

регионе ежегодно возникает дефицит сырья. Однако недостающее количество сырья возвращается с уральских предприятий, принадлежащих компаниям «ЕвразГруп С.А.» и НПРО «Урал», а также поставляется с ГОКов КМА.

В Приволжском ФО практически отсутствует сырьевая база; железную руду на завод «Уральская сталь» завозят с предприятий КМА (Лебединский ГОК) и незначительную часть из Казахстана. Ежегодно из Белгородской в Оренбургскую область поставляется свыше 4 млн т железорудного концентрата. Сводные данные по объемам и направлениям поставок железорудного сырья приведены в табл. 2.

Выводы

Производственная база железных руд в России достаточна для обеспечения потребностей отечественной черной металлургии. Ежегодно около 80 % всей выпускаемой железорудной продукции направляется на отечественные металлургические комбинаты для выплавки металлургической продукции первого периода. Остальная руда отгружается на экспорт.

Свыше 80 % выпускаемых железных руд в России обеспечивают крупные вертикально-интегрированные холдинги: УК «Металлоинвест», «ЕвразГруп С.А.», ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК», ПАО «Мечел» и ОАО «ММК». В структуру этих холдингов входят и металлургические заводы — основные потребители железорудного сырья.

Основная проблема металлургического сектора России — это географическая разобщенность добывающих мощностей (источники сырья) и металлургических комбинатов (потребителей сырья). Центром добычи железных руд в России являются месторождения Курской магнитной аномалии, где производится свыше половины отечественного сырья. Главным потребителем железных руд выступают комбинаты Уральского региона, выплавляющие около 40 % российской металлургической продукции, который испытывает недостаток сырья. Для покрытия дефицита железных руд на Урале местные металлургические заводы закупают железную руду на предприятиях КМА, а также импортируют руду из Казахстана. Доля импортируемой железной руды не превышает 10 % от внутреннего потребления.

Некоторые сложности с обеспеченностью сырья ощущают металлургические предприятия Западно-Сибирского региона. Недостающие объемы железных руд завозятся с предприятий Среднего Урала и центральной части страны. Практически отсутствует сырьевая база в Приволжском ФО, железную руду сюда завозят главным образом с предприятий КМА.

Самодостаточным является только Северо-Западный ФО, горнодобывающие предприятия которого, в случае исключения экспортных поставок, могут полностью удовлетворить спрос на сырье со стороны Череповецкого МК.

Региональный дисбаланс в размещении производственных мощностей по добыче и переработке железных руд определяет значительный объем их перевозок по железным дорогам страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОАО «ММК». Операционные результаты 2016. 2017. <http://www.mmk.ru/upload/iblock/824/4Q%202016%20trading%20update-RUS.pdf> (дата обращения: 27.04.2017).
2. ПАО «Мечел». Производственные результаты в 2016 году. 2017. <http://www.mechel.ru/shareholders/report/production/> (дата обращения: 27.04.2017).
3. ПАО «НЛМК». Пресс-Релиз. Операционные результаты группы НЛМК за 4 квартал и 12 месяцев 2016 года. 2017. http://nlmk.com/upload/iblock/7da/nlmk_operatsionnyy_reliz_4kv2016.pdf (дата обращения: 27.04.2017).
4. ПАО «Северсталь». Операционные результаты за 4-ый квартал и двенадцать месяцев 2016 года. 2017. <http://www.severstal.com/files/1801/document19766.pdf> (дата обращения: 27.04.2017).
5. УК «Металлоинвест». Пресс-релизы. Металлоинвест объявляет операционные результаты за 4-й квартал 2016 года. 2017. http://www.metalloinvest.com/upload/iblock/7b4/metalloinvest_operational-results_2016-q4_rus.pdf (дата обращения: 27.04.2017).
6. УК «Промышленно-Металлургический Холдинг». Операционные результаты за 2016 год. 2017. <http://www.metholding.ru/investors/investors/> (дата обращения: 27.04.2017).
7. Evraz plc. Annual Report 2016. 2017. <http://www.evraz.com/ru/investors/> (дата обращения: 07.04.2017).

© Криштопа О.А., 2017

Криштопа Оксана Александровна // krishtopa@vims-geo.ru

УДК 551.7+553.04 (571.6)

Шашорин Б.Н., Руднев В.В., Макаров А.И.,
Выдрич Д.Е. (ФГБУ «ВИМС»)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕСУРСНО-СЫРЬЕВОЙ ПОТЕНЦИАЛ МЕТАЛЛОНОСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

