

**МЕЗОЗОЙСКОЕ РУДНОЕ ЗОЛОТО МАЛОГО ХИНГАНА (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)
И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКОВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ФЛЮИДНО-
КАРКАСНЫХ СИСТЕМ**

Б.Г. Саксин¹, В.И. Усиков¹, В.Г. Невструев²

¹ФГБУН Институт горного дела ДВО РАН, ул. Тургенева 51, г. Хабаровск, 680000; e-mail: bsaks@igd.khv.ru;

²ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000

Поступила в редакцию 1 декабря 2015 г.

Обосновано новое направление поисков мезозойских эндогенных месторождений благородных металлов эпитеpmального типа в вулканитах Малого Хингана. Переоценка потенциала благороднометалльной минерализации Хингано-Яуринской вулканической зоны основана на выделении флюидно-каркасных систем и комплексном металлогеническом анализе локальных участков. По совокупности данных выделены объекты, заслуживающие детального изучения.

Ключевые слова: мезозой, эндогенная металлогения, рудно-магматические системы, флюидно-каркасные системы, благородные металлы, Хингано-Яуринская вулканическая зона, Малый Хинган, Дальний Восток России.

Мезозойская активизация на Малом Хингане завершилась формированием Хингано-Яуринской вулканической зоны, которая имеет северо-восточную ориентировку и площадь порядка 14 тыс. км². На уровне современного эрозионного среза зона представлена совокупностью разобщенных вулканотектонических депрессий (ВТД) разного иерархического уровня, которые выполнены продуктами континентального вулканизма, характеризующегося общей гомодромной направленностью развития. Основной объем зоны сложен разнопорфировыми ингимбридами риолитов и игниспумитами кислого состава [1, 2]. Эти породы относятся к типу декомпрессионных эксплозий, поскольку они в разной мере обогащены глубинным ксеногенным обломочным материалом. Региональный признак глубинных декомпрессионных эксплозий флюидов мезозойского этапа развития территории отчетливо проявлен в пределах всех элементарных ВТД упомянутой вулканической зоны. Он выражается присутствием в разрезе вулканитов значительных объемов игнимбритов (преимущественно кислого состава). Для этих вулканитов характерно наличием фьямме и флюидалности, а также обилие оскольчатых и овалных обломков, представленных как лавами, так и кристаллами. Углубленное изучение целого ряда рудных районов, где подобные процессы интенсивно проявлены [1, 21, 22], показало, что пе-

реход на анализ геолого-структурной информации в рамках концепции флюидно-каркасных систем (ФКС) позволяет значительно изменить направление металлогенических построений и – в результате – повысить эффективность поисков. Цель предпринятого исследования состоит в рассмотрении металлогении Малого Хингана с позиции этой новой для региона концепции, а также в обосновании направления поисков мезозойского рудного золота.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА

Современное состояние поисков эндогенных месторождений благородных металлов на Малом Хингане подробно освещено в работе [19]. В среднем и крупном масштабе отдельные вулканотектонические структуры Хингано-Яуринской зоны изучались в связи с поисками промышленных месторождений олова и урана геологами многих организаций, которые придерживались различных позиций по возрастному и фациальному разделению толщи вулканитов. По этой причине мелкомасштабные обобщения геологических материалов по вулканогенной зоне в целом неизбежно сопровождались упрощениями, которые приводили к потере информации, важной с точки зрения обоснованного выделения ФКС (или флюидно-эксплозивных структур – ФЭС). Наиболее полно подобную информацию удалось сохранить при составлении

литолого-структурной карты Хингано-Яуринской вулканической зоны масштаба 1:200 000 (рис. 1). Следует отметить, что карта составлялась в качестве геологической основы для комплексной интерпретации геолого-геофизических и металлогенических данных, когда уже достаточно полно были разработаны представления о рудно-магматических системах (РМС), а также их выраженности в вещественных и структурных характеристиках и геофизических полях [7–9]. Эти разработки учтены составителем карты при комплексном анализе данных по геохронологии и корреляции вулканитов Хингано-Яуринской зоны и при обобщении крупномасштабных материалов о вещественно-текстурных особенностях вулканитов, выполняющих разобщенные вулкано-тектонические депрессии. С этой целью разработана легенда, которая учитывает реальное состояние изученности следующих факторов, отражающих выраженность РМС на уровне современного эрозионного среза: состав продуктов извержения, их текстурно-структурные особенности, а также металлогению и характер наложенных процессов. В результате создана специализированная литолого-структурная карта, которая с минимальным искажением обобщила крупномасштабный геологический материал, необходимый для выделения флюидно-эксплозивных систем (ФЭС) мезозойского этапа развития территории.

Упомянутая карта и сопровождающие ее документы не потеряли своей актуальности до настоящего времени. В данной работе она принята в качестве исходной геолого-структурной основы. При увязке мезозойских вулканогенных образований не выделялись свиты или подкомплексы, а разрез пород мелового возраста разделен на три части: нижнюю (станолирская и каменушинская свиты), среднюю (солонечная, листовничная, яуринская, светлинская свиты) и верхнюю (традиционно относимую к обманьской свите или более молодым образованиям). Такая последовательность формирования разреза вулканитов признается абсолютным большинством исследователей и подтверждается методом наращивания разре-

за по скважинам, пройденным на разном удалении от борта депрессионных структур. В средней и верхней частях разреза выделены покровные, экструзивные и интрузивно-субвулканические фации (которые разделены по составу). Расчленение лавовых вулканогенных образований проводилось с использованием следующих объективно устанавливаемых признаков: 1) занимаемый объем; 2) фациальная принадлежность; 3) размер (крупность) вкрапленников и фьямме; 4) положение в разрезе; 5) принадлежность к РМС, выделенным по комплексу данных.

На уровне современного эрозионного среза кислые покровные образования верхней части разреза вулканогенной толщи занимают огромные площади (свыше 80 км²) и по этой причине выделены отдельно под названием риолиты больших объемов. На карте также показаны территории, где лавы насыщены угловатыми обломками чужеродных пород. Отдельно отражена структурно упорядоченная полоса жерловых и околожерловых фаций риолитов, в пределах которой нередко проявлены брекчиевые и сферолитовые лавовые тела.

В результате получена карта с литолого-структурным уклоном, которая согласуется с наблюдаемыми геофизическими полями и отличается хорошо выраженной геологической структурой.

