая и серебро-сульфосольная ассоциации сформированы при $150-300^{\circ}\text{C}$, фугитивности серы - $10^{-15}-10^{-12}$ атм. и pH растворов, равной 4-6.

Все объекты **золото-сурьмяной формации** локализованы в пределах Яно-Колымской золотоносной провинции. Здесь выделяются два уникальных в своем типе месторождения Сарылахское и Сентачанкое, несколько недоизученных объектов – Ган-Андреевское, а также рудопроявления северо-западной части Сарылахского рудного узла – Киньясь и Ким по своему ресурсному потенциалу также соответствуют крупным месторождениям.

В пределах ВКСО объекты **золото-сурьмяно-ртутной и золото-ртутной формаций** образуют практически непрерывный ряд от золоторудных проявлений с резко подчиненной сурьмяной и ртутной минерализацией до золото-сурьмяно-ртутных и ртутных с резко подчиненной золоторудной минерализацией. В пределах Селенняхского сегмента Черско-Полоусненского пояса Au-As-Sb-Hg оруденение связано с джаспероидами (карлинский тип) и сосредоточено в Селенняхской металлогенической зоне (Арбат, Малыш, Пологое, Гал-Хая).

Даже удивительно, насколько бедна Верхояно-Колымская складчатая область проявлениями **золото-серебряной формации**. Исключение составляют золото-серебряные месторождения Центрально-Омолонского рудного района Кубака и Биркачан. Несколько проявлений выявлены в Куларском сегменте Яно-Охотского пояса (Мастах, Альфа и др.). Проявление Зимнее локализовано в позднемеловых вулканитах Белогорского пояса в Алазейском сегменте ВКСО.

В пределах Западно-Верхоянской сереброрудной и Яно-Индибирской сереброносной провинций ВКСО, известны месторождения и проявления всех

сереброрудных и серебросодержащих формаций за исключением серебро-арсенидной и серебро-сульфидной. Месторождения и проявления сереброрудных и серебросодержащих формаций рассматриваемого региона образуют практически непрерывный формационный ряд от вольфрам-оловорудных и оловорудных серебросодержащих месторождений через олово-серебро-полиметаллические, серебро-полиметаллические, до серебро-сурьмяных различных субформаций и ртутных серебросодержащих объектов. Особенностью сереброрудного оруденения ВКСО является отсутствие классических месторождений олово-серебряной формации (типа Потоси), столь характерных для Андийского сектора Тихоокеанского пояса.

Все месторождения и рудопроявления **серебро-сурьмяной формации** сосредоточены в Западно-Верхоянской сереброрудной провинции ВКСО. В составе серебро-сурьмяной формации обычно выделяются медно-висмут-серебряная, свинцово-сурьмяно-серебряная и ртутно-серебряная субформации. При этом, для данного региона представляется целесообразным, уточнить название медно-висмут-серебряной субформации и, в применении к ВКСО, рассматривать ее как медно-сурьмяно-серебряную. Уточнение лишь подчеркивает почти полное отсутствие в рудах висмутовых сульфосолей ряда тетраэдрит-аннивит, что в свою очередь, подчеркивает более низкую температуру рудообразования.

Необходимо отметить, что только объекты **медно-сурьмяно-серебряной субформации** региона являются собственно серебряными, где извлекаемая ценность определяется только серебром. Это месторождение Кимпиче, проявление Стержневое Мангазейского рудного поля, Южное, Егор и др. Проявления **свинцово-сурьмяно-серебряной субформации** локализованы в составе Западно-Верхоянской провинции преимущественно в пределах Верхоянского пояса (проявления Верхне-Сынчинское, Менгелюченское, Куоландинское и Собопольское, Безымянное Мангазейского рудного поля – рисунок 5), а также в Яно-Охотском поясе – но только в пределах Томпо-Делиньинской зоны (проявления Заря, Кестелен – рисунок 5). Все объекты **ртутно-серебряной субформации** сосредоточены в пределах Аллара-Сахского рудного узла Томпо-Делиньинской металлогенической зоны и представлены проявлениями **Хачакчан, Холоднинское** Хачакчанского рудного поля и рудопроявлением **Ночное** (рисунок 5).

Месторождения и проявления **серебро-полиметаллической формации** определяют основной металлогенический потенциал серебра Верхояно-Колымской складчатой области. Все они локализованы в пределах Западно-Верхоянской провинции. Сюда входят объекты, имеющие статус

месторождений. Это Прогноз, Верхне-Менкеченское и Вертикальное Мангазейского рудного поля. Общие запасы их превышают 16 тыс. т серебра. Прогнозные ресурсы серебра высоких категорий в рудах данной формации только Мангазейского рудного поля превышают 25 тыс. т. Руды **золото-серебро-полиметаллической формации** установлены в центральной части Западно-Верхоянской провинции в пределах Чочимбалльского и Кысылтасского рудных полей Нюектаминского рудного узла (Костин, 2001; Костин, Денисов, 2007; Некрасов, 2004). По извлекаемой ценности доли золота, серебра и суммы полиметаллов в рудных телах примерно равны. В пределах рудных зон фиксируется телескопирование минеральных парагенезов золото-кварцевой, золото-сульфидной, серебро-полиметаллической и полиметаллической формаций. Месторождения и проявления **олово-серебро-полиметаллической субформации олово-серебряной формации** широко распространены в пределах Яно-Индибирской провинции и локально в Западно-Верхоянской провинции (рисунок 5). Это – месторождение Купольное, Меникенское рудное поле в Западно-Верхоянской провинции и др.

Все **серебросодержащие объекты** ВКСО локализованы в пределах Яно-Индибирской провинции, где они ассоциируют с коллизионными гранитоидами поперечных рядов, а также с образованиями вулканоплутонического пояса Черского. Это проявления **серебро-колчеданно-полиметаллической формации** (Хотойдох, Этынское и др. – рисунок 5) типа «куроко»; месторождения и проявления **серебро-полиметаллической формации** (Укачилкан, Кестер и др.), отличительной особенностью которых является преобладание или присутствие руд редких металлов (олова, вольфрама, висмута, кобальта, тантала, ниобия).

В пределах ВКСО установлены признаки ряда платиноносных формаций (таблица 1). Одна группа формаций связана с базит-ультрабазитовыми комплексами Черско-Полоусненского пояса. Содержания суммы МПП составляют от первых сотых до 1,1 г/т. В рудах платиносодержащей титаномагнетитовой формации установлено единичное зерно поликсена. К малосульфидной платинометаллической формации, возможно, относится сульфидизированные габбро Илин-Тасского пояса, в которых содержание МПП составляет 10,0 г/т. Другая группа платиносодержащих формаций связана с черносланцевыми толщами, золото-рудными и золото-сурьмяными и серебро-полиметаллическими месторождениями и сопровождающими их березитами в черносланцевых и терригенных породах (таблица 1). Концентрации суммы МПП (при преобладании Pd) составляют от 0,03 до более 50,0 г/т. Высокими содержаниями отличаются березиты (до

14,5 г/т). В ручье Соревнование, дренирующем Сентачанское рудное поле в шлихах обнаружены зерна золото-палладиевого интерметаллида – порпечита.

Сравнительная характеристика проявленности оруденения основных благороднометалльных формаций крупных геолого-структурных элементов литосферы и ВКСО показана в таблице 1. Выявленные индикаторные и «сквозные» формации ВКСО показаны в таблице 2.

ГЛАВА 4. ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ. УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУДНЫХ УЗЛОВ. ПОЛЕЙ, МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНЫХ ПРОВИНЦИЙ РЕГИОНА

В главе приводятся модели золоторудных объектов Яно-Колымского складчато-надвигового пояса, причем, выбраны те, которые сосредоточены за пределами и на северном, наименее изученном фланге Яно-Колымской золотоносной провинции.

Богатые рудные тела проявления Ветвистое (Черско-Полоусненский пояс) золото-редкометалльной группы (золото-висмутового минерального типа) связаны с поздней мальдонит-висмут-сульфотеллуридной ассоциацией. Образование богатого рудного «столба» можно связать, во-первых, с быстрым падением температуры рудообразования с 250-300°C, до 150-180°C, что подчеркивается пространственным совмещением ранней и поздней минеральных ассоциаций; во-вторых - со специфическим характером рудоносных растворов полиметалл-щелочно-кремне-кислотного профиля, обогащенных сурьмой, мышьяком и висмутом (Некрасов, Диман, 1989). Физико-химические условия формирования руд не позволяют сделать выводов о полихронности процесса рудообразования. Руды сформированы в один этап и представлены всего двумя минеральными ассоциациями. Такой характер золотого оруденения вообще характерен для северо-восточной части Яно-Колымского пояса (Туостахская и Полоусненская антиклинорные структуры), где известны десятки мелких золоторудных объектов но не выявлено, ни одного объекта даже среднего по масштабам оруденения.

Все средние и крупные объекты золото-кварцевой формации в пределах Яно-Колымской провинции группируются в градиентных зонах системы Адыча-Тарынского разлома.