*В статье на основе анализа магматических, формационно-стратиграфических и структурных факторов, определяющих пространственную и временную позицию эндогенных месторождений вольфрама, олова, золота и сопутствующих элементов (Cu, Mo, Pb, Zn, Ag и др.) в складчато-блоковой структуре террейнов Сихотэ-Алиня, охарактеризованы наиболее важные поисковые критерии и признаки выделения перспективных площадей ранга «рудный район — рудный узел». Высказано предположение о скрытом (не выявленном) высоком ресурсносъёмом потенциале гранитоидных магматических систем (ГМС) Северного Сихотэ-Алиня (ССА). Выделен ряд гип- и мезоабиссальных очагов разуплотнения земной коры, являющихся элементами плотностной инфраструктуры недр и представляющих собой эндогенные рудопроизводящие ядра (центры) ГМС. Приведены рудно-формационные и геолого-промышленные характеристики эталонных месторождений Приморского и Хабаровского краев, составляющих основу минерально-сырьевой базы указанных регионов. Определены перспективные территории ССА, в пределах которых целесообразно проводить поиски ожидаемых рудных объектов, близких по своим характеристикам к эталонным. **Ключевые слова:** гранитогенно-орогенные своды и мегасводы, гранитоидные магматические системы, гип- и мезоабиссальные очаги разуплотнения земной коры, потенциальные рудные районы и узлы.*

*The article based on the analysis of magmatic, structural-stratigraphic and structural determinants of spatial and temporal position of endogenous deposits of tungsten, tin, gold and accompanying elements (Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, etc.) in folded-block structure of terranes of the Sikhote-Alin is characterized by the most important search criteria and indication of selection of perspective space grade "of the ore district and ore node". Suggested hidden (not revealed), the high resource potential of granitoid magmatic systems (GMS) Northern Sikhote-Alin (NSA). Highlighted a number of gip- and mesoabyssal foci of disintegration of the earth's crust are elements of the infrastructure density of the subsoil and representing endogenous rodopoulou nuclei (centers) of GMS. Given ore-formational and geological-industrial characteristics of the reference fields in the Primorye and Khabarovsk territories, forming the basis of the mineral resource base of these regions. Identified promising areas of the NSA within which it is useful to search for the expected ore objects of similar characteristics to the reference. **Keywords:** granitoid-orogenic vaults and megabody, granitoid magmatic system, gip- and mesoabyssal pockets of decompression of the earth's crust, potentially ore areas and knots.*

Регион Северный Сихотэ-Алинь располагается в северо-восточной части Сихотэ-Алинской аккреционно-складчатой области (СААСО) — крупного сегмента Российского Дальневосточного сектора, входящего в структуру Тихоокеанского глобального металлогенического пояса. В пределах области чрезвычайно широко развиты мезозойско-кайнозойские гранитоиды и комагматичные им вулканиты, с которыми ассоциирует богатая и разнообразная эндогенная минерализация. Профилирующие металлы СААСО представлены оловом, вольфрамом, золотом, медью, серебром, молибденом и полиметаллами (рис. 1).

Геологическое строение. В пределах СААСО выделяют два типа региональных геоструктур [3, 7, 11, 12] (рис. 1):

1) тектонические блоки доверхнемелового фундамента, ограниченные разломами (террейны). Это Буреинский и Ханкайский метаплатформенные массивы, слагающие древнюю докембрийскую континентальную кору Сихотэ-Алиня; Баджальский, Амурский, Журавлевский, Самаркинский блоки-террейны, слагающие «молодую» мезозойскую континентальную кору. Последняя образовалась за короткий промежуток времени ~60 млн лет ($J_2 - K_1$). Ее становление включало в себя: а) формирование на восточной континентальной окраине Бурей-Ханкайского супертеррейна аккреционных призм, турбидитовых бассейнов, островных дуг и т.д.; б) их коллизию с окраиной Бурей-Ханкайского супертеррейна. В результате последнего события тектоно-седиментационные комплексы

доверхнемеловых террейнов были смяты в линейные складки и прорваны ниже- и верхнемеловыми гранитоидными интрузиями, причисляемыми по петрогеохимическим характеристикам к S и I генетическим типам гранитоидов [2, 3];

2) верхнемеловые, палеоген-неогеновые и неоген-четвертичные вулканогенные и осадочные отложения, перекрывающие доверхнемеловые террейны фундамента. Важнейшая из них — Восточно-Сихотэ-Алинский вулканоплутонический пояс (ВСАВП). Он реконструируется как надсубдукционный [8, 11, 12]. В своем нынешнем виде ВСАВП перекрывает восточную прибрежную периферию Журавлевского террейна и скрывается под водами Японского моря на юге и Татарского пролива на севере. ВСАВП сложен главным образом кислыми вулканитами с небольшим объемом андезитов и базальтов на сеноманском и маастрихтском уровнях. Время его формирования приходится на поздний мел-палеоген [3, 8, 11, 12].

Кроме того, выделяются магматические пояса ранне- и позднемеловых и палеогеновых гранитоидных интрузий, которые пересекают и «сшивают» различные по возрасту и составу блоки фундамента (террейны). Так, в альбе (K_1al) — раннем сеномане (K_2cm) была сформирована крупная и протяженная (более 1500 км) Центральная мегазона гранитоидных плутонов (ЦМЗГП), ограниченная в настоящее время с востока тектоническими швами Восточного глубинного разлома, а с запада — тектонитами Центрального Сихотэ-Алинского глубинного разлома. ЦМЗГП трасируется пониженными значениями поля силы тяжести. Геоморфологически она совпадает с хребтовой частью Сихотэ-Алиня и прослеживается из Приморья в Хабаровский край. Это одна из основных рудно-магматических и структурно-металлогенических мегазон Сихотэ-Алиня. В ее пределах локализовано подавляющее число вольфрамовых и оловорудных объектов Центрального и Южного Сихотэ-Алиня.