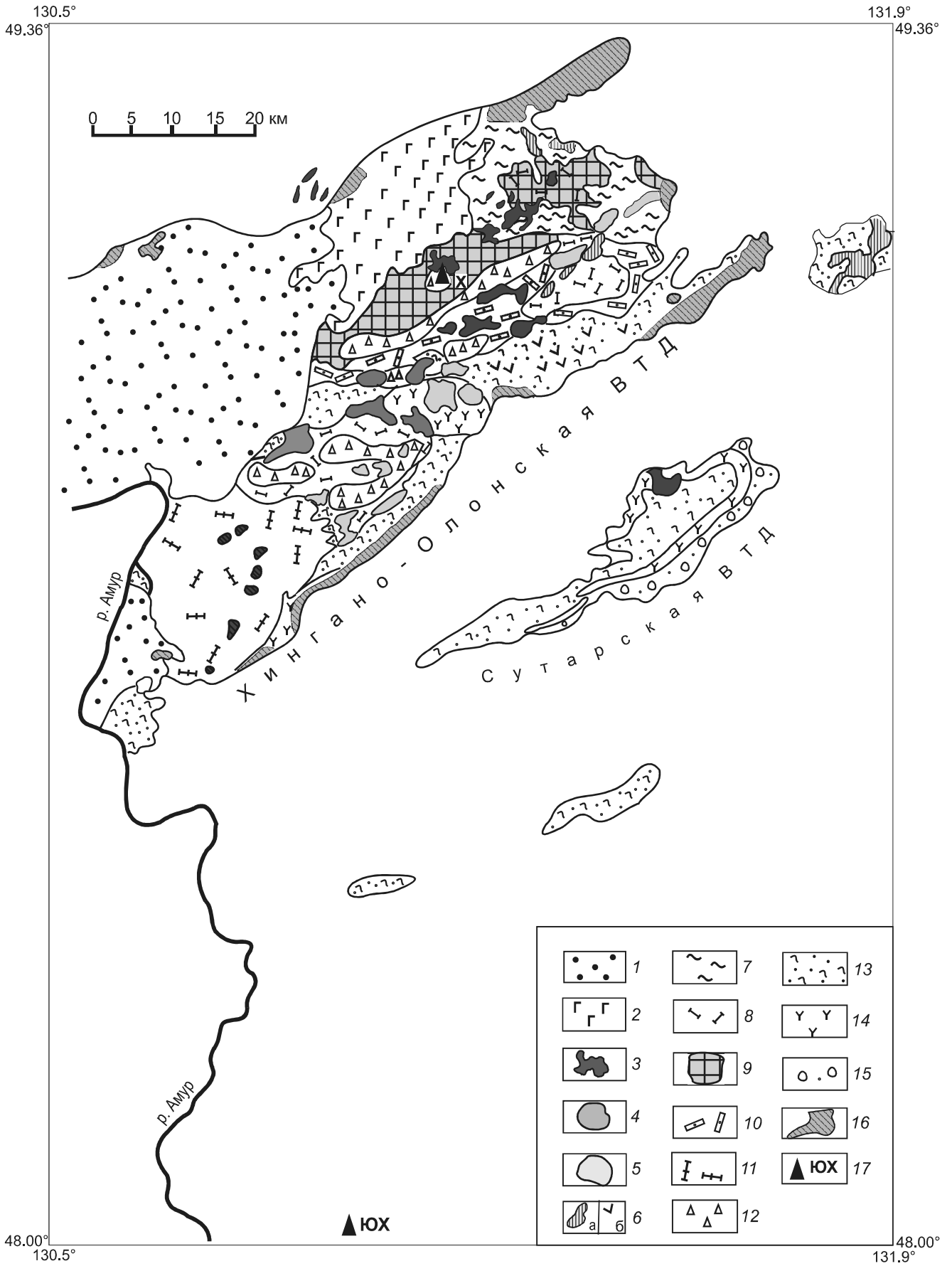
СТРОЕНИЕ ХИНГАНО-ЯУРИНСКОЙ ВУЛКАНОГЕННОЙ ЗОНЫ

Анализ карты позволил обнаружить поперечную неоднородность в строении Хингано-Яуринской вулканогенной зоны, которая объясняется особенностями функционирования глубинных камер и периферических магматических очагов.

Верхняя часть разреза Хингано-Яуринской зоны не является одновозрастной. Например, в районе Хинганской РМС (рис. 1, 2) возраст этой части разреза датируется апт-альбом, а северо-восточнее р. Олоно, также как и в районе Ермаковской РМС, более молодым (сеноман-коньяк) возрастом [16].

Рис. 1. Литолого-структурная схема южной части Хингано-Яуринской вулканической зоны (по Б.Г. Саксину, 1988 г.[2]).

Неогеновая и палеогеновая системы: 1 – глины, пески, галечники; 2 – базальты. Меловая система. Верхняя часть разреза (K₂¹ и K₂²). Малообъемные рвущие образования: 3 – гранит-порфиры; 4 – гиганто- и крупновкрапленниковые риолиты; 5 – мелко-средневкрапленниковые и афировые риолиты; 6 – андезиты, дациты, трахидациты, диоритовые порфириты (а – в масштабе, б – вне масштаба). Риолиты и игнимбриты больших объемов: 7 – макроингимбриты крупновкрапленниковые; риолиты и ингимбриты: 8 – средневкрапленниковые; 9 – крупно-средневкрапленниковые; 10 – крупновкрапленниковые; 11 – нерасчлененные, преимущественно средневкрапленниковые; 12 – участки лав, насыщенные обломками чужеродных пород и линейная полоса жерловых и околожерловых фаций. Средняя часть разреза (K₁²): 13 – разнообломочные туфы кислого состава, риолиты редковкрапленниковые, тонкофлюидальные, туфогенно-осадочные породы; 14 – игнимбриты средне-крупновкрапленниковые, риолиты и их туфы, риодациты с прослоями туфогенно-осадочных пород. Нижняя часть разреза (K₁¹): 15 – туфогенные и туфогенно-осадочные образования с частыми прослоями конгломератов и маломощными горизонтами андезитов и дацитов; 16 – андезибазальты, андезиты и дациандезиты; 17 – месторождения (X – Хинганское, оловорудное, ЮХ – Южно-Хинганское, железо-марганцевое, участок Поперечный).



В пределах Хингано-Олонойской ВТД выделено две мезозойских РМС (с севера на юг): Олонойская (Хинганская) и Ермаковская (рис. 2). Каждая из этих систем имеет самостоятельный периферический очаг, выраженный отрицательной аномалией наблюдаемого гравитационного поля II порядка [18]. Как следует из рисунков 1 и 2, они существенно отличаются друг от друга позицией в мезозойской структуре территории и по расчетной глубине залегания очага, составляющей 19 и 10 км, соответственно, [17, 18]. Если Хинганский палеоочаг с поверхности полностью перекрыт разрезом вулканитов, то Ермаковский – лишь в северо-западной своей части.

Специфика эволюции РМС в меловой период находит отражение в смене характера разреза вулканитов северного и южного блоков Хингано-Олонойской вулcano-тектонической депрессии (ВТД) и в характере площадного метасоматического преобразования вулканитов. Вероятнее всего, в апт-альбское время прекратилась связь Ермаковского палеоочага с глубинными горизонтами Земли, о чем свидетельствует отсутствие в более высоких ярусах разреза продуктов извержения основного состава и резкое снижение объема вулканитов среднего состава. По перечисленным признакам наиболее длительной такая связь была у Хинганского палеоочага.

Более подробная информация о геологическом строении и металлогенности упомянутых систем изложена в работах [16–18]. Выраженность разных РМС в некоторых продуктах постмагматического преобразования вулканитов отражена на рисунке 3 и на карте наложенных процессов [16]. Упомянутые выше исходные материалы использованы нами для выделения мезозойских флюидно-каркасных систем (ФКС), а затем и для определения направления исследований по определению перспективности мезозойского этапа развития территории на эндогенное золото. С этой целью предварительно рассмотрены макропризнаки и критерии, которые, согласно литературным данным [1, 13, 21, 22], характеризуют промышленно золотоносные ФКС и отражены на рисунках 1–3.