Таблица 1

Сравнительная проявленность благороднометалльных рудных формаций крупных континентальных плит, внутренней и внешней зон Тихоокеанского подвижного пояса и Верхояно-Колымской складчатой области (ВКСО). Составлена автором.

Формация, субформация	Крупные континентальные плиты	Внутренняя зона Тихоокеанского подвижного пояса	Внешняя (приконтинентальная) зона Тихоокеанского пояса	Верхояно-Колымская складчатая область	Особенности минератени ВКСО
1	2	3	4	5	6
Золоторудные и золотосодержащие формации:					
Золото-кварцевая формация	+	+-	+	+	Определяет минератенический «облик» ВКСО
Золото-сульфидно-кварцевая	+	+-	+-	+-	
Золото-сульфидная	+	+-	+-	+-	Лишь один потенциально крупный объект – Таамарское проявление. Общие перспективы – не высокие
Золото-меднопорфировая	+-	+	+	+-	Перспективы неясны из-за слабой изученности
Золото-полиметалльная	+	-	+-	+-	Высокие концентрации Co, Ni, редких металлов
Золото-сурьмяная	+	+-	+	+	Определяет минератенический «облик» ВКСО
Золото-сурьмяно-ртутная	+	+-	+	+-	Перспективы неясны из-за слабой изученности

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Золото-серебряная	+ -	+	+	- +	Общие перспективы неясны. Вероятность открытия крупных объектов – низкая
Формация золотоносных конгломератов	+	-	-	+	Потенциально, одна из ведущих формаций ВКСО
Сереборудные и сербросодержащие					
Сурьмяно-медно-серебряная субформация сербиро-сурьмяной формации	+	- +	- +	+	Широкое распространение объектов формации, в том числе уникальных по качеству руд – характерная особенность сербироудной минерагении ВКСО
Свинцово-сурьмяно-серебряная субформация сербиро-сурьмяной формации	+			+	
Ртутно-серебряная субформация сербиро-сурьмяной формации	+			+	
Серебро-полиметаллическая	- +	-	- +	+	Определяет минерагенический «облик» ВКСО
Золото-серебро-полиметаллическая	- +	+ -	+ -	+ -	Вероятно, типоморфная для ВКСО
Платинометалльные формации:					
Сульфидная платиноидно-медно-никелевая	+	- +	- +	- +	Только единичные пункты минерализации
Малосольфидная медь-никельсодержащая и малосульфидная платинометаллыга	+	-	-	- +	Только единичные пункты минерализации
Платиносодержащая хромит-титаномагнетитовая и платиносодержащая титаномагнетитовая	+	- +	- +	- +	Единичные проявления

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Платиносодержащая хромитовая	+-	-+	-+	-	Теоретические предпосылки. Перспективы низкие
Платиносодержащая золотосурьмяная и палладий-золотокварцевая	+	-	-+	-+	Высокие концентрации МПГ в околорудных бережитах
Платиносодержащие: серебро-полиметаллическая, молибден-медно-порфировая, полиметаллическая	+	-+	-+	-+	Установлены в крупнейших объектах ВКСО, но концентрации низкие.
Алловиальных и прибрежно-морских россыпей	+	+	+	-	Теоретические предпосылки. Перспективы неясны из-за слабой изученности

+ - широкое распространение, включая суперконцентрации (месторождения-гиганты), определяют минералогический облик крупных тектонических единиц;

+/- - распространены, определяют облик минералогических, провинций, районов и зон в составе крупных тектонических единиц,

либо представлены отдельными крупными объектами;

-+ - локально распространены, представлены, как правило, рудовыми по масштабам объектами, но иногда с уникальными кон-

центрациями полезного ископаемого

- - не характерны, или представлены единичными рудовыми объектами.

Таблица 2
Сравнительная минералогия Верхояно-Колымской складчатой области на рудно-формационной основе. Составлена автором.

<p>Широко распространенные формационные ряды, семейства и рудные формации, являющиеся основой наиболее крупных минералогических единиц - провинций</p>	<p>Локально распространенные формационные ряды, семейства и рудные формации</p>	<p>Формации отсутствуют или проявлены только на уровне поисковых признаков</p>
1	2	3
<p>Индикаторные формации континентальных плит (континентальный минералогический профиль)</p>		
<p>Общая минералогия</p>		
<p>Полный ряд вольфрам-оловорудных формаций. Четвертичные вольфрамит-шеелит-касситеритовые россыпи. (Верхояно-Колымская оловоносная провинция). Скарново-магнетитовая формация в контактах коллизионных гранитоидов.</p>	<p>Угольные бассейны. Формации: молибден-урановая, железистых кварцитов, меденосных базальтов, стратиформная свинцово-цинковая. Редкоземельно-цинковая (редкоземельная) в колцевых многофазных щелочно-ультраосновных массивах.</p>	<p>Нефтегазоносные перспективные площади. Хромитовая в ультрабазитах. Марганцевоносные осадочная и метаморфогенная. Бокситоносная. Формационный ряд урановых месторождений. Колчеданная формация энзалических островных дуг. Формационные семейства редкометалльных месторождений в пегматитах и карбонатитах Алмазосных формаций. Формации эпиконтинентальных осадочных бассейнов (солёноносная, каврцевых песков, каолиновых глин и др.).</p>
<p>Благороднометалловая минералогия</p>		

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>Золото-кварцевая и золото-сульфидно-кварцевая. Четвертичные золотые россыпи. (Яно-Колымская золотоносная провинция). Палеоген-неогеновые золотоносные конгломераты Абыйской впадины. Серебряно-сурьмяная и серебро-полиметаллическая формации в терригенных толщах (серебро, свинец, цинк, медь, сурьма). Верхоянская сереброрудная провинция. Платиносодержащая</p>	<p>Золото-сульфидная. Золото-серебряная. Золото-медно-порфировая. Золото-содержащая полиметаллическая. Серебросодержащая полиметаллическая.</p>	<p>Золото-железистая. Золото-урановая. Древних золотоносных конгломератов. Серебро-сульфидная (пятиэлементная). Платинометаллические в колцевых щелочн-ультраосновных и расслоенных базит-ультрабазитовых комплексах. Сульфидная платиноидно-медно-никелевая. Малосульфидная медь-никельсодержащая. Малосульфидная платинометаллическая. Платиносодержащие</p>
<p>золоторудная формация в черносланцевых и терригенных толщах.</p>		<p>хромит-титаномагнетитовая и титаномагнетитовая. Платиносодержащая полиметаллическая в черных сланцах. Платино-золотосодержащая полиметаллическая.</p>
Индикаторные формации Тихоокеанского пояса (океанический минерогенный профиль)		
Общая минерация		
-	«Удаленная» шеелитоносная формация в скарнах и скарноидах	Хромитовая в офиолитовых комплексах.
Благороднометаллическая минерация		
-	Золото-серебряная. Золото-медно-порфировая. Серебро-колчеданно-полиметаллическая.	Платинометаллическая в офиолитовых комплексах. Прибрежно-морских россыпей МПР.
«Сквозные» индикаторные формации трансконтинентальных зон высокой проницаемости литосферы		

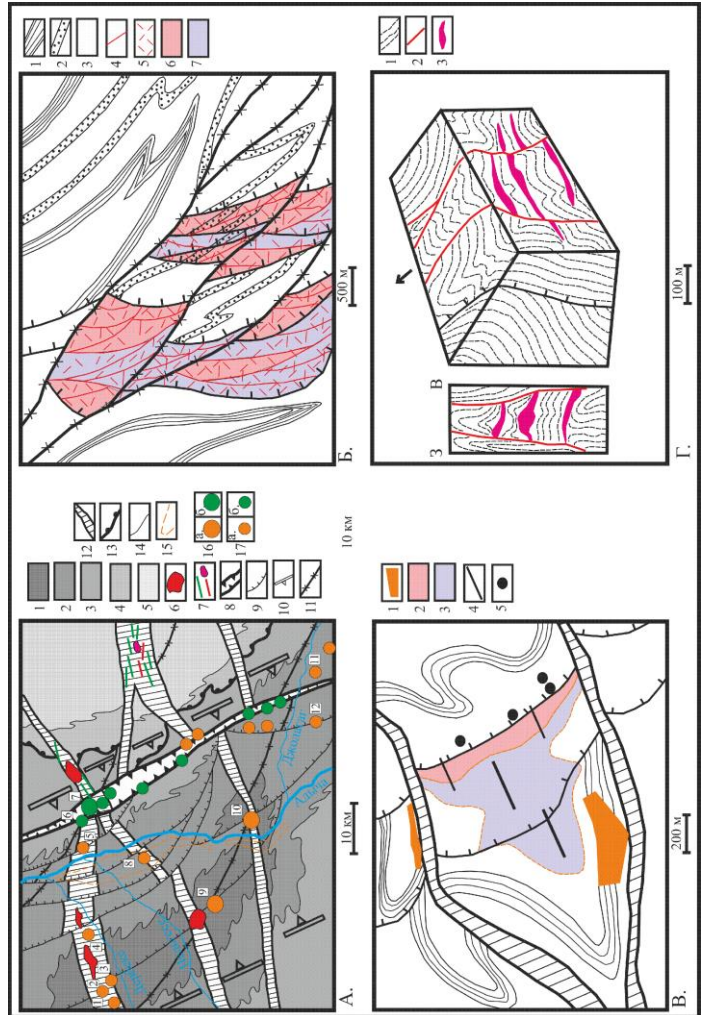
1	2	3
«Сквозные» индикаторные формации трансконтинентальных зон высклї проницаемости литносферы		
Общая минералогия		
Семейство сурьмяно-ртутных формаций (сурьмяная, сурьмяно-ртутная, ртутная)	Вольфрам-молибден-медно-порфирировое семейство формаций.	Семейство колчеданных формаций энзиматических островных дуг
Благороднометаллическая минералогия		
Золото-сурьмяная	Золото-ртутная (карлинский тип).	Золото-железо-медно-полиметаллическое семейство формаций в шошонитовых комплексах
Индикаторные формации пограничных зон между континентами и Тихоокеанским поясом		
Общая минералогия		
Боро-оловянная редкометаллическая	Касситерит-кварцевая	Железооксидно-золото-медное семейство формаций
Благороднометаллическая минералогия		
Олово-серебро-полиметаллическая, серебро-полиметаллическая	-	Золото-порфирировые. Олово-серебряная