Металлогения. По мнению ряда исследователей [8 — 12] металлогения СААСО развивалась синхронно с гранитоидным магматизмом непрерывно от альба (K_1al) до палеоцена. В альбе (K_1al) — раннем сеномане (K_2cm) была сформирована ЦМЗГП. В позднем мелу — палеогене сформировалась активная континентальная окраина Сихотэ-Алиня и ВСАВП. С гранитоидными плутонами и вулканитами ЦМЗГП и ВСАВП пространственно и генетически связаны многочисленные эндогенные месторождения и рудопроявления вольфрама, олова, меди, золота, свинца, цинка, серебра, которые традиционно составляли и составляют до настоящего времени основу минерально-сырьевой базы Приморского края (листы ГК РФ L-53, 54, K-53) и юга Хабаровского края (лист ГК РФ M-53, 54).

Металлогенические зоны Южного, Центрального и Северного Сихотэ-Алиня вытягиваются согласно простиранию региональных структур фундамента и вулканогенно-осадочного чехла СААСО (рис. 1). При этом отчетливо прослеживается их омоложение с за-

пада на восток — от блоков Ханкайского и Буреинского метаплатформенных массивов к побережью Японского моря и Татарского пролива [9, 10]. В этом же направлении с запада на восток намечается смена вольфрамовой минерализации олово-вольфрамовой, потом оловянной, полиметаллической, серебро-полиметаллической и, наконец, золото-серебряной минерализацией. По крайней мере, указанная минерагеническая зональность прослеживается от западной периферии ЦМЗГП к ВСАВП.

Подавляющее число выявленных к настоящему времени рудных объектов СААСО располагаются в При-

морском крае и на юге Хабаровского края. В Приморском крае месторождения вольфрама, олова, золота, полиметаллов сосредоточены в четырех структурно-минерагенических зонах (СМЗ): Центральной Сихотэ-Алинской (ЦСА), Тагэму-Арминской (ТА), Лужкинской (Л), Восточно-Сихотэ-Алинской (ВСА); в восьми крупных рудных районах (РР): Нижнебикинском, Среднеуссурско-Дальненском, Арминском, Скрытом, Верхне-Уссурийском, Кавалеровском, Фурмановском, Дальнегорском (рис. 1). Месторождения вольфрама и олова (Восток-2, Лермонтовское, Скрытое, Тигриное, Забытое, Арсеньевское и др.),