ФЛЮИДНО-КАРКАСНЫЕ СИСТЕМЫ ХИНГАНО-ЯУРИНСКОЙ ВУЛКАНОГЕННОЙ ЗОНЫ

Действующий петрографический кодекс [13] содержит характеристику горных пород и образуемых ими геологических тел, в формировании которых ведущая роль по ряду признаков принадлежала декомпрессионным взрывам флюидов (флюидоэксплозиям). Эти взрывы приводят к разнообразным эффектам: к проникновению (импрегнации) флюидного вещества во вмещающую среду (раму), часто послойному; к сбросу или экстракции отдельных ин-

гредиентов, в том числе рудных; к фиксации вещества флюида в новом пространстве и, в конечном счете, к образованию пород и геологических тел со специфическими признаками.

В настоящее время брекчиевые образования, интерпретируемые как флюидоэксплозивные, установлены на многих крупных промышленных месторождениях золота, серебра, меди, алмазов, урана, железа, флюорита, барита, редкоземельных элементов и других полезных ископаемых [1, 21]. В пределах этих месторождений брекчии являются главными рудовмещающими, а зачастую и рудоносными породами. Особое значение для диагностики флюидолитов приобретают вещественные признаки. При этом в качестве ведущих выступают их текстурно-структурные особенности, состав минеральных фаз (в том числе ксеногенных) и связующей массы, а также геохимическая специфика пород, которые в значительной мере отражают специфику источника флюидов. В литературе по флюидолитам [1, 13, 21, 22] содержится наиболее полная информация о локальных рудоносных брекчиевых ФЭС, которые формируются преимущественно в крутопадающих системах наложенных трещин [21, 22]. При этом отмечается, что наиболее богатое и масштабное оруденение обычно формируется в пределах пологозалегающих горизонтов, благоприятных для рудоотложения, которые сочетаются с крутыми подводящими структурами.

Макропризнаки ФКС, которые нашли отражение на исходных материалах по Малому Хингану (рис. 1–3), нами разделены на региональные и районные. Учет первых позволяет произвести первичную локализацию геологических обстановок, благоприятных для обнаружения ФКС. Учет вторых позволит проводить дальнейшую локализацию площадей в пределах определившихся обстановок.

Региональные (мелкомасштабные) признаки:

- 1) участки глубинных разломов, выраженные на поверхности тектонически ослабленными зонами различных глубин заложения, часто кольцевого строения;
- 2) наличие среди вулканитов полей игнимбритов;
- 3) повышенная встречаемость на исследуемой территории пород с брекчиевой, игнимбритовой и флюидальной текстурой, что указывает на наличие в пределах искомой динамической системы глубинных декомпрессионных взрывов флюидов, имеющих единый энергетический источник;

- 4) мощное проявление гидротермально-метасоматического преобразования вмещающих пород, которое завершается формированием площадных ареалов аргиллизитов изометричной или эллипсоидной формы (в плане).

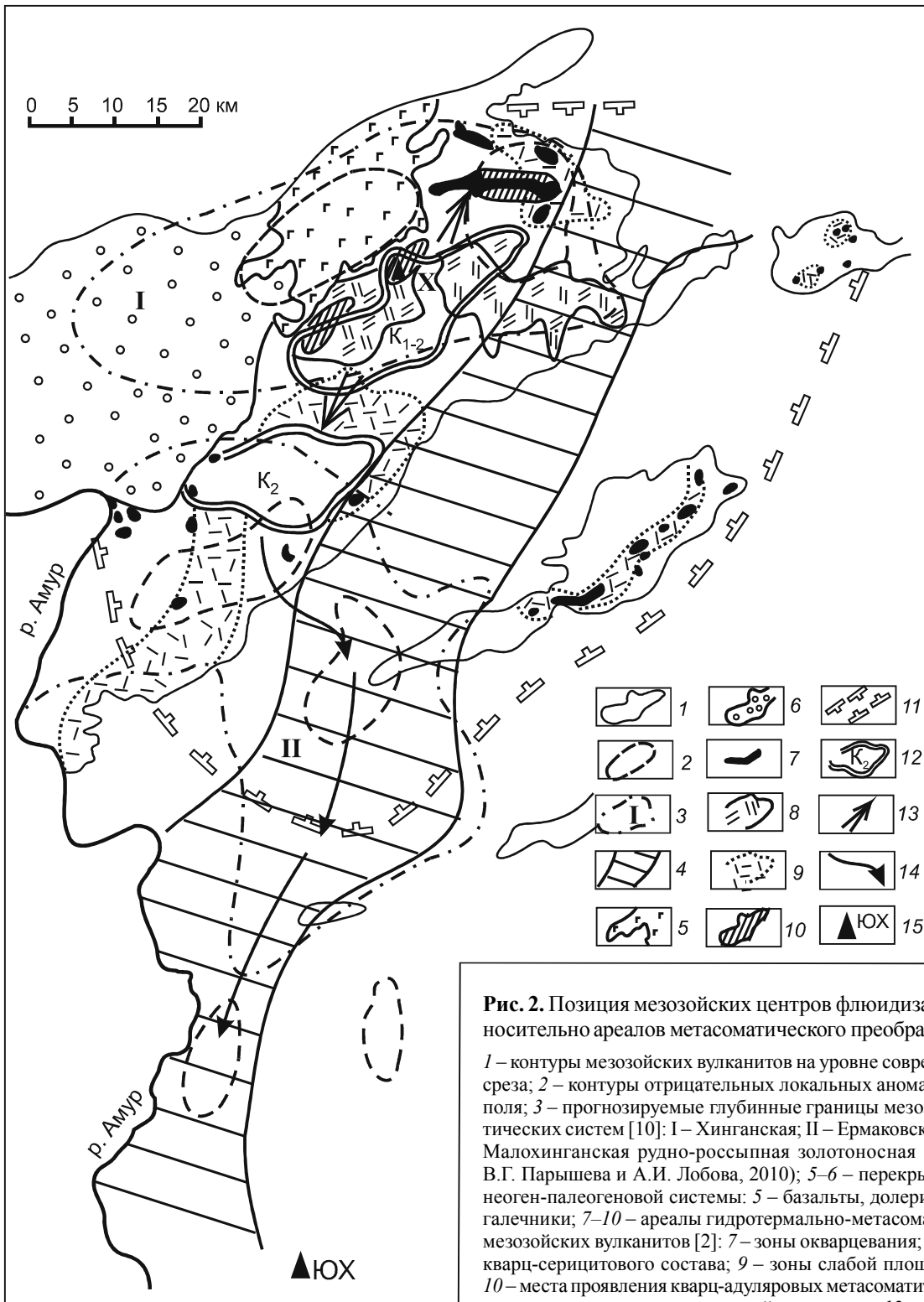


Рис. 2. Позиция мезозойских центров флюидизации М. Хингана относительно ареалов метасоматического преобразования вулканитов.

1 – контуры мезозойских вулканитов на уровне современного эрозийного среза; 2 – контуры отрицательных локальных аномалий гравитационного поля; 3 – прогнозируемые глубинные границы мезозойских рудно-магматических систем [10]: I – Хинганская; II – Ермаковская; 4 – потенциальная Малохинганская рудно-россыпная золотоносная зона (по материалам В.Г. Парышева и А.И. Лобова, 2010); 5–6 – перекрывающиеся образования неоген-палеогеновой системы: 5 – базальты, долериты; 6 – глины, пески, галечники; 7–10 – ареалы гидротермально-метасоматического изменения мезозойских вулканитов [2]: 7 – зоны окварцевания; 8 – зоны существенно кварц-серицитового состава; 9 – зоны слабой площадной аргиллизации; 10 – места проявления кварц-адуляровых метасоматитов; 11 – общий контур кварцевого метасоматоза мезозойского этапа; 12 – контуры мезозойских центров флюидизации (K_{1-2} – раннемелового и поздне мелового возраста; K_2 – преимущественно поздне мелового возраста); 13 – предполагаемое основное направление развития процесса флюидизации; 14 – вероятное направление мезозойской активизации; 15 – месторождения (X – Хинганское, оловорудное, ЮХ – Южно-Хинганское, железо-марганцевое. Участок Поперечный).