В северо-западном крыле Адыча-Тарынской системы разломов развита система листрических сбросов, сопряженных с шовной зоной разлома (рисунок 7). Листрические сбросы контролируют значительное число объектов провинции (Павлик, Декдеканское, Наталкинское, Верхний Хакчан, Мало-Тарынское Полярник, Делювиальное (рисунок 7.А). На участках сближенных систем листрических сбросов сформированы объемные, крупные (Делювиальное, Полярник в Адычанской структуре – рисунки 7.Б, В) и гигантские (Наталкинское) месторождения и проявления. В юго-восточном (висячем) крыле системы Адыча-Тарынского разлома наблюдается система субпараллельных шовной зоне крутых взбросов, являющихся рудоконтролирующими и рудовмещающими (рисунок 7.Г). Важнейшую рудоконтролирующую роль в формировании структур рудных узлов, полей и объемных штокверковых рудных тел играют разломы диагональной (юго-восточного простирания) и поперечной, субширотной (Вилюйско-Полосуенской систем). Диагональные системы разломов контролируют зоны повышенного регионального метаморфизма пород (до начальной ступени амфиболитовой фации) и, вероятно, определяют положение участков березитизированных пород на сочленении с разломами Адыча-Тарынской системы. Крупные по масштабам оруденения, объемно штокверковые объекты часто имеют признаки полихронного генезиса, что выражено в регенерации оруденения. Из рассматриваемых в данном разделе объектов таким примером является Делювиальное (рисунок 7.Б).

Среди объектов Западно-Верхоянской сереброрудной провинции установлены как месторождения и проявления терминальных членов ряда базовых формаций, которые являются монохронными и моногенными (Кимпиче), так месторождения и проявления сочетающие в себе черты нескольких формационных типов (Меникен). Наконец, такие гиганты, как Мангазейское рудное поле (с ресурсным потенциалом серебра по разным оценкам – от 40 до 80 тыс. т) обладают признаками объектов сложного – полигенного и полихронного генезиса, подобно крупным золоторудным объектам региона.

Кимпиче-Берелехское рудное поле, вмещающее месторождение Кимпиче, локализовано в ядерной части Имтанджинской гребневидной антиклинали (пластины), ограниченной взбросо-надвигами системы Верхоянского разлома. Шарнир Имтанджинской антиклинали ундулирует в северо-западном направлении. Рудное поле с севера и юга ограничено субширотными взбросами Эге-Хайской системы разломов, контролирующей одноименный поперечный ряд гранитоидных интрузий и ступенчатое погружение шарнира антиклинали в северном направлении.

Условия локализации золоторудных объектов Яно-Колымской золотоносной провинции в зоне влияния Адыча-Тарынского разлома. Составлен автором. Рис 7.А. Схема размещения золоторудных и золото-сурьмяных объектов перспективной площади для поисков крупно-объемных золоторудных объектов на участке максимального «воздымания» Адычанской антиклинорной структуры Яно-Колымского складчато-надвигового пояса. Составлен с использованием материалов В.Н. Соловьева и Р.Г. Султанаева (ОАО «Янгеология») 1 – среднеюрские отложения. Песчаники с пластами алевролитов; 2 – нижнетриасовые отложения. Алевролиты и аргиллиты с редкими прослоями песчаников; 3 – верхнетриасовые отложения норийского яруса. Алевролиты и аргиллиты с пластами песчаников, редкими в верхней части разреза; 4 – верхнетриасовые отложения карнийского яруса. Аргиллиты и алевролиты с прослоями песчаников и пачками чередования аргиллитов, алевролитов и песчаников; 5 – среднетриасовые отложения ладинского яруса. Алевролиты и аргиллиты с прослоями песчаников; 6-7 – магматические комплексы «поперечных» рядов: 6 – биотитовые, амфибол-биотитовые и двуслюдяные граниты; 7 – дайки амфиболовых долеритов, лампрофиров, дайки и штоки гранодиорит-порфиров; 8 – шовная зона Адыча-Тарынского разлома; 9 – оперяющие листрические



9 – оперяющие листрические

сбросы зоны Адыча-Тарынского разлома; 10 – границы зоны Адыча-Тарынского разлома; 11 – взбросо-сдвиги «диагональной» Собопольской системы разломов; 12 – взбросы «широтной» Вилкойско-Полуосненской системы разломов; 13 – Чаркы-Индигорский надвиг; 14 – геологические границы; 15 – контур крупной террасовой россыпи р. Адыча; 16 – месторождения и крупные проявления а. – золото-кварцевой; б. – золото-сурьмяной формаций; 17 – недоизученные проявления: а. – золото-кварцевой; б. – золото-сурьмяной формаций; номера на схеме: 1-4 – Дербекинская группа проявлений (1- Хоспох; 2- Роговиковый; 3 – Галечный; 4 – Эннербит, Дионис); 5- Лазо-Рудное; 6 – Марковское; 7 – Сентачан; 8- - Лазо-Терраса; 9 – Делювиальное; 10 – Полярник; 11 – Ганн-Андреевское; 12 – Наледное. Рис. 7.Б. Схематический структурный план рудопроявления Делювиальное. Составлен по материалам В.Н. Соловьева и Р.Г. Султанаева (ОАО «Янгеология») с изменениями автора. Пакеты тонкого переслаивания песчаников и алевролитов; 2 – пласты песчаников; 3 – верхнеладинские алевролиты и аргиллиты; 4 – кварцевые жилы и зоны прожилкования субсогласные с разрывами Адыча-Тарынской системы разломов; 5 – тонкое неориентированное сульфидно-кварцевое прожилкование; 6 – блоки со средними содержаниями золота – 1,6-2,4 г/т; 7 – блоки со средними содержаниями золота – 0,8-1,5 г/т. Остальные условные обозначения – см. на рис. 13.А. Рис. 7.В. Схематический структурный план рудопроявления Полярник. Составлен с использованием материалов А.Н. Вишневого, Р.Г. Султанаева (ОАО «Янгеология»). 1 – контуры богатых отработанных террасовых россыпей; 2 – рудное тело с средним содержанием золота – 2,3 г/т; 3 – контур со средними содержаниями золота – 0,9-1,2 г/т; 4 – каналы; 5 – скважины. Остальные условные обозначения – см. на рис. 7. А. и Б. Рис. 7. Г. Блок-диаграмма и схематический разрез по месторождению Дразное. Составлен А.В. Крючковым и Н.Н. Крючковой (2010ф) с изменениями автора. 1 – плотные березитизированные мелкозернистые алевролиты верхнего подъяруса норийского яруса (зона *Monotis scutiformis*) – рудовмещающая пачка; 2 – рудовмещающие разрывы системы Адыча-Тарынского разлома; 3 – субсогласные рудные тела.

Рисунок 7

Разломы Собопольской системы контролируют развитие зон максимального регионального метаморфизма. Такие зоны повышенной проницаемости флюидов являются рудовмещающими. Сочетание разрывных систем обуславливают скошено ромбовидную структуру рудного поля в плане.

Меникенское рудное поле интересно своим размахом вертикальной зональности оруденения и является модельным объектом в плане выявления общей вертикальной зональности сереборудных и серебросодержащих объектов (рис. 8).

Мангазейское рудное поле локализовано в зоне одной из ветвей Верхоянского разлома – Нюектаминской системы северо-западного простирания, субсогласной простиранию складчатых структур.