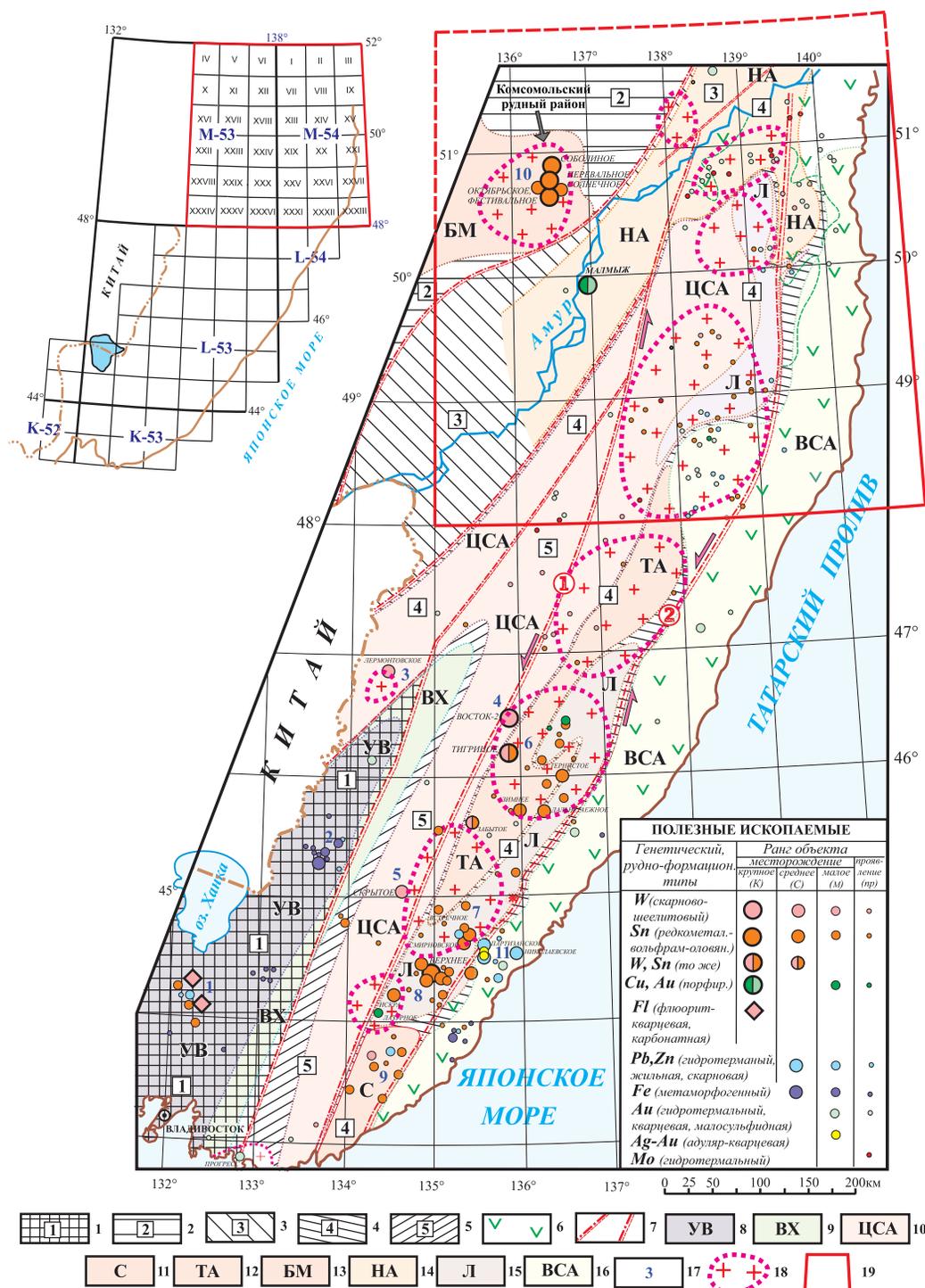


Рис. 1. Структурно-минерагеническая схема Сихотэ-Алиня (по материалам [3, 4, 5, 10, 11] с дополнениями авторов): 1–5 — блоки фундамента (террейны): 1 — Ханкайский, 2 — Баджалевский, 3 — Амурский, 4 — Журавлевский, 5 — Самаркинский; 6 — Восточно-Сихотэ-Алинский вулканоплутонический пояс (ВСАВП); 7 — региональные разломы, ограничивающие блоки фундамента (1 — Центрально-Сихотэ-Алинский, 2 — Восточный и др.); 8–16 — металлогенические зоны: 8 — Уссурийско-Вознесенская, PZ (fl, Mn, Fe...), 9 — Восточно-Ханкайская, PZ-MZ (Sn, W...), 10 — Центральная Сихотэ-Алинская, MZ (W, Sn, Au), 11 — Снежная, MZ (W, Sn), 12 — Тагэму-Арминская, MZ (W, Sn, Au), 13 — Баджало-Мяочанская, MZ (Sn, W, Cu, In, Ag), 14 — Нижнеамурская, MZ-P (Au, Cu, W...), 15 — Лужкинская, MZ (Sn, Pb, Zn...), 16 — Прибрежная, MZ-P (Pb, Zn, Au, Mo, Cu...); 17 — рудные районы (1 — Вознесенский, 2 — Уссурийско-Лесозаводской, 3 — Нижнебикинский, 4 — Среднеуссурийско-Дальненский, 5 — Скрытый, 6 — Арминский, 7 — Верхне-Уссурийский, 8 — Кавалеровский, 9 — Фурмановский, 10 — Дальнегорский); 18 — морфоструктуры центрального типа (МЦТ): гранитогенно-орогенные своды (ГОС) и мега-своды (ГОМС), глубокие гравитационные минимумы; 19 — контур региона Северный Сихотэ-Алинь (на схеме вверху слева — расположение листов геолокарты-200 в контуре региона)

Рудно-формационные и геолого-промышленные характеристики эндогенных месторождений Сихотэ-Алиня