Районные (средне- крупномасштабные) признаки:

1) отчетливое преобладание среди горных пород брекчиевых (часто конгломератоподобных) разновидностей, в которых обломки различного происхождения сцементированы массой туфового (туффизитового), игнимбритового, игнispумитового или порфириового облика. Это собственно флюидогенно-брекчиевые или флюидогенно-магматогенно-брекчиевые породы, которые всегда содержат ксеногенный материал;

2) разнообразие текстурно-структурного облика пород, их пестроцветность (иногда объемная);

3) специфическая морфология тел флюидолитов, обусловленная длительным взрывообразным воздействием газовой-жидких флюидов, восходящих из магматического очага;

4) неотсортированность кластического материала, сочетание угловатых и округлых обломков, наличие глубинных ксенолитов, а также неоднородная полосчатая, пятнистая или пятнисто-полосчатая текстура и другие признаки, свидетельствующие о фиксации привнесенного материала в новом объеме;

5) сложное внутреннее строение формируемых тел флюидолитов, наличие секущих контактов и раздувов;

6) наличие локальных зон аргиллизитов, контролирующей позицию целого ряда богатых месторождений в некоторых рудных районах (Олимпиада, Балей, Купол, Среельцовский рудный узел и др.);

7) наличие на периферии ФЭС благоприятных стратиграфических горизонтов для локализации брекчиевых взрывчатых тел в системах наложенных трещин;

8) автономная концентрическая и радиальная трещиноватость, которая обычно возникает при формировании ФЭС, а минерализация внутри образует оруденелые брекчии или находится в системах наложенных трещин на периферии ФЭС;

9) благоприятная структурная позиция в обрамлении вулкано-тектонических депрессий высокого порядка, а также наличие зональности метасоматически измененных пород (от кварц-хлоритовых пропицитов через серицитовые кварциты до аргиллизитов), наличие в цементе брекчий ярозита.

Следует заметить, что в помещенный выше список не вошли признаки флюидолитов, которые не обнаруживаются без специальных исследований: сложное внутреннее строение тел, дезинтеграция зерен и обломков, наличие высокобарных минералов, наличие следов течения цементирующего материала и т.п. Без предварительного выделения ФЭС также являются трудно диагностируемыми признаки (соотношение флюидолитов с рамой, отсутствие дробления в экзо-

контактах, наличие апофиз и т.п.), которые должны выявляться либо по результатам целенаправленного тематического полевого изучения, либо при детальном минералогическом-петрографическом исследовании.

На рисунке 2 представлены результаты анализа картографических материалов (рис. 1), который нацелен на выделение центров флюидизации мезозойского этапа развития территории по перечисленным выше признакам.

Анализ материалов показывает, что Малохинганская рудно-россыпная золотоносная зона находится в пределах общего контура Хингано-Яуринской вулканической зоны, который существовал до начала ее активной эрозии. Она расположена в центральной части обширной области, где мезозойские вулканы подверглись существенному кварцевому метасоматозу (рис. 2). Гидротермальная минерализация проявлена в виде кварцевых жил либо зон, представляющих из себя разобщенные участки прожилкового окварцевания. Достаточно часто встречаются гнезда опаловидного и халцедоновидного кварца, агатовидные полосчатые, поясовые метаколлоидные и сферолитовые агрегаты, совокупность которых формирует ареалы разных форм и размеров. Иногда устанавливается, что на более низких гипсометрических уровнях на прожилковое окварцевание могут накладываться зоны метасоматического окварцевания и серицитизации. Как установлено при изучении вулканических поясов Северо-Востока Азии, наличие подобных областей является благоприятным региональным признаком золото-серебряного оруденения [13]. Авторы упомянутой работы отмечают, что промышленные аналоги этих эпитептермальных образований отличаются от остальных только содержаниями золота и серебра. Однако на Малом Хингане с середины прошлого века и до настоящего времени при поисковых работах описанные образования практически не изучались на содержание благородных металлов, поскольку работы были специализированы на олово или уран.

Исключение составляют самые поздние поисковые работы, охватывающие Джалинда-Таежнинский оловорудный узел (северо-восточное окончание Хингано-Олонойской ВТД) [9], при выполнении которых впервые в больших объемах проводилось штучное опробование гидротермально измененных вулканических на благородные металлы. По результатам этих исследований авторы обосновали золотоносность периферии Джалинда-Таежнинского оловорудного узла и предложили выполнить конкретные работы по ее оценке. К сожалению, глубинной проверки полученных данных не проводилось.

Последующий анализ районных признаков (признаки 1–4) привел к выделению двух центров флюи-

дизации, которые приурочены к РМС [2, 10] с разной длительностью функционирования. Согласно рис. 2 площадные размеры и морфология границ центров флюидизации, а также ориентировка их длинных осей хорошо согласуются с морфологией отрицательных аномалий гравитационного поля. Однако их позиция не совпадает в плане: в пределах Хинганской РМС гравитационный минимум несколько смещен на северо-запад, а в пределах Ермаковской – на юг. Вероятно, наиболее сильно эродирован разрез мезозойских вулканитов в районе Хинганская ФЭС, о чем свидетельствуют выходы здесь на поверхность многочисленных субвулканических интрузий и даек разного состава. В районе описываемой ФЭС метасоматические преобразования вулканитов имеют зональное строение. Если в центральной ее части установлено локальное проявление хлоритизации и широко присутствуют оловоносные кварц-серицитовые изменения пород, то на северо-восточной периферии системы, в краевой части Хингано-Олонойской ВТД, они сменяются зонами окварцевания и площадной аргиллизации. Таким образом, можно заключить, что в районе Хинганской ФЭС закономерно проявлены районные признаки рудоносных ФЭС (признаки 5–9), которые ранее не принимались во внимание при проведении поисковых работ.

Ермаковская ФЭС в рассматриваемых признаках проявлена существенно слабее (рис. 2). С северо-востока она обрамлена дугой аргиллизитов. На водоразделе рек Большие Сололи и Малиновая аргиллизиты по трещинам интенсивно пропитаны лимонитом и гетитом. В этой же части площади обнаружены зоны гематитизации (рудопроявления урана Малиновое и Бушумное) и многочисленные геохимические ореолы рудных элементов (включая донные потоки серебра). Южнее и юго-восточнее Ермаковского центра флюидизации поля аргиллизитов приобретают линейную упорядоченность. На юго-восточной периферии Хингано-Олонойской ВТД в их пределах сформировано Радденское месторождение цеолитов. При детальной оценке этого объекта выявлены зоны брекчий с кварц-гематитовым цементом [2]. Примечательно, что зоны окварцевания вулканитов в пределах Хингано-Олонойской ВТД закартированы южнее и западнее описываемого центра, а также в виде узкой полосы установлены вдоль юго-восточной границы Сутарской ВТД (рис. 1, 3).