Обобщенная модель локализации сереборудных и серебросодержащих объектов Верхояно-Колымской складчатой области на основе разреза по олово-серебро-полиметаллическому рудопроявлению Меникен (центральная часть Западно-Верхоянского сегмента Верхоянского складчато-надвигового пояса). Составлен автором. 1-9 – терригенные по-роды верхоянского комплекса; 1-6 – триасовая система; 1-2 – средний отдел: 1 – нарынская свита, средняя подсвита – алевролиты с отдельными пакетами песчаников; 2 – нарынская свита, нижняя подсвита – песчаники с редкими пакетами чередования алевролитов и песчаников; 3-6 – нижний отдел; 3- усманьчевская свита – песчаники с пакетами чередования песчаников и алевролитов, в кровле – пачка алевролитов; 4 – мономская свита – аргиллиты, алевролиты с единичными пластами песчаников; 5-6 – талахская свита: 5 – верхняя подсвита – песчаники с отдельными пластами алевролитов и пакетами чередования алевролитов и песчаников; 6 – нижняя подсвита – алевролиты, аргиллиты, с редкими пластами песчаников; 7-9 – пермская система, верхний отдел; 7-8 – дулгалахская свита: 7 - верхняя подсвита – песчаники с пакетами чередования песчаников и алевролитов и редкими пластами алевролитов; 8 – нижняя подсвита – алевролиты, реже аргиллиты с отдельными пакетами песчаников и пакетами чередования песчаников и алевролитов; 9 – деленжинская свита, верхняя подсвита – песчаники с пакетами чередования алевролитов и песчаников; 10 – позднеюрские-раннемеловые гранитоиды; 11 – малые интрузии диоритов; 12 – дайки основных лампрофиров, диоритовых порфиритов; 13 – песчаники, преимущественно среднезернистые с прослоями алевролитов; 14 – песчаники, преимущественно мелкозернистые с прослоями алевролитов; 15 – алевролиты, аргиллиты с прослоями песчаников; 16 – контактово-метаморфизованные породы; 17 – зона развития метасоматитов аргиллизитовой формации; 18 – зона развития метасоматитов березитовой формации; 19 – зона развития метасоматитов грейзеновой формации; 20 – наблюдаемое гравитационное поле (в условных единицах); 21 – наблюдаемое магнитное поле (в условных единицах); 22 – условные границы диапазонов развития различных по глубинности и удаленности (от магматических очагов) сереборудных и серебросодержащих формаций, отражающие общую этажность оруденения; 23 – разломы; 24 – геологические границы; 25 – места взятия штуфных проб; 26 – каналы и их номера; 27 – местоположение в этажности и вертикальный размах оруденения конкретных объектов; 28 – данные опробования каналов и анализов штуфных проб – сверху вниз: мощность опробованного интервала; содержания: серебра (г/т), свинца (%), цинка (%), олова (%).

Рисунок 8.

Второй зоной глубинного разлома, контролирующей размещение магматических тел и оруденения является группа Северо-Тирехтяхских субширотных разрывов. На общую картину закономерностей локализации серебряного и серебро-полиметаллического оруденения, накладывается асимметричная концентрическая зональность, связанная с погребенным выступом гранитоидного интрузива, в наиболее приподнятой части которого расположен Эндыбальский субвулкан. (Некрасов, 2017) Нюктаминская система разломов определяет западную и восточную границы рудного поля. Северная и южная границы кон-

тролируются субширотными швами Северо-Тирехтяхской системы разломов. В строении Мангазейского рудного поля принимают участие позднепалеозойские терригенные породы, слагающие открытую, асимметричную, стулообразную Эндыбальскую антиклиналь. В пределах рудного поля фиксируется оруденение нескольких этапов и телескопирование золото-кварцевого редкометального, золото-сульфидного, золото-медно-порфирового, олово-серебро-полиметаллического, серебро-полиметаллического и серебро-сурьмяного оруденения (рисунок 9). На последнем неотектоническом этапе формирования структуры рудного поля на верхний гипсометрический уровень выведены объекты серебро-сурьмяной формации с образованием обратной (инверсионной) зональности оруденения. На примере Мангазейского рудного поля можно сформулировать следующие общие выводы: для обоснования полихронности объекта недостаточно ссылок на внутрирудные брекчии. Необходимы свидетельства значительного временного разрыва между этапами; полигенность месторождения может быть обоснована в случаях либо пространственного совмещения и (или) телескопирования руд различных геолого-генетических типов, либо наложения друг на друга генетически различных процессов в пределах месторождения.

Модельные признаки разноранговых металлогенических единиц (рудный узел – рудное поле – месторождение), обобщены в таблицах 3-4. Анализ геолого-структурной позиции и процесса рудообразования благороднометальных объектов Яно-Колымской золотоносной и Западно-Верхоянской сереборудных провинций позволяет сделать вывод о полихронности и полигенности оруденения крупных месторождений, отражен в четвертом защищаемом положении.

ГЛАВА 5. ПЕРСПЕКТИВЫ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО И СЕРЕБРО В ПРЕДЕЛАХ ОСНОВНЫХ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНЫХ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ТАКСОНОВ РЕГИОНА

Минерально-сырьевой потенциал выявленных объектов **Яно-Колымской золотоносной провинции** оценен достаточно полно (Михайлов и др., 2008, 2010).

Следует учесть также около 4000 тонн уже извлеченного россыпного золота. Ежегодный прирост запасов и прогнозных ресурсов высоких категорий в пределах провинции составляет 100-200 т, а значит возможности наращивания минерально-сырьевой базы золота далеко не исчерпаны. Современный потенциал рудного золота Яно-Колымской золотоносной провинции составляет око-

Таблица 3
 Позднепалеозойские-позднемезозойские процессы формирования золотого и серебряного оруденения ВКСО

Эпохи	Этапы (млн. лет)	Процессы					Рудогенез
		Структуро-образование	Осадко-накопление	Магматизм	Матамор-физм	Гидротермально-мета-сомати-ческие изменения	
1	2	3	4	5	6	7	8
Кон-се-ди-мен-таци-онная	Пред-руд-ной под-го-товки (С ₁ -J ₂ – 325-164)	Окраинно-континентальный рифтогенез, разломы, контролирующие структурно-фациальные зоны палеобассейна и определяющие участки деятель-ности подадных гидротерм	Авандельтовые и склоновые фации с гори-зонтами черно-сланцевых ме-таллоносных осадков	Силы базаль-тов, базальто-вые гайоты, горизонты туфогенных пород	Консолидация осадков, вплоть да метаморфизма филлитовой фации	Рассеянная пирри-зация в черно-сланцевых гори-зонтах. Кварце-вые жилы аль-пийского типа в песчаниках и гравелитах	Сингено-тичные Конкре-ции пирита и черносланцевые горизонты с аномальными концентрация-ми металлов
Кол-ли-зион-ная	Ран-ний руд-ный (J ₃ -K ₁ -155-115)	Линейное и ко-робчатое склад-кообразование. Формирование взбросов, надви-гов, чешуй, от-дельных тектони-ческих покровов, тектоно-гравитационного меланжа	Терригенное осадконакоп-ление в ло-кальных про-гибах	Дайки базаль-тоидов, ламп-рофиров, ма-глы интрузии гранитоидов повышенной основности, гранитоидные батолиты	Региональный метаморфизм элениослан-цевой и ам-фибрито-вой фаций, кон-тактовый ме-таморфизм	Пропилитиза-ция, грейзени-зация кварц-пирит-серици-товой фации, березитизация стадии кислот-ного выщела-чивания	Ранние золото-висмутовые, олово-серебряные и блеклорудно-полиметалли-ческие Рудные парагенезы

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Коллизионная	Поздний рудный (K ₁ -K ₂ – 115-70)	Формирование систем литрических сбросов, оперяющих осевые рудные зоны рудомещающих разломов	Преграждение	Гранитоидные батолиты, ультракислые дайки, штоки, трубки взрыва	Контактовый метаморфизм	Березитизация стадий кислотного выщелачивания и субщелочной, аргиллизация	Золото-кварцевый, золото-сульфидно-кварцевый, серебро-сульфосольный, серебро-полиметаллический парагенезы
	Пострудный (K ₂ -Pg1-60-70)	Формирование мелких разрывов, незначительно мешающих участкам рудных тел	Дайки бимодальной серии: риолиты и базальтовые порфириты	Локальный контактовый метаморфизм	Карбонатизация	Отсутствует	Дайки бимодальной серии: риолиты и базальтовые порфириты
Орогенная	Гипергенный (Pg1-Pg3 – 55-25)	Формирование площадных и линейных кор выветривания	Рыхлые отложения межгорных впадин	Отсутствует	Отсутствует	Формирование зон окисления по рудным телам	Зоны окисления по рудным телам, часто с богатыми рудами
	Неогекто-нический (N1-Q1 – 20-1)	Нарушение рудной зональности блоковой тектонической, куполообразной («сплывание» грпнитов).	Рыхлые отложения, часто маскирующие рудные тела	Отсутствует	Отсутствует	Формирование каолинит-монтмориллонитовых глин, зон ожелезнения	Отсутствует

Примечание. Таблица составлена автором по макету, разработанному А.И. Ивановым (2010).