Рудная формация	Геолого-промышленный тип	Рудовмещающие комплексы	Параметры рудных тел		Содержание полезного компонента, % (Au, г/т) от — до среднее	Запасы ABC, +C ₂ , тыс. т (Au, т)	Примеры месторождений: освоенность (попутные ТПИ)
			морфология	простирание (А), падение (Б), мощность (В)			
ВОЛЬФРАМ							
Размеры месторождений, тыс. т WO ₃ : крупные (более) — 100, средние (от — до) — 100-10, мелкие (менее) — 10							
Скарновая	Линзовидно-пластовый шеелитовый	Терригенно-карбонатные, известковые скарны	Линзо- и пластообразная, неправильной формы	А — 70–260 м, Б — 100 × п м, В — до 65 м	$\frac{1,2-4,4}{1,84}$	108,9	Восток-2 Приморский край, разрабатываемое (Au, Cu, Ag)
Скарновая	Линзовидно-пластовый шеелитовый	Терригенно-карбонатные, известковые скарны	Линзо- и пластообразная, неправильной формы	А — 10–100 × п м, Б — от 10 до 200 м, В — до 15–30 м	$\frac{0,9-9,7}{2,95}$	46,2	Лермонтовское Приморский край, разрабатываемое (Au, Cu)
Скарновая	Линзовидно-пластовый шеелитовый	Терригенно-вулканогенно-карбонатные, известковые скарны, скарноиды	Линзо- и пластообразная, неправильной формы	А — до 1 км, Б — 10–100 × п м, В — до 20 м	$\frac{0,33-0,47}{0,36}$	136	Скрытое Приморский край, подготавливаемое к освоению
Грейзеновая	Штокверковый касситерит-вольфрамит-кварцевый	Терригенные роговики, грейзены	Жилы и прожилки — линейный штокерк	А — п–100 × п м, Б — 400 м и более, В — 0,2–10 м	$\frac{0,70-0,90}{0,79}$	11,4	Забытое Приморский край, подготавливаемое к освоению (Sn)
ОЛОВО							
Размеры месторождений, тыс. т: крупные (более) — 50, средние (от-до) — 50-5, мелкие (менее) — 5							
Железисто-полиметалльно-оловянная	Жильно-штокверковый олово-сульфидный	Терригенные и карбонатные породы, известковые скарны, гранитоиды	Жилы, минерализованные зоны, штокерки	А — 10 м — до п км, Б — 100 м и более, В — первые метры	$\frac{0,5-0,7- >3}{1,38}$	39,5	Арсеньевское Приморский край, подготавливаемое к освоению (Pb, Zn, Cu, Ag)
Редкометалльно-вольфрамо-оловянная	Жильно-штокверковый олово-грейзеновый	Терригенно-вулканогенные, гранитоиды	Прожилковые зоны — штокерки	А — 600–2300 м, Б — 60 до 500 м, В — до 30 м	$\frac{0,18-0,46}{0,42}$	141,2	Правоурмийское Хабаровский край, разрабатываемое (W, Cu, Bi, In, Ag)
Редкометалльно-вольфрамо-оловянная	Жильный олово-сульфидный	Терригенно-вулканогенные гранитоиды, метасоматиты	Жильно-прожилковые зоны	А — 120 до 1000 м, Б — до 600 м, В — до 20 м	$\frac{0,36-1,08}{0,95}$	92,0	Соболиное Хабаровский край, разрабатываемое (W, Cu, Bi, In)
Редкометалльно-вольфрамо-оловянная	Прожилково-жильный олово-сульфидно-силикатный	Терригенно-вулканогенные гранитоиды, турмалин-кварцевые метасоматиты	Жильно-прожилковые зоны	А — 10–100 × п м, до 1560 м, Б — 10–100 × п м, В — 0, п м до 18 м, ср. — 9,7 м	$\frac{0,37-13,1}{0,65}$	114,2	Фестивальное Хабаровский край, разрабатываемое (Cu, W, Bi, In, Ag)
Редкометалльно-вольфрамо-оловянная	Штокверковый олово-грейзеновый	Терригенно-вулканогенные гранитоиды, метасоматиты	Зоны прожилково-вкрапленных и брекчиевых руд — линейные штокверки	А — 350–1320 м, ср. — 600 м, Б — 210–470 м, ср. — 490 м, В — 40–210 м, ср. — 115 м	$\frac{0,11-0,57}{0,15-0,17}$	213,9	Тигриное Приморский край, в резерве (W)
Железисто-полиметалльно-оловянная	Жильно-штокверковый олово-сульфидный	Терригенные и карбонатные породы, известковые скарны, гранитоиды	Жилы, минерализованные зоны, штокерки	А — 10 × п м — до п км, Б — 100 × п м и более, В — п м	$\frac{0,5-0,7- >3}{2,77}$	7,3	Искра Приморский край, в резерве (Cu, Ag)