На исследованной территории площадную направленность процесса мезозойской активизации косвенно можно оценить путем сопоставления описанных выше материалов с изменением морфологии изолиний отрицательного поля силы тяжести (рис. 2, 3).

Комплексный анализ исходных геолого-геофизических материалов, выполненный в рамках концеп-

ции флюидно-каркасных систем, привел к выделению двух разобобщенных центров флюидизации, которые входят в состав ранее установленных Хинганской и Ермаковской РМС (рис. 2). По мнению авторов, эти центры определяют особенности мезозойской металлогении исследуемой территории и существенно различаются структурно-геологической позицией, а также временем и характером развития систем.

МЕТАЛЛОГЕНИЯ ХИНГАНО-ЯУРИНСКОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

В пределах Хингано-Яуринской вулканической зоны к настоящему времени выявлен целый ряд эндогенных месторождений мезозойского возраста. Некоторые из них достигают крупных масштабов. В центральной части зоны, в пределах контура Хинганской РМС [11], эксплуатировались месторождения олова Хинганское, Центральное, Березовое, Карадубское, а на северо-восточном окончании зоны, в контурах Каменушинской РМС, детально разведаны месторождения уран-молибденовой формации Ласточка, Светлое, Каменушинское, Туманное. Рудоносность Ермаковской РМС наследует черты как Каменушинской (выявлены рудопроявления урана) так и Хинганской (обнаружены точки минерализации с деревянистым оловом) РМС. Однако на уровне современного эрозионного среза проявленная здесь металлоносность редко достигает масштабов рудопроявления.

Эрозионный срез большинства изученных мезозойских месторождений Хингано-Яуринской вулканической зоны считается верхнерудным или надрудным. Основная часть золотоносной Малохинганской рудно-россыпной зоны (рис. 2) пространственно тяготеет к Ермаковской и соседней с ней Хинганской РМС. Следует заметить, что непосредственно в пределах рудно-россыпной зоны коренные месторождения золота до настоящего времени не обнаружены, а границы ее нельзя считать достоверно установленными. Авторам данной статьи представляется, что по своему географическому положению Малохинганская рудно-россыпная зона может рассматриваться в качестве фрагмента более крупной Восточно-Буреинской металлогенической зоны, т.к. она непосредственно примыкает к ней с юго-востока и отделена только вулканитами Хингано-Олонойской ВТД. При этом нельзя не заметить, что для поисков с поверхности недоступна северо-западная половина Хингано-Олонойской ВТД, поскольку она перекрыта послерудными образованиями палеоген-неогеновой системы (рис. 1, 2). На исследованной нами территории Восточно-Буреинская металлогеническая зона контролируется Хинганским глубинным разломом (этот разлом ограничивает Хингано-Олонойскую ВТД с северо-запад-

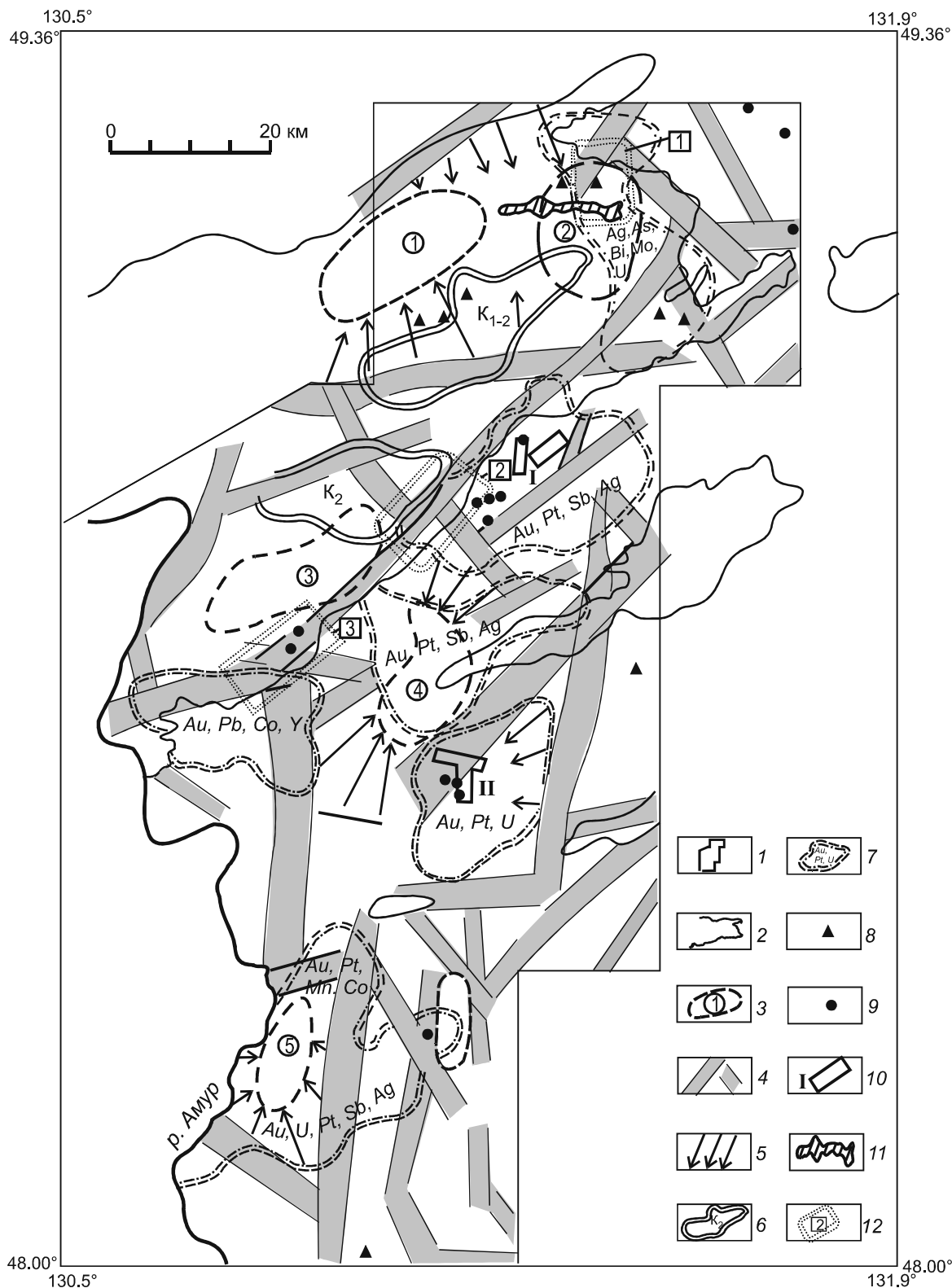


Рис. 3. Положение проявлений эндогенной золотоносности М. Хингана относительно учтенных признаков перспективности территории.

1 – границы литогеохимической съемки масштаба 1:200 000, а также карты исходного поля силы тяжести; 2 – контуры мезозойских вулканитов; 3–5 – элементы гравитационного поля: 3 – границы отрицательных гравитационных аномалий III и более высоких порядков разной интенсивности и их номер (цифра в круге): 1 – Хинганская, 2 – Джалиндинская, 3 – Федосеехинская, 4 – Дуриловская, 5 – Маньжурская; 4 – линейные гравитационные ступени; 5 – области повышенных градиентов поля силы тяжести, стрелкой

ной стороны). Зона характеризуется золото-сурьмяно-ртутной специализацией, а золотоносность ее связана с иораксонским комплексом диоритов–гранодиоритов мелового возраста [15]. Перспективы названной металлогенической зоны связаны с возможностью обнаружения в ее пределах труднооткрываемых крупно-объемных золотосульфидных месторождений.