Прогнозно-поисковые модели благороднометалльных золоторудных узлов, полей и месторождений ВКСО

Объект прогноза	Прогнозно-поисковые критерии
1	2
Рудный узел	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие нескольких продуктивных стратоуровней терригенных отложений верхоянского комплекса 2. Наличие выходящих на поверхность или скрытых на глубинах до 1км гранитоидов. Наличие контрастных градиентных зон связанных с круглым погружением кровли интрузивов и (или) глубинными разломами. 3. Узлы пересечения сближенных ветвей разнонаправленных региональных разломов. 4. Наличие замыканий складчатых структур 5. Региональный метаморфизм зеленосланцевой до эпидот-амфиболитовой фаций. 6. Наличие месторождений и (или) проявлений (только для в той, или иной степени изученных рудных узлов.
Рудное поле	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие одного-двух продуктивных стратоуровней терригенных отложений верхоянского комплекса. 2. Наличие пересекающихся систем разнонаправленных разломов с кулисообразными опережающими разрывами и системами опережающих листрических сбросов. 3. Дорудные, внутрирудные и пострудные дайки пестрого состава (от основного до кислого, часто лампрофиры), Как правило не менее двух систем даек с простиранием субпараллельным основным системам пересекающихся разломов. 4. Замыкание складчатой структуры (чаще антиклинальной) и наличие контрастного перехода от ядра складки к крыльям. 5. Наличие березитизации, часто аргиллизации пород. 6. Контрастные положительные электрические аномалии и слабо контрастные отрицательные (на серебрянорудных объектах) или положительные (на золоторудных объектах) магнитные аномалии 7. Наличие вторичных ореолов рассеяния мышьяка, первичных ореолов и потоков рассеяния мышьяка, рассеяния серебра, свинца, цинка меди, сурьмы. 8. Для золоторудных месторождений – наличие головок россыпей или протяженных участков с максимальной линейной продуктивностью россыпей.

Продолжение таблицы 4

1	2
Месторождение	1. Сочетание рудных жил, жильно-прожилковых и жильно-прожилково-брекчиевых зон, с линейными и площадными штокверками. 2. Сочетание секущих и стратифицированных жильно-прожилковых зон. 3. Разнообразие морфологически типов рудных тел и сложное их внутреннее строение. 4. Скрытое залегание рудных тел под аллювиальными (в случае золоторудных месторождений - под аллювиальными россыпями) и склоновыми отложениями. 5. Наличие рудных тел как в рудоконтролирующих, так и в оперяющих рудовмещающих нарушениях.
	6. Широкое развитие зон окисления с богатыми гипергенными рудами, характерное для крупных и средних месторождений. 7. Наличие (не всегда) контрастных первичных и вторичных ореолов рассеяния мышьяка (для золоторудных месторождений), серебра, сурьмы, меди, свинца и цинка над рудными столбами или смещенными по отношению к ним из-за различных «склоновых» процессов.

Примечание. Таблица составлена автором по макету, предложенному А.И. Ивановым (2010).

Потенциал Западно-Верхоянской серебрянорудной и Яно-Индибирской серебряноносной провинций в отношении серебряного оруденения оценен автором (Некрасов, 2011). Авторские ресурсы оценивались согласно действующим методическим нормативам (Методические..., 2006^{a, б}, 2007; Принципы..., 2010ф). В представляемой работе, данные пополнены и откорректированы по состоянию на 01.01.2016 г. Общий минерально-сырьевой потенциал (МСП) серебра Западно-Верхоянской провинции составляет около 185 тыс. т, Яно-Индибирской провинции – около 130 тыс. т. Оценка МСП серебра восточной Якутии дает представление о масштабах собственно серебрянорудного и попутного серебряного оруденения региона и свидетельствует о наличии в пределах ВКСО качественной минерально-сырьевой базы серебра мирового значения. Автором также выполнена количественная оценка перспектив платиноносности различных потенциальных платиносодержащих рудных формаций и отдельных объектов (Некрасов, 2002ф). В настоящей работе эта оценка уточнена и дополнительно систематизирована. МСП металлов платиновой группы ВКСО составляет около 7 тыс. т, главным образом, в черносланцевых толщах и золоторудных месторождениях. В технологическом отношении – это ресурсы «завтрашнего дня».

Конечно, Верхояно-Колымская складчатая область далеко не «белое пятно» на геологической карте. Это и позволяет говорить о том, что еще не выявленные крупные и уникальные благороднометалльные объекты, могут быть ло-

кализованы, главным образом, в пределах двух крупных металлогенических единиц – Яно-Колымской золотоносной и Западно-Верхоянской сереброрудной провинций. В данном разделе сформулированы основные критерии выделения перспективных площадей, достаточных чтобы вместить рудные узлы и поля крупных благороднометалльных объектов в пределах этих провинций.

Весь ряд последовательных и взаимосвязанных событий эволюции ВКСО обусловил своеобразную структуру и вещественный состав поясов, составляющих коллизионную область и именно такое размещение металлогенических провинций, которое мы наблюдаем.

Вмещающей средой для рудных объектов Яно-Колымской и Западно-Верхоянской провинций служит терригенная позднепалеозойско-раннемезозойская толща верхоянского комплекса. При ближайшем рассмотрении, можно сделать вывод, что большинство значимых благороднометалльных объектов внешней зоны коллизии (Верхоянского, Яно-Охотского и Яно-Колымского поясов) приурочены к дискретным стратоуровням, охватывающим лишь около 20% возрастного диапазона и 10% мощности верхоянского комплекса. Наблюдается закономерное омоложение «продуктивных» рудовмещающих стратоуровней от тыловой к осевой зоне коллизии от позднекаменноугольного в Верхоянском поясе до среднеюрского в Яно-Колымском.

С такими уровнями связаны аномальные концентрации различных металлов как в самих осадочных толщах, так и в аутигенных стяжениях, конкрециях и метакристаллах куларита, пирита и арсенипирита. Для ряда объектов, например Мангазейского рудного поля можно выделить этап предрудной подготовки. Возможно, такой этап характерен для большинства крупных объектов коллизионной области, что позволяет говорить о полихронности и полигенности благороднометалльных объектов региона, не оспаривая их преимущественно гидротермальный генезис. Обогащенность дискретных стратоуровней рудными компонентами, можно связывать с активизацией подводных гидротерм. Эта активизация связана с выделением флюидов при формировании горизонтальной расслоенности в литосфере, в качестве реакции на накопление критической массы осадков в вышележащем прогибе, что определило дискретность металло-содержащих стратоуровней.

Также общей для Яно-Колымской и Западно-Верхоянской провинций является парагенетическая связь оруденения с коллизионным магматизмом. В соответствии с характером горизонтальной расслоенности литосферы коллизионной области могли существовать два основных уровня магмогенерации. Это эклотитизитированный горизонт гранулитово-базальтового слоя с которым, возможно, связано наиболее глубинное монометалльное сурьмяное и ртутное оруденение а также комплексное золото-сурьмяное оруденение Яно-Колымской

провинции, не подчиненные продольно-концентрической зональности размещения основных минералогических единиц региона. Вторым уровнем магмогенерации мог быть уплотненный хрупко-пластичный горизонт в нижней части гранитно-метаморфического слоя, в кровле которого происходило накопление остаточного расплава, богатого летучими и рудными компонентами, являвшегося материнским для рудоносных флюидов. Несмотря на парагенетическую связь с коллизионным гранитоидным магматизмом, практически все значимые месторождения и проявления удалены от гранитоидных массивов как по латерали, так и по вертикали.

Яно-Колымская провинция локализована в пределах двух основных структур одноименного пояса – синклинойной Иньяли-Дебинской (с которой связан основной россыпной потенциал провинции) и антиклинорной (Аян-Юряхский, Верхне-Индигорский, Адычанский, Туостахский антиклинории), которая вмещает практически все значимые рудные объекты. Эти две мегапластины разделяются Чай-Юрьинским взбросом и его северо-западным продолжением – Чаркы-Индигорским надвигом. Антиклинорная структура представлена серией вложенных друг в друга наклонных и опрокинутых конических складок, рассеченных в осевой зоне серией разломов Адыча-Тарынской системы. Каждая коническая мегаскладка отвечает определенной антиклинорной структуре (рисунок 10), с определенным возрастом пород, слагающих ядерную часть и вмещающей золотое оруденение. Возраст вмещающих оруденение пород в мегаскладках закономерно омоложен в северо-западном и далее в северо-восточном направлениях в соответствии с общим планом структур коллизионной области. В Аян-Юряхском антиклинории – это позднепермский и среднеанизийский стратоуровни, в Верхне-Индигорском – позднекарнийский стратоуровень и средняя зона позднеорийского стратоуровня, в Адычанском – позднеладинский, позднекарнийский и позднеорийский (средняя и верхняя зоны) стратоуровни, в Туостахском – верхняя зона норийского стратоуровня и среднеюрский стратоуровень. В пределах Полоусненского антиклинория, где локализованы преимущественно оловорудные и олово-серебро-полиметаллические объекты, возраст пород, вмещающих оруденение – позднеорийский и среднеюрский.