Железисто-полиметалльно-оловянная	Прожилково-жильный олово-сульфидно-сульфосольный	Терригенно-вулканогенно-карбонатные породы	Минерализованные зоны, прожилково-жильные и столбообразные тела	A — 100×п м, B — 100×п м и более, B — п м	$\frac{0,25-0,69}{0,53}$	25,6	Зимнее Приморский край, в резерве (Pb,Zn,Ag,Cu,Bi,Cd,In)
МЕДЬ							
Размеры месторождений, тыс. т: крупные (более) — 1000, средние (от-до) — 1000-100, мелкие (мнее) — 100							
Медная порфировая	Штокверковый золото-медный	Терригенные отложения, гранитоиды, вторичные кварциты, роговики	Минерализованные прожилково-жильные зоны	Рудные зоны: A — 1000×п м, B — 700 м и более, B — 1000×п м	$\frac{0,30-0,42}{0,41}$	5 156,4	Малмыж Хабаровский край, подготавливаемое к освоению (Au,Ag)
ЗОЛОТО							
Размеры месторождений, т: крупные (более) — 50, средние (от-до) — 50-5, мелкие (мнее) — 5							
Медная порфировая	Штокверковый золото-медный	Терригенные отложения, гранитоиды, вторичные кварциты, роговики	Минерализованные прожилково-жильные зоны	Рудные зоны: A — 1000×п м, B — 700 м и более, B — 1000×п м	$\frac{0,14-0,37}{0,23}$	278,1	Малмыж Хабаровский край, подготавливаемое к освоению (Cu,Ag)
Золото-адуляр-кварцевая	Жильный золото-серебряный малосульфидный	Терригенно-вулканогенные (андезит-монцит-диоритовый вулканоплутоновый комплекс)	Жильные минерализованные зоны, трубообразные тела	Рудные зоны: A — 0,9-7 км, B — 400-500 м, B — 10-80 м Рудные тела: A — 100-440 м, B — 120-350 м, B — 4,0-15,9 м	$\frac{5,3-35,4}{27,70}$	85,6	Многовершинное Хабаровский край, разрабатываемое (Ag)
Золото-адуляр-кварцевая	Жильный золото-серебряный	Терригенно-вулканогенные гранитоиды, риодациты	Жильно-прожилковые минерализованные зоны	A — 50-180 м, B — 100-230 м, B — п до 45 м	$\frac{6,31-9,78}{6,62}$	137,0	Албазинское Хабаровский край, разрабатываемое (Ag)
Золото-адуляр-кварцевая	Жильный золото-серебряный	Вулканогенные (некк — дациты, трахидациты)	Жильно-прожилковые минерализованные зоны, штокверки	A — ...? B — до 130 м, B — 4,5-126 м	$\frac{2,83-7,37}{5,50}$	169,6	Белая Гора Хабаровский край, разрабатываемое (Ag)
СВИНЕЦ-ЦИНК							
Размеры месторождений, тыс. т (Pb/Zn): крупные (более) — 1000/1000, средние (от-до) — 1000-100/1000-100, мелкие (мнее) — 100/100							
Скарновополиметаллический	Жильно-пластовый полиметаллический	Терригенно-вулканогенно-карбонатные известковые скарны	Жилы, пластообразные залежи, тела неправильной формы	A: наклонные — до 220 м, пологие — 20-180 м; B: наклонные — ср. 220 м, пологие — ср. 220 и 510 м; B: наклонные — 10,4-20,3 м (ср. 12,9 м), пологие — 0,5-8,0 м	$\frac{2,36-3,59}{4,98}$ $\frac{1,94-2,94}{3,66}$	743,8/850,1	Николаевское Приморский край, разрабатываемое (Ag,Bi,Cd,In,S)
Скарново-полиметаллический	Жильно-пластовый полиметаллический	Терригенно-вулканогенно-карбонатные известковые скарны	Пологопадающие пласты, невыдержанные по мощности и в сечениях кругопопадающие ветвящиеся трубообразные тела	A: круглые — 10-100 м, пологие — 110-430 м, B: круглые — 200-700 м, пологие — 50-200 м (ср. 125 м); B: круглые — 0,1-30 м, пологие — 0,5-20 м;	$\frac{2,02-7,13}{9,72}$ $\frac{4,94-6,98}{5,80}$	148,4/339,6	Партизанское Приморский край, разрабатываемое (Cd,Cu)

равно как и месторождения свинца и цинка (Николаевское, Партизанское и др.), — комплексные. Кроме главных полезных компонентов (W, Sn, Pb, Zn) они содержат нередко в промышленных концентрациях медь, золото, серебро, кадмий, висмут и другие цветные и редкие металлы [1]. Их рудно-формационные и геолого-промышленные характеристики приведены в таблице.

На юге Хабаровского края в контуре региона Северный Сихотэ-Алинь известны (рис. 1, 2 А):

в Баджалском террейне — Комсомольский РР с крупными и разрабатываемыми до сегодняшнего дня комплексными (Sn, W, Cu, Ag) жильно-штокерковыми олово-сульфидными месторождениями (Фестивальное, Соболиное и др.);

в Амурском террейне — Болонский рудный узел (РУ) с уникальным по запасам золота и меди Au-Cu-порфировым месторождением Малмыж, а также ряд потенциально Au-рудных узлов (Анаджаканский, Пони-Мулинский и др.);

в Журавлевском и Самаркинском террейнах, на непосредственном продолжении из Приморья в Хабаровский край Центральной Сихотэ-Алинской (ЦСА), Тагэму-Арминской (ТА), Лужкинской (Л), Восточно-Сихотэ-Алинской (Прибрежной) СМЗ — масштабные проявленные комплексные рудно-геохимические аномалии ранга «потенциальный рудный район — рудный узел» с многочисленными мелкими месторождениями и рудопроявлениями вольфрама, олова, золота, молибдена, меди, полиметаллов.

По данным ФГБУ «ВИМС», скрытый ресурсно-сырьевой потенциал металлоносных территорий Северного Сихотэ-Алиня, обозначенных на схеме (рис. 2 А) в виде комплексных рудно-геохимических аномалий (потенциальных рудных районов и узлов), достаточно высок. Примером может служить история открытия крупнейшего золото-медно-порфирового месторождения Малмыж. Буквально десять лет назад на момент выдачи в ООО «Амур Минералс» лицензии на право пользования недрами с целью геологического изучения, разведки и добычи рудного золота и сопутствующих компонентов на Малмыжской площади (общая площадь лицензионных участков тогда составила 152,8 км²) ресурсный потенциал площади оценивался в 5 т рудного золота по кат. Р₃, что указывало на мелкое месторождение. Однако это не помешало в 2007–2014 гг. ООО «Амур Минералс» развернуть на площади поисковые работы и выявить уникальное по запасам меди и золота месторождение Малмыж.