Вопрос о возрасте эндогенного золотого оруденения и его геолого-генетических особенностях на Малом Хингане является давним предметом дискуссий. Это обусловлено, в первую очередь, незначительными объемами выполненными в этом направлении исследований [6]. Специальных работ по датировке проявлений и рудопроявлений золота, которые показаны на рисунке 3, не проводилось. В литературе имеются лишь статистические данные о приуроченности известных на Буреинском массиве проявлений этого металла к геологическим образованиям разного возраста [16]. Так в пределах мезозойских толщ обнаружено 48.3 % проявлений, в палеозойских – 36.6 %, а в еще более древних – лишь 15.5 %. Подобная статистика позволяла делать вывод о том, что золотоносность данного региона в основном определяется наложенными процессами, которые связаны с мезозойским этапом развития территории. Незначительное число проявлений благородных металлов в допалеозойских породах, возможно, обусловлено отсутствием поисков в полях развития древних толщ. Работами последних лет [12, 23] среди них установлена платиноидная и золото-серебряная минерализация, связанная, в том числе, с телами флюидизитов.

Уместно упомянуть, что в ряде рудных районов Мира установлена отчетливая выраженность полихронного развития олова и золота. В этом случае золотая минерализация по возрасту обычно опережает оловянную и, как правило, связана с малыми интрузиями диоритового состава либо силлами дацитов или дайками среднего, основного и реже кислого состава [2]. В описываемом регионе по этому вопросу сделаны следующие выводы (Емельянов, 1977): на заключительной (сульфидной) стадии мезозойского оловорудного процесса формируются аргентит, электрум и самородное серебро. При этом по отношению к оловорудным телам сульфиды серебра занимают самую верхнюю и нижнюю позиции, а содержания серебра

могут достигать 80–260 г/т [1]. В пределах Хинганского рудного поля золото-серебряная минерализация установлена на месторождениях Хинганском, Березовском, Центральном, Верхнем. На Каменистом в штуфных пробах, отобранных из жильных массивных арсенипиритов, установлены содержания золота до 30 г/т [11].

Известно, что в состав рудных комплексов эпitherмальных золоторудных районов Охотско-Чукотского и Прибрежного вулканических поясов наряду с серебром часто входит и олово, а в собственно оловорудных районах существенно преобладают месторождения серебра с золотом [2–4, 10]. При этом наибольшее разнообразие минеральных типов возникает в тех районах, где в разрезе вулканитов имеются признаки присутствия лав, которые продуцируются коровыми и мантийными очагами, а также в местах, где выявляется многократное повторение вулканических и плутонических инъекций [6]. Это создает условия для пространственного совмещения магматических образований с различной металлогенической специализацией, которая часто определяется степенью дифференциации самих рудно-магматических систем.

Подробная информация о состоянии изученности эндогенной золотоносности на Малом Хингане нами приведена в работе [19]. Здесь акцентируем внимание только на том, что в исследуемом районе обнаружены золоторудные проявления близповерхностного вулканогенного типа с тонким и мелким золотом. Кроме того имеются и проявления золота в ассоциации с киноварью [5]. При эксплуатации россыпей обнаруживалась галька и слабо окатанные обломки халцедоновидного жильно-прожилкового кварца, марказит и знаки киновари в шлихах. Все это может свидетельствовать о существовании эпitherмальных источников питания россыпей.

Поскольку все обнаруженные на изученной территории проявления золота размещаются в пределах пониженных значений гравитационного поля, а датировок времени рудообразования (кроме возраста вмещающих пород) не имеется, то в принципе все они (рис. 2) могут оказаться мезозойскими. Вероятность такого допущения обосновывается тем, что географическая позиция продуктов мезозойского магматизма и связанной с ним минерализации региона тесно увязы-

показано направление уменьшения поля; 6 – положение мезозойских центров флюидизации; 7 – аномальные геохимические узлы, выделенные по результатам литохимического опробования ВСЕГЕИ [14], символами показан ранжированный ряд типоморфных рудных элементов; 8 – коренные месторождения, содержащие примеси золота и других благородных металлов; 9 – известные коренные проявления золота, а также точки минерализации; 10 – участки, рекомендованные для поисков золота бурением на основании детальных геофизических работ: I – Воробьевский, II – Ашикан (по материалам В.Г. Парышева и А.И. Лобова, 2010); 11 – Верхнеолонойская линейная зона окварцевания; 12 – участки, которые рекомендуются для постановки тематических работ на золото, в квадрате – номер участка.

вается с полосой региональных отрицательных аномалий поля силы тяжести.

Как отмечено в работах [10, 24], на Востоке России золоторудные районы повышенной продуктивности располагаются в обрамлении крупных выступов докембрия и пространственно сопряжены с позднемезозойскими вулканоплутоническими образованиями умеренной и повышенной щелочности. Именно такую позицию имеет изученный нами район. При локализации перспективных на золото площадей нами учтено индикаторное значение разноориентированных градиентных зон поля силы тяжести (и их пересечений), а также относительно локальных отрицательных аномалий поля силы тяжести (гравитационных минимумов). Эти аномалии в большинстве случаев изометричны или слабо вытянуты. Из опыта изучения других территорий известно, что рудные узлы обычно занимают краевые части минимумов (прианомальную область), располагаясь между эпицентром минимума и осью гравитационных ступеней. Золоторудные месторождения практически всегда располагаются в краевых частях минимумов поля силы тяжести. Рудные узлы или пересекаются гравитационной ступенью или вплотную примыкают к ней. Золоторудные месторождения и крупные рудопроявления относительно градиентной зоны занимают повторяющуюся позицию – находятся в ее краевой части со стороны блока менее плотных пород. Упомянутая закономерность свидетельствует об определяющем значении в региональном контроле оруденения глубинных разломов коро-мантийного заложения, которые вскрывают резервуары эндогенных флюидов и фиксируются гравитационными ступенями. Перечисленные признаки относительной перспективности территории вынесены на рисунок 3. Там же показаны геохимические узлы, которые выделены по результатам литохимического опробования территории, нацеленного на выявление потоков и вторичных ореолов рассеяния. Площадные геохимические работы выполнены ВСЕГЕИ в 2006–2010 гг. [25].

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА МАЛОМ ХИНГАНЕ

Новый материал, который изображен на рисунках 2 и 3, позволяет с нетрадиционных позиций подойти к оценке перспектив Малого Хингана на эндогенное золото мезозойского возраста. Известно, что в настоящее время основными ориентирами при прогнозе крупнообъемных месторождений золота становятся группы признаков, непосредственно определяющие проявление рудообразующего процесса [3]. Совместный комплексный анализ комплекса данных, с позиции ранее неиспользованной концепции ру-

додоброобразования на изучаемой территории, позволяет авторам статьи предложить вариант дополнительных исследований, нацеленный на выявление типовых обстановок и оценку перспектив благороднометалльной минерализации локальных структур. Задача дополнительных исследований состоит в уточнении особенностей геологического строения площади и выявлении локальных признаков ФКС, а также получении новой минералого-геохимической информации о наличии признаков благороднометалльного оруденения. По результатам выполненного обобщения наибольшие перспективы имеют 3 участка, на которых рекомендуются постановка тематических и ревизионных работ на эндогенное золото (рис. 3). Все они располагаются: в прибортовых частях Хингано-Олонойской ВТД; в периферической зоне мезозойских центров флюидизации; в пределах ареалов аргиллизитов и контуре аномальных (по Au, Ag, Pt) геохимических узлов; в периферической части локальных гравитационных минимумов и вблизи гравитационных ступеней. На участках установлены слабо изученные на золото зоны прожилкового и метасоматического окварцевания вулканитов, среди которых зафиксирована эндогенная золотоносность в виде отдельных проявлений (рис. 2, 3). Кроме того, участки расположены в разных геолого-структурных обстановках.