Конические мегаскладки, слагающие антиклинорную структуру изогнуты в трех пространственных измерениях (рисунок 10). Для локализации оруденения наибольшее значение имеет ундуляция продольной оси мегаскладок в северо-западном (Аян-Юряхская, Верхне-Индигорская, Адычанская) и северо-восточном (Туостахская, Полоусненская) направлении, с воздыманием шарнира каждой мегаскладки и последующим погружением к участку, где в эту коническую мегаскладку вложена следующая (рисунок 10). Рудные узлы и рудные

районы группируются в зоне максимального воздымания шарнира каждой мегаскладки и на сопряженных участках воздымания и погружения шарнира. Напротив, на участках сочленения конических мегаскладок локализованы лишь единичные непротяженные жильные и прожилковые золоторудные тела, служившие, как максимум лишь источниками не крупных россыпей.

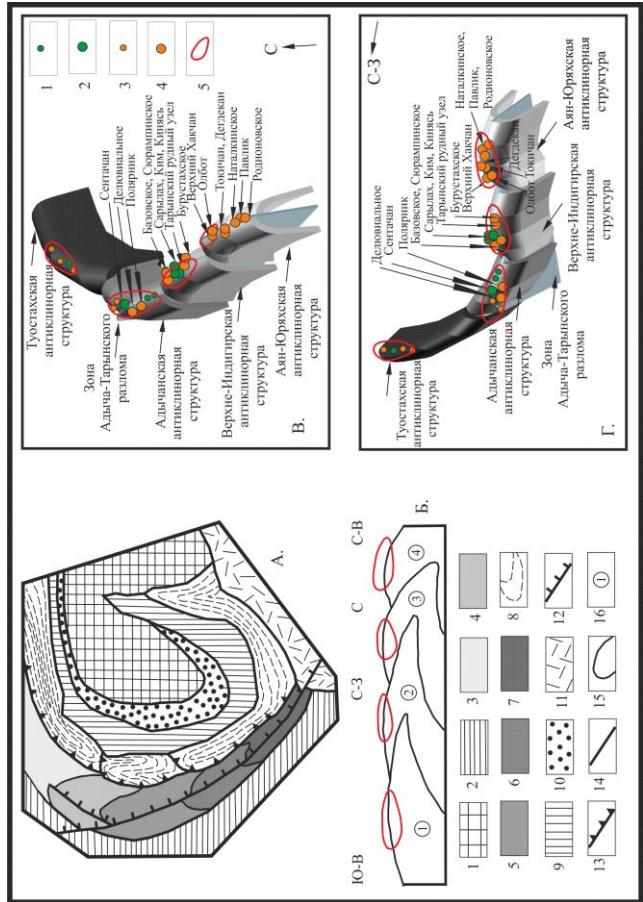
Очевидная причина такого размещения объектов – в наиболее полно представленных разрезах стратоуровней на участках максимального воздымания шарниров. В участках сочленении (подстраивания) мегаскладок и на их крыльях, наблюдаются толщи, более молодые по отношению к продуктивным стратоуровням.

Вероятно, свою роль играет максимальная степень изгиба структур в охарактеризованных зонах мегаскладок. Следствием является максимальное проявление здесь поперечных сколовых разрывов, вмещающих оруденение. В итоге, рудные узлы и месторождения локализованы на участках максимального воздымания шарниров мегаскладок (рисунок 10), и здесь могут быть намечены площади, перспективные на выявление объемных золоторудных месторождений.

Структуры **Западно-Верхоянской провинции**, в которых локализовано серебряное оруденение, обнаруживают значительное сходство с таковыми Яно-Колымской провинции. Антиклинорные структуры испытывают ундуляцию продольных осей с воздыманием и последующим погружением в северном направлении. Установлено несколько ассиметричное положение рудных полей и узлов по отношению к ядрам антиклинорных структур в их поперечном (широтном) сечении.

Пакеты пластин, слагающие антиклинорные структуры имеют сундучную морфологии с крутым прилеганием пластин друг к другу к востоку от оси структур. Положение рудных узлов и полей на сводовых поднятиях и в зонах относительно крутого погружения структур обусловлено дополнительными напряжениями на таких участках, разгрузка которых приводила к формированию дополнительной трещиноватости и соскальзыванию пластин в зоны погружения структур, что в свою очередь, увеличивало проницаемость среды для рудоносных флюидов. Сдвиги и сбросы на границах пластин, сложенных литологически контрастными разностями пород обусловили формирование стратифицированных рудных зон, как это можно наблюдать на примере рудопроявлений Мангазейского рудного поля. Условия локализации серебряного оруденения позволяют выделять перспективные зоны погружения шарниров в пределах целого ряда антиклинорных структур Западно-Верхоянской серебрянорудной провинции (рисунок 11).

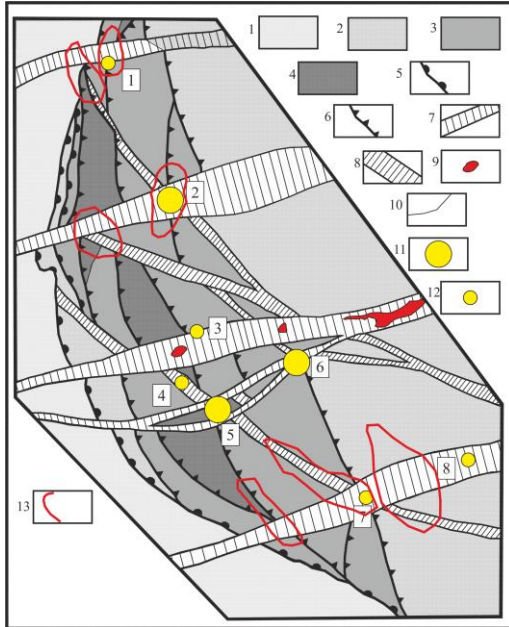
Позиции антиклинорных структур Яно-Колымского пояса в структуре Верхояно-Колымской складчатой области и золоторудных объектов Яно-Колымской золотоносной провинции в антиклинорных структурах одноименного складчато-надвигового пояса. Составлен автором. Все схемы – внемасштабные. А. Позиция антиклинорных структур Яно-Колымского пояса в структуре Верхояно-Колымской складчатой области. Б. Продольный профиль через конические антиклинорные структуры. 1 – плитный комплекс Колымо-Омолонского блока; 2 – структуры Яно-Охотского пояса; 3-8 – структуры Яно-Колымского пояса. 3-7 – антиклинорные структуры: 3 – Полоусненская, 4 – Туостяхская, 5 – Адычанская, 6 – Верхне-Индигорская, 7 – Аян-Юряхская, 8 – синклинорные структуры; 9 – структуры Черско-Полоусненского пояса; 10 – структуры Илин-Тасского пояса; 11 – Охотско-Чукотский вулканический пояс; 12 – разломы Адыча-Тарынской зоны; 13 – надвиги Чаркы-Индигорской зоны; 14 – границы структурных элементов Верхояно-Колымской складчатой области; 15 – границы антиклинорных структур Яно-Колымского пояса; 16 – конические антиклинорные структуры на рис. Б: 1- Аян-Юряхская, 2 – Верхне-Индигорская, 3 – Адычанская, 4 – Туостяхская. В. Г. Позиция золоторудных объектов Яно-Колымской золотоносной провинции в антиклинорных структурах одноименного складчато-надвигового пояса (блок-диаграммы в программе Micromine – Швецова Ю.В. ООО «УК «ВостокУголь»). 1-2 – золото-сурьмяные месторождения и проявления: 1 – мелкие, 2 – средние и крупные; 3-4 – золоторудные месторождения и проявления: 3 – мелкие, 4 – средние, крупные и гигантские (Наталкинское); 5 – участки антиклинорных структур, перспективные в отношении



обнаружения золоторудных объектов; перспективные площади: I – Хакчанская, II – Тобычанская, III- Верхне-Адычанская, IV – Право-Туостахская.

Рисунок. 10

Совокупность критериев размещения оруденения в пределах Западно-Верхоянской провинции позволяют локализовать конкретные площади (рисунок 11), перспективные для проведения поисковых работ с целью наращивания минерально-сырьевой базы серебра Западно-Верхоянской провинции. Фактические данные, приведенные выше обобщены в пятом защищаемом положении.