Прогнозно-поисковые критерии и признаки. Ведущими факторами (или критериями прогноза, как их принято называть), определяющими пространственную и временную позицию эндогенных месторождений вольфрама, олова, золота и сопутствующих элементов (Cu, Mo, Pb, Zn, Ag и др.) в складчато-блоковой структуре террейнов СААСО, являются: *магматический, формационно-стратиграфический и структурный* [8 — 12].

Магматический фактор выражается в устойчивой пространственной и генетической связи вольфрамо-

вых и оловорудных объектов СААСО с ранне-поздне-меловыми гранитоидными интрузиями S и I генетических типов [2, 3].

Формационно-стратиграфический фактор (критерий) проявляется в связи того или иного ГПТ оруденения СААСО с определенными уровнями и модификациями геологического разреза земной коры. Так, юрско-нижнемеловые олистостромовые толщи (турбидиты) с включениями девонских офиолитов, пермских и триасовых кремней, верхнепалеозойских известняков (Самаркинский и западная ветвь Журавлевского террейнов) благоприятны для локализации скарново-шеелитового оруденения; примеры — месторождения Восток-2, Лермонтовское, Скрытое (рис. 1). Раннемеловые турбидитовые и шельфовые отложения большой мощности (около 10 км), относящиеся к седиментационным комплексам подножия континентального склона (восточная ветвь Журавлевского террейна) благоприятны для локализации оловорудной минерализации. Практически все оловорудные месторождения Приморья локализованы в пределах данных тектоно-седиментационных комплексов, прорванных и проработанных ранне- и поздне-меловыми гранитоидными интрузиями S и I генетических типов [2, 3]. Шельфовые и турбидитовые терригенные отложения раннемелового возраста с потоками щелочных пикритов и базальтов на валанжинском уровне (K_{1v}), прорванные верхнемеловыми малыми интрузиями и дайками диорит-гранодиоритового состава (Амурский террейн), вмещают в себя уникальное по масштабу Au-Cu-порфировое месторождение Малмыж — важный ГПТ ТПИ для рассматриваемого региона (рис. 1, 2 А). С молодыми комплексами вулканитов ВСАВП прослеживается устойчивая связь Pb-Zn и Au-Ag оруденения [3].

Структурный фактор выражается в контроле вольфрамового, оловянного и сопутствующего оруденения СААСО со сдвиговыми дислокациями [9, 10]. В периоды тектонической активизации разломов в постмагматическое время (поздний мел — палеоген и неоген), по данным Дальневосточного отделения РАН [9, 10], главными рудо локализирующими структурами в рудных районах и узлах Приморья являлись дуплексы растяжения, сформированные в зонах левых сдвигов. Последние в сочетании со сбросами способствовали режиму миграции флюидов, формировали благоприятные напряженно-деформационные обстановки для локализации высокопродуктивного вольфрамового, оловянного, золото-серебряного и полиметаллического оруденения.

В качестве поисковых признаков используются геофизические, геоморфологические, метасоматические и минералого-геохимические показатели потенциально рудоносных обстановок.

Геофизические и геоморфологические показатели — это крупные минимумы гравитационного поля, фиксирующие и очерчивающие в складчато-блоковой структуре террейнов Сихотэ-Алиня гранитогенно-орогенные своды (ГОС) и мегасводы (ГОМС) и соот-