Работы на участке № 1 позволят получить дополнительные материалы, необходимые для объективной оценки перспектив на золото северо-восточной периферии Хинганской ФКС. Согласно работе [9], в этой части территории поисково-оценочные работы на олово сопровождались штучным опробованием гидротермально измененных вулканитов, в том числе и на благородные металлы. Установлено, что многие зоны измененных пород этой части Хингано-Олонойской ВТД характеризуются содержаниями золота от 0.04 до 0.5 г/т, обычно в совокупности с аномальными содержаниями (иногда до первых процентов) As, Pb, Bi, Cu, Ag. В западном направлении зафиксировано нарастание содержания сопутствующих компонентов. В результате характеризуемых работ установлена золотоносность периферии Джалинда-Таежнинского оловорудного узла. По мнению авторов, особый интерес представляет район месторождения олова Таежное и рудопроявления Кварцевое, т.е. северной половины участка № 1. Здесь выделена зона Золотая, которая ориентирована в северо-западном направлении. По простираю она прослежена на 1 км и характеризуется содержаниями золота в штучах от 0.1 до 1.0 г/т. Зона рекомендована для изучения на золото, однако на глубину она не оценивалась. Дополнительно перспективность описываемой части Хингано-Олонойской ВТД подтверждается тем фактом, что по многим

изученным зонам с глубиной фиксируется увеличение интенсивности аномалий поляризуемости (данные ВЭЗ-ВП). Представляется, что изучение участка следует начать с Верхнеолоной зоны окварцевания, которая на современном эрозионном срезе является самым крупным объектом подобного рода в пределах Хингано-Яуринской вулканической зоны. В начале 60-х годов прошлого века вся Верхнеолоная зона оценивалась на олово и была охвачена геолого-геохимическими поисками масштаба 1:10 000.

Эти работы положительных результатов на олово не дали, но было установлено, что зона состоит из разобщенных участков прожилкового окварцевания протяженностью 500–1000 м при ширине 300–800 м, которые укладываются в полосу субширотного направления (рис. 2, 3). В пределах участков окварцевания выявлены кварцево-адуляровые и кварцево-хлоритовые жилы, а также флюорит. Измененные породы иногда интенсивно раздроблены и сцементированы молочно-белым кварцем, реже флюоритом. В трещинах установлен пирит, галенит, редко халькопирит и арсенопирит. Отмечена вертикальная зональность, выражающаяся в том, что на высоких отметках прожилки не сопровождаются рудной минерализацией. С увеличением эрозионного среза на прожилковое окварцевание накладывается метасоматическое. Зоны метасоматического окварцевания – это существенно кварцевые породы с подчиненным количеством адуляра и серицита. При геохимических поисках в пределах зоны выявлены повышенные содержания Sn, Pb, Zn, иногда As, Mo. На золото пробы не анализировались. Положительным признаком также является то, что участок № 1 располагается в контуре аномального геохимического узла, в котором серебро является первым элементом в ранжированном ряду (рис. 3).

Целенаправленные полевые исследования на участках № 2 и № 3 позволят получить недостающие данные о благоприятных локальных признаках благороднометалльной рудоносности периферической зоны второго центра мезозойской флюидизации, который приурочен к Ермаковскому гравитационному минимуму. Для подготовки полевых исследований на участках 2 и 3 потребуются предварительное переосмысление большого геолого-геохимического материала, который за много лет был накоплен специалистами Таежной экспедиции I ГГУ и ДВИМСа (Дальневосточный институт минерального сырья) при изучении ураноносности Сололинского блока Хингано-Олонойской ВТД. В частности, на всей площади блока выполнена каркасная (по водоразделам) литогеохимическая съемка по измененным породам. При производстве последних по времени работ, кроме пешеходных и геохимических поисков урана, в

районе участка № 2 проведено бурение по профилям глубиной до 500 м. Вопрос анализа полученных материалов для оценки потенциальной золотоносности Сололинского блока производителями работ не рассматривался. Как нам представляется, положительным фактором является то, что со стороны фундамента вулканической депрессии к описываемому участку примыкает группа известных золоторудных объектов, которые обнаружены в районе рудопроявления Лысая Гора (локализовано в палеозойских гранитоидах).

Кроме того, участок № 3 расположен в пределах ареала распространения малых интрузий гранит-порфиров Ермаковской РМС, что по отношению к участку № 2 является другой геолого-структурной обстановкой, которая подлежит оценке. Предшественниками на площади участка № 3 были найдены два штуфа каолинизированных вулканитов (видимо аргиллизитов): один с видимыми золотом, а другой – с золото-ртутным оруденением [5]. Одним из соавторов настоящей статьи в этом районе пройден маршрут и исследованы расчистки по дорожным выемкам. Выявлено мощное, полого падающее тело аргиллизитов, местами рассеченное сетью прожилков халцедоно-видного жильно-прожилкового кварца, подобного тому, что обнаруживается и в россыпях. Отдельные интервалы измененных пород опробованы пунктирной бороздой. По сравнению с фоном одна из проб характеризуется повышенным содержанием серебра, цинка, галлия.

Кроме перечисленных, дополнительно показаны участки Воробьевский и Ашикан (рис. 3), которые В.Г. Парышевым и А.И. Лобовым рекомендованы для глубинных поисков золота на основании детальных геофизических работ. Авторы статьи считают, что работы по оценке золотоносности этих участков следует завершить. Они позволят получить необходимый материал для оценки типовых геологических обстановок в пределах пород фундамента, а также помогут оценить перспективность выделенных ВСЕГЕИ геохимических узлов. Кроме того, работы в пределах участка Ашикан будут способствовать оценке перспектив обнаружения эндогенного золотого оруденения на периферии Дуриловского гравитационного минимума в целом (южная часть Ермаковской РМС).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, отметим, что общие перспективы мезозойской эндогенной золотоносности рассматриваемого региона предшественниками связывались со штокообразными интрузиями и дайками диоритов-гранодиоритов кульдурского интрузивного комплекса (рудопроявления золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций) либо с меловым

иораксонским диорит-гранодиоритовым комплексом (золото-сульфидная золото-сульфидно-кварцевая, золото-сурьмяная и золото-ртутная формации) [20, 25] (А.И. Лобов, 2010). По нашему мнению, позиция этих объектов в вулканитах будет иметь, скорее всего, слабо проявленный либо скрытый характер, даже на тех территориях, где на уровне современного эрозионного среза обнаруживаются субвулканические интрузии и дайки основного состава. Примечательно, что уже в работе [7] было высказано суждение о тесной связи железорудных месторождений Малого Хингана с древними вулканами и их гидротермами (поствулканическая стадия). Проведенные недавно исследования [12] на Поперечном участке Южно-Хинганского железо-марганцевого месторождения не только подтвердили эти выводы, но и позволили обнаружить многоактные процессы флюидизации, сопровождаемые интенсивной углеродизацией. В протерозойско-кембрийских углефицированных доломитах и железо-марганцевых рудах впервые обнаружены высокие содержания серебра, золота и платины, которые предложено рассматривать с позиции магматогенно-гидротермальной модели благороднометалльного оруденения. Это переориентирует направление поисков и в древних породах фундамента, нацеливая их на предварительное выделение ФЭС соответствующего периода геологического развития региона.