Модельная схема позиций объектов северной и центральной частей Западно-Верхоянской сереборудной провинции в структуре Верхоянского пояса. Схема – внемасштабная. Составлена автором. 1 – меловые отложения Предверхоянского краевого прогиба; 2-4 верхоянский терригенный комплекс: 2 – преимущественно среднетриасовые (ладинские) - среднеюрские отложения, 3 – преимущественно раннепермские (кунгурские) – среднетриасовые (анизийские) отложения, 4 – преимущественно среднекаменноугольные – раннепермские (асельские, сакмарские и артинские) отложения; 5 – разрывы предверхоянской системы надвигов; 6 – субмеридиональные разрывы Верхоянской системы разломов; 7 – поперечные ряды разрывов Вилейско-Полуосненской системы; 8 – диагональные зоны разломов Собопольской системы; 9 – коллизионные гранитоиды поперечных рядов; 10 – геологические границы; 11-12 – наиболее значимые сереборудные объекты: 11 – рудопроявления, рудные поля и рудные узлы с прогнозными ресурсами, 12 – месторождения и рудные поля, включающие объекты с балансовыми запасами; 13 – площади, перспективные на поиски сереборудных объектов.

Номера на схеме: 1 – рудопроявление Южное; 2 – Кимпиче-Берелехское рудное поле; 3 – Меникенское рудное поле; 4 – Ньюктаминский рудный узел; 5 – Мангазейское рудное поле; 6 – месторождение Прогноз; 7 – Аллара-Сахский и Нижнеимниканский рудные узлы; 8 – Налучинский рудный узел; перспективные площади: I – Южная, II – Орулганская, III – Собопольская, IV – Кимпиченская, V – Бараинская, VI – Аллара-Сахская, VII – Томпо-Делинбинская.

Рисунок. 11

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Точно научно обоснованный факт
по существу всегда дает больше,
чем основанная на нем, его объясняющая теория.
Он верен и для будущей теории,
и в исторической смене теорий
он остается неизменным.»

В.И. Вернадский.

Избранные сочинения. Изд-во АН СССР. Том. IV. 1955. С. 305.

В.И. Вернадский (1955) также отмечал, что основной задачей исследователя является установление фактов.

В результате проведенных исследований установлены или подтверждены следующие факты.

В пределах региона отсутствуют индикаторные структурно-формационные комплексы океанической коры, зон спрединга, а также комплексы, которые можно соотнести с энсиматическими островодужными. При этом, имеется базит-ультрабазитовый пояс Черского с неоднозначными структурно-петрохимическими характеристиками.

Современное строение литосферы близко к таковому Сибирской платформы. В ее структуре отсутствуют «шрамы» от возможных былых океанических бассейнов. Хотя она и утонена в целом на 10-20% по сравнению с таковой Сибирской платформы.

Наличествуют позднепалеозойские-раннемезозойские структурно-вещественные комплексы континентальных рифтов.

На большей части территории области установлены латеральные ряды пассивных континентальных окраин.

С другой стороны, совершенно отчетливо фиксируется раннемеловой коллизионный пояс.

Столь противоречивое сочетание структурно-формационных комплексов, их латеральных и вертикальных рядов, как показано в работе, обусловлено пограничным положением Верхояно-Колымской складчатой области между Сибирским континентом и структурами Тихоокеанского кольца с конца докембрия и до середины позднего мела, а также позднемезозойской внутриплитной коллизией в пределах ВКСО. С последнего рубежа регион развивался в режиме орогенной области, а с палеогена – молодой платформы.

Переходное положение области с наличием полного латерального ряда от платформы до конвекгентных границ с Тихоокеанскими плитами обусловило сочетание различных формационных минерагенических типов – как характерных для крупных древних континентальных блоков, так и для Тихоокеанского подвижного пояса, «сквозных», характерных для обеих типов структур, типовых формаций пограничных зон между двумя типами структур, а также минерагенических сочетаний, подчеркивающих своеобразие минерагении ВКСО.

Своеобразие благороднометальной минерагении ВКСО обусловлено, прежде всего, масштабами развития золотого оруденения золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой и золото-сурьмяной формаций и серебрянорудного оруденения серебро-сурьмяной и серебро-полиметаллической формаций, распространением практически монометалльных серебрянорудных месторождений и проявлений, признаками оруденения широкого круга платиносодержащих формаций.

Проведенные анализ и синтез показали, что исследования по выявлению новых и имеющихся геодинамических и минерагенических взаимосвязей, изучению рудных формаций, а также практическая деятельность по расширению минерально-сырьевой базы благородных металлов может быть, прежде всего, сосредоточена в пределах двух крупных минерагенических единиц – Яно-Колымской золотоносной и Западно-Верхоянской серебрянорудной провинций. В сумме они занимают примерно одну десятую часть ВКСО, и это уже сужает круг исследований.

Автор прекрасно осознает определенную незавершенность предложенных обобщений и эволюционных построений. Однако, многолетняя практика работ автора на конкретных площадях и объектах Верхояно-Колымской складчатой области, а также обобщение опыта нескольких поколений геологов доказывает, что только учитывая своеобразие геодинамического развития региона, его тектоническую позицию и синтетические особенности минерагении, можно на практике достичь положительных результатов в поисковой геологии, особенно в одном из самых сложных ее вопросов: какое из многочисленных рудопроявлений является потенциальным месторождением, а какие так и останутся геохимическими, геофизическими и минералогическими отклонениями в массе структурно-вещественных комплексов.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в рецензируемых журналах, входящих в Перечень ВАК

1. **Некрасов А.И.** О химической неоднородности многокомпонентных алюмосиликатных стекол // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1993. № 5. с. 97-101
2. Курушин Н.И., Малов В.А., **Некрасов А.И.**, Соловьева Э.Х. Доманикиты Западного Верхоянья // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 1994. № 6. с. 71-74.
3. Курушин Н.И., Соловьева Н.А., Малов В.А., **Некрасов А.И.**, Соловьева Э.Х. Новые данные по биостратиграфии и литологии Западного Верхоянья // Докл. РАН. 1996. т. 348. № 2. с. 223-227.
4. **Некрасов А.И.** Западно-Верхоянская минерагеническая провинция – новая минерально-сырьевая база серебра России // Отечественная геология. № 3. 2007. С. 51-56.
5. **Некрасов А.И.** Золоторудные месторождения Северо-Востока Якутии // Руды и металлы. 2007. № 5. С. 26-48.
6. Карпузов А.Ф., Красильникова Т.Б., Михайлов Б.К., Морозов А.Ф., **Некрасов А.И.**, Хлебников П.А. О стратегии геологического изучения территории Российской Федерации, воспроизводства и освоения минерально-сырьевой базы ее недр и континентального шельфа на период до 2020г // Известия Высших учебных заведений. Сер. Геология и разведка. 2007. № 6. С. 3-9.
7. **Некрасов А.И.** Золото-меднопорфировое с серебром оруденение Эндыбальского субвулкана (Западное Верхоянье) // Руды и металлы. 2009. № 2. С. 46-57.
8. **Некрасов А.И.**, Тямисов Н.Э., Соловьев В.Н. Сереброрудные месторождения Северо-Восточной Якутии. История изучения // Руды и металлы. 2009. № 6. С. 36-42.
9. **Некрасов А. И.** Количественная оценка диффузии водно-солевого флюида из боковых пород в зону стресса за счет аномальных температуры и давления // Руды и металлы. 2009. № 6. С. 43-47.
10. **Некрасов А.И.** К вопросу о геолого-экономической классификации месторождений-гигантов рудных полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2009. № 5, С. 27-30.
11. Сушинский Л.С., **Некрасов А.И.** О результативности геохимических исследований при проведении ГРП на твердые полезные ископаемые, выполняемых за счет средств федерального бюджета // Разведка и охрана недр. 2009. № 5. С. 63-64.

12. Аристов В.В., **Некрасов А. И.** Верхоянская сереборудная провинция. Перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 1, С. 21-29.

13. Михайлов Б.К., **Некрасов А.И.**, Петров О.В., Киммельман С.А., Михайлов С.Б. Концепция новых центров экономического роста в современных условиях на примере Яно-Колымской золоторудной провинции // Региональная геология и металлогения. 2010. № 42, С. 58-65.

14. **Некрасов А.И.** Отражение геодинамического режима восточной окраины Сибирской платформы в особенностях формирования осадочной призмы верхоянского комплекса и минерагении Западно-Верхоянского сегмента Верхоянского складчато-надвигового пояса // Отечественная геология. 2011. № 1. С. 101-110.

15. Аксенов С.А., **Некрасов А.И.** Результаты геологоразведочных работ в России за 2012 г. и некоторые предварительные результаты геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые за период 2005-2012 гг. // Разведка и охрана недр. 2013. № 1. с. 5-14.

16. Аксенов С.А., **Некрасов А.И.** Результаты поисковых и оценочных работ на твердые полезные ископаемые в России за 2013 год и направления работ в 2014 году // Минеральные ресурсы России. Экономика и Управление. 2014. № 2. С. 21-35.

17. Аксенов С.А., **Некрасов А.И.** Результаты поисковых и оценочных работ 2013 года на твердые полезные ископаемые за счет средств федерального бюджета // Разведка и охрана недр. 2014. № 1. с. 3-8.