Авторы статьи считают, что потенциал Малого Хингана на благороднометалльное оруденение эпитептермального типа мезозойского возраста может существенно измениться уже по результатам заверки предложенных рекомендаций. Новое направление оценки территории позволило обосновать последовательную локализацию перспективной площади и впервые выделить два центра мезозойской флюидизации, которые различаются длительностью развития и металлогенной, а также имеют специфическую выраженность в наложенных постмагматических преобразованиях вулканитов и поле силы тяжести. Исходя из принятой концепции определены локальные участки для дополнительного полевого изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афонсов М.Н., Казак А.П., Якобсон К.Э. Флюидолиты и полезные ископаемые на Северо-западе России. Поисково-прогнозные исследования на основе детального геолого-минералогического анализа. Изд. дом: LAP LAMBERT Acad. Publ., 2012. 108 с.
2. Бакулин Ю.И. Систематизация оловоносных и золотоносных рудных систем для целей прогнозирования. М.: Недра, 1991. 192 с.
3. Волков А.В., Сидоров А.А., Гончаров В.И. Перспективные типы большеобъемных месторождений золота Северо-Востока России // Геология, минералогия и геохимия месторождений благородных металлов Востока России. Новые технологии переработки благороднометалльного сырья: Сб. науч. тр. Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2005, С. 75–79.
4. Волков А.В., Сидоров А.А. Золото-серебряные месторождения вулканогенных поясов – основа создания новых горнорудных районов на Северо-Востоке России // Золото и технологии. 2011. № 4. С. 13–20.
5. Геологическая карта СССР. 1:200 000. Сер. Хингано-Буринская. Лист М-52-XXIX: Объясн. зап. / Сост. А.П. Сорокин, ред. Е.К. Дацко. Л., 1976. 56 с.
6. Горячев Н.А., Волков А.В., Сидоров А.А., Гамянин Г.Н. и др. Золото-серебряное оруденение вулканогенных поясов северо-востока Азии // Литосфера. 2010. № 3. С. 36–50.
7. Егоров Е.В., Тимофеев М.В. Эффузивные железисто-кремнистые формации и железорудные месторождения Малого Хингана // Геология и генезис докембрийских железо-кремнистых и марганцевых формаций Мира: Труды Междунар. симпоз. Киев: Наук. Думка, 1972. С. 190–195.
8. Емельянов Н.П. Рудно-магматические системы и тектонический режим // Магматогенно-рудные системы. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 78–82.
9. Копылов М.И., Плотницкий Ю.Е., Родионов С.М., Романовский Н.П. Хингано-Олонойский оловорудный район: геолого-геофизические характеристики, рудоносность, проблемы развития сырьевой базы. Владивосток–Хабаровск: ДВО РАН, 2004. 252 с.
10. Моисеенко В.Г., Эйриш Л.В. Золоторудные месторождения Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1996. 352 с.
11. Невструев В.Г., Усиков В.И., Ятлукова Н.Г. Золотоносность оловорудных объектов и проблемы их комплексного освоения // Драгоценные металлы и камни – проблемы добычи и извлечения из руд, песков и вторичного сырья: Тез. докл. 2-й Междунар. конф. и выставки. Иркутск: Иргиредмет, 2001. С. 102–104.
12. Невструев В.Г., Бердников Н.В., Саксин Б.Г., Усиков В.И. Благороднометалльная рудная минерализация в углеродистых породах Поперечного железо-марганцевого месторождения (Малый Хинган, Россия) // Тихоокеан. геология. 2015. Т. 34, № 6. С. 102–111.
13. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд-е третье, исправленное и дополненное. СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
14. Покалов В.Г. Формирование рудно-магматических систем гидротермальных месторождений // Сов. геология. 1986, № 3. С. 33–41.
15. Романовский Н.П. Рудно-магматические системы, принципы их выделения и изучения // Тектоническая природа геофизических полей Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. С. 156–160.
16. Савинков В.И., Саксин Б.Г., Суркова А.Н. Закономерности локализации цеолитовой минерализации в вулканитах (на примере Хингано-Олонойской вулcano-тектонической депрессии) // Сов. геология. 1992. № 7. С. 28–36.
17. Саксин Б.Г. Геолого-геофизическая модель и оценка перспектив Хингано-Олонойского оловорудного района // Сов. геология. 1987. № 10. С. 60–66.
18. Саксин Б.Г., Маловицкая Н.Л., Борисенко С.С. Глубинное строение и связь с ним оловянного оруденения в Хинга-

- но-Олонойском районе // Тихоокеан. геология. 1989. № 2. С. 52–57.
19. Саксин Б.Г., Невструев В.Г., Усиков В.И. Современное состояние поисков эндогенных месторождений благородных металлов на Малом Хингане (Дальний Восток) // Тихоокеан. геология. 2015. Т. 34, № 1. С. 72–79.
20. Степанов В.А., Мельников А.В. Рудно-россыпные узлы Восточно-Буреинской металлогенической зоны Приамурской провинции // Вестн. АмГУ. Сер.: Естественные и экон. науки. 2013. Вып. 63. С. 93–101.
21. Туговик Г.И. Флюидно-эксплозивные структуры и пластовое оруденение. М.: Наука, 1989. 192 с.
22. Фогельман Н.А. Основные принципы формационного анализа золотоносных районов и рудных полей в целях прогноза // Отеч. геология. 1999. № 3. С. 14–18.
23. Ханчук А.И., Плюснина Л.П., Руслан А.В., Лихойдов Г.Г., Баринов Н.Н. Природа графитизации и благороднометалльной минерализации в метаморфитах северной части Ханкайского террейна. Приморье. // Геология руд. месторождений. 2013. Т. 55, № 4. С. 261–281.
24. Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Крупные золоторудные районы Юго-Востока России: особенности позиции и строения // Литосфера. 2013. № 1. С. 128–135.
25. Юрченко Ю.Ю., Соколов С.В., Беляев Г.М. Геолого-геохимические критерии прогнозной оценки Малого Хингана на эндогенное золотое оруденение (Дальний Восток, Россия) // Региональная геология и металлогения. 2011. № 46. С. 117–126.

Рекомендована к печати И.Ю. Рассказовым

B.G. Saksin, V.I. Usikov, V.G. Nevstruev

Mesozoic ore gold of the Lesser Khingan, Far East of Russia, and substantiation of the directions of searches in the framework of fluid-frame systems

A new line of search for Mesozoic endogenous deposits of precious metals of the epithermal type in the volcanites of the Lesser Khingan is justified. Revaluation of the precious-metal mineralization potential of the Khingan-Yaurinsky volcanic zone is based on the selection of the fluid-frame systems and comprehensive metallogenic analysis of local sites. Based on the data obtained, objects for detailed study were determined.

Key words: Mesozoic, endogenous metallogeny, ore-magmatic systems, fluid-frame systems, precious metals, Khingan-Yaurinsky volcanic zone, Lesser Khingan, Far East of Russia.