18. **Некрасов А.И.** Типы геолого-структурных обстановок проявления золото- и сереборудной минерализации в Яно-Колымской и Западно-Верхоянской провинциях (северо-восток Якутии) // Руды и металлы. 2017. № 1. С. 5-18.

19. **Некрасов А.И.** Геолого-генетические модели полихронных и полигенных благороднометалльных месторождений Верхояно-Колымской складчатой области (на примере Мангазейского сереборудного поля) // Отечественная геология. 2017. № 1. С. 39-53.

Сборники научных трудов

20. **Некрасов А.И.** Перспективы платиноносности Верхояно-Колымской складчатой области. Платина России. Т. V. М. Геоинформмарк, 2004. С. 421-440.

21. Родионов В.П., **Некрасов А.И.**, Иосифиди А.Г., Виноградов В.Н., Федянин А.Н. Палеомагнитная реконструкция палеогеографических положений Восточно-Сибирской плиты и Тас-Хаяхтахского террейна в раннем и среднем палеозое. В кн.: Палеомагнетизм осадочных бассейнов северной Евразии. С.-Пб. Изд-во ВНИГРИ, 2007. С. 89-104.

22. Константинов А.К., Некрасов А.И. Потенциально урановорудный Хнгатский район на Алазейском поднятии Северо-востока России. Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. М.: РИЦ ВИМС, 2009. Вып. 154. С. 165-178.

Статьи в иных изданиях

23. **Некрасов А.И.**, Поспелов И.И. Верхояно-Колымская складчатая область как пример интракратонной протерозойско-раннепалеозойской мобильной структуры Пангеи. В кн.: Суперконтиненты в геологическом развитии докембрия. Материалы совещания. Иркутск. Ин-т земной коры СО РАН, 2001. С. 167-170.

24. **Некрасов А.И.**, Сенотрусов Ю.И., Тямисов Н.Э., Левин В.М., Соловьев В.Н. Перспективы платиноносности Северо-Восточной Якутии // Вестник Госкомгеологии РС (Я). 2002. № 1(2). С. 30-36.

25. **Некрасов А.И.**, Поспелов И.И. Структурное положение Тас-Хаяхтахского и Селенняхского сегментов базит-ультрабазитового пояса Черского // Вестник Госкомгеологии РС (Я). 2002. № 2 (3). С. 19-24.

26. **Некрасов А.И.** Проблемы стратиграфии и тектоники верхоянского комплекса // Вестник Госкомгеологии РС (Я). 2002. № 2 (3). С. 26-32.

27. **Некрасов А.И.**, Поспелов И.И. Особенности постколлизийного этапа развития Верхояно-Колымской складчатой области. В кн.: Тектоника и геофизика литосферы. Материалы XXXV Тектонического совещания. М.: Геос, Т. II. 2002. С. 44-47. материалы совещания – в тезисы докладов и совещаний !

28. **Некрасов А.И.**, Поспелов И.И. Особенности структуры базит-ультрабазитового пояса Черского (восточная Якутия). В кн.: Тектоника и геофизика литосферы. Материалы XXXV Тектонического совещания. М.: Геос, Т. II. 2002. С. 47-51.

29. **Некрасов А.И.** Теоретические предпосылки алмазности структуры Колымской петли // Вестник Госкомгеологии РС (Я). 2003. № 2 (5). С. 27-34.

30. **Некрасов А.И.** Эволюция Верхоянского палеобассейна лавинной седиментации в позднем палеозое - раннем мезозое (на примере Западного Верхоянья) // Вестник Госкомгеологии РС (Я). 2004. №. 1(6) С.72-94.

31. **Некрасов А.И.**, Костин А.В. Золото-серебряное оруденение, как индикатор геодинамического развития восточной окраины Сибирского кратона. В кн.: Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Геос, Т. II. 2005. С. 32-36.

32. **Некрасов А.И.**, Ганеев А. Ш. Отражение коллизийной геодинамики восточной окраины Сибири в позднемезозойских магматических событиях // Материалы МТК. М.: Геос, 2006. т. II. С. 62-67 .

33. **Некрасов А.И.** Проблемы тектоники Яно-Колымского региона // Вестник Госкомгеологии РС (Я). 2006. № 1 (8). С. 9-13.

34. Михайлов Б.К., **Некрасов А.И.** Некоторые аспекты современного состояния минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых России // Смирновский сборник-2008. М. ВИНТИ РАН. 2008. С. 149-182.

35. Некрасов А.И. Основные результаты геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в 2010 г. и задачи на 2011 год. Горнопромышленные ведомости. 2011. № 20 (25). С. 34-45.

36. **Некрасов А.И.** Минерально-сырьевой потенциал серебра Восточной Якутии // Вестник Госкомгеологии РС (Я). 2011. № 1(10). С. 71-86.

37. **Некрасов А. И.**, Забродский Г.С., Чернова А.Д. О состоянии золотой промышленности России в 2013 г. и ожидаемые результаты в 2014 г // Золото и технологии. 2014. С. № 2 (24). 10-14.

38. Исаев А.С., Щербина А.Н., **Некрасов А.И.** Перспективы геологического изучения и освоения Таймырского угольного бассейна // Природные ресурсы Красноярского края. 2015. № 25. С. 37-41

Материалы конференций и тезисы докладов

39. **Некрасов А.И.** Покровно-складчатая структура Западного Верхоянья. Строение и история развития платформ и подвижных поясов Евразии. Материалы совещания. М.: МГГА, 2000. с. 38-40.

40. Поспелов И.И., **Некрасов А.И.** Домезозойские формационные комплексы и структура Селенняхского сегмента Черско-Полоусненского покровно-складчатого пояса (Северо-восточная Якутия). Строение и история развития платформ и подвижных поясов Евразии. Материалы совещания. М.: МГГА, 2000. С. 57-59.

41. Поспелов И.И., Шаркова Т.Т., **Некрасов А.И.** Эволюция палеозойской континентальной окраины Палеоокеана Верхояно-Колымской складчатой области. Тез. докл. V Межд. конф. Новые идеи в науках о Земле. М.: МГГА, 2001. Т. 1 С. 179.

42. **Некрасов А.И.** Благоприятнометалльно-полиметаллические месторождения в терригенных толщах верхоянского комплекса (Северо-Восточная Якутия) – новый формационный и геолого-промышленный тип золотого оруденения. В кн.: Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология. Улан-Уде. Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2004. С. 135-137.

43. **Некрасов А.И.** О причинах совмещения золотого, серебряного и полиметаллического оруденения в месторождениях Западного Верхоянья (Восточная Якутия). В кн.: Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология. Улан-Уде. Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2004. С. 137-139.

44. **Некрасов А.И.** Факторы локализации золотого и серебряного оруденения Западно-Верхоянской металлогенической зоны (Восточная Якутия). В кн.:

Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология. Улан-Уде. Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2004. С. 142-144.

45. **Некрасов А.И.** Эволюция геодинамического режима в период формирования золоторудных объектов центральной части Верхоянского складчато-надвигового пояса (восточная Якутия). В кн.: Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология. Улан-Уде. Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2004^с. С. 139-142.

46. **Некрасов А.И.** Минерагения центральной части Западного Верхоянья. В кн.: Рудогенез и металлогения Востока Азии. Якутск. «Сахаполиграфиздат», 2006^в. С. 116-119.

47. **Некрасов А.И.** Золотое оруденение хр. Улахан-Тас (северо-восток Якутии). В кн.: Рудогенез и металлогения Востока Азии. Якутск. «Сахаполиграфиздат», 2006. С. 122 – 125.

48. **Некрасов А.И.** Золото-серебро-медно-порфировое оруденение Мангазейского серебрянорудного поля (восточная Якутия). В кн.: Рудогенез и металлогения Востока Азии. Якутск. «Сахаполиграфиздат», 2006, С. 119-122.

49. Панфилов В.И., **Некрасов А.И.** Золото-медное оруденение северо-востока Якутии. В кн.: Рудогенез и металлогения Востока Азии. Якутск. «Сахаполиграфиздат», 2006, С. 138-141.

50. **Некрасов А.И.** Минерально-сырьевой потенциал золота и серебра северо-восточной части Якутии. Тезисы докладов Международного горно-геологического форума «Золото северного обрамления Пацифики». Магадан. Изд-во СВКНИИ ДО РАН, 2008. С. 228-229.

51. Михайлов Б.К., **Некрасов А.И.**, Вартамян С.С., Стружков С.Ф. Состояние и перспективы наращивания минерально-сырьевой базы золота России. Тезисы докладов Международного горно-геологического форума «Золото северного обрамления Пацифики». Магадан. Изд-во СВКНИИ ДО РАН, 2008. С. 27-28.

Подписано в печать 21.09.2017 г.
Формат бумаги 31x30 1/2
Тираж 99 экз.
Полиграфическая база ФГУП ЦНИГРИ
117545, Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1