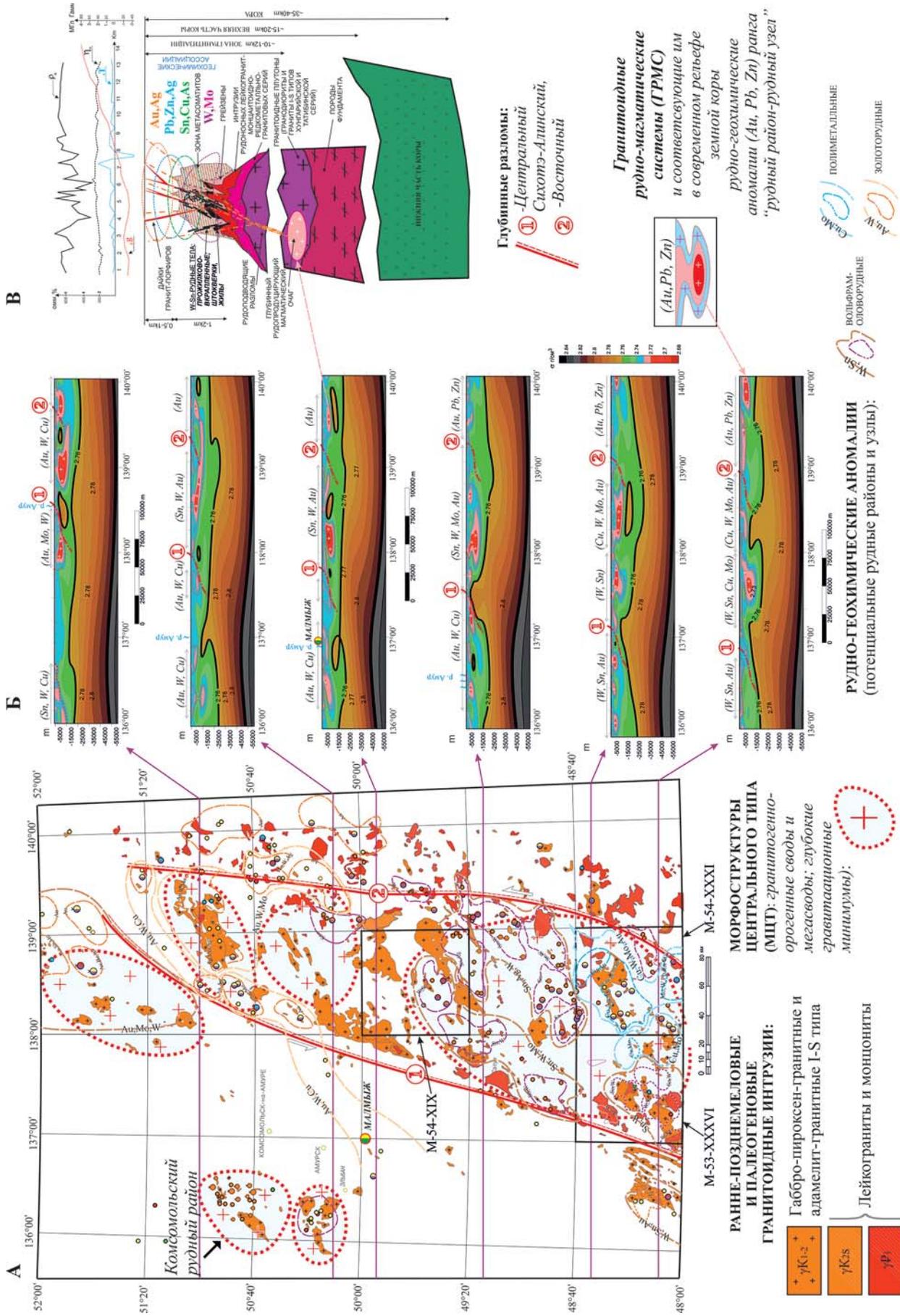


Рис. 2. Инфраструктура недр и рудно-геохимические аномалии (потенциальные рудные районы и узлы) металлоносных территорий Северного Сихотэ-Алиня: А — структурно-минералогическая схема, Б — плотностные разрезы земной коры, В — модель гранитоидных рудно-магматических систем

ветствующие им в рельефе положительные морфоструктуры центрального типа (МЦТ) (рис. 1, 2 А). В Приморье, по данным ВСЕГЕИ, выделяется пять таких крупных ГОС, ГОМС и МЦТ ($S = n \times 100 \div 1000 \text{ км}^2$), контролирующих позицию W-Sn-рудных районов и узлов [4]. В Северном Сихотэ-Алине ФГБУ «ВИМС» на основе анализа геологической, орографической и геофизической информации масштаба 1:1000 000 также выделил ряд ГОС, ГОМС и МЦТ, в ареале которых ожидается выявление аналогов месторождений Приморья (таблица).

В Северном Сихотэ-Алине наиболее глубокий и масштабный гравитационный минимум расположен в полосе $48^\circ 00' - 49^\circ 40'$ с.ш., на непосредственном продолжении ЦМЗГП из Приморья в Хабаровский край. Он соответствует ГОМС и МЦТ «Южный» (рис. 2 А) и включает в себя ряд «локальных» гравитационных минимумов со скрытыми глубинными центрами (ядрами), которые ФГБУ «ВИМС» выявил при обработке цифровой основы гравиметрической карты поля Δg масштаба 1: 1000 000 по программе «Каскад-3D» и детализировал при обработке гравиметрических и магнитометрических карт масштаба 1:200 000 (рис. 2 Б, 3). Данные гип- и мезоабиссальные очаги разуплотнения земной коры (уровень проявления $\sim 0-15 \text{ км}$) в контурах ГОС, ГОМС и МЦТ рассматриваются как эндогенные рудопроизводящие магматические центры (ядра) гранитоидных магматических систем, обуславливающие в структуре недр региона Северный Сихотэ-Алиня пространственную позицию рудных таксонов ранга «рудный район — рудный узел». В идеализированном виде модель ГОМС, генерирующих W-Sn-рудный процесс, а также ее геофизические и геохимические характеристики показаны на рис. 2 В. Этот обобщенный и в определенной мере схематизированный образ ГОМС отражает магматическую и рудно-геохимическую зональность крупных рудных таксонов ранга «рудный район — рудный узел» и служит эталоном (стандартом) для оценки уровня эрозионного среза и перспектив рудоносности ГОМС, входящих в состав ГОС, ГОМС и соответствующих им МЦТ.

Оценка перспектив рудоносности территорий Северного Сихотэ-Алиня.

Металлогеническая специализация и рудный потенциал территорий, расположенных в ареалах ГОМС, ГОС и МЦТ (рис. 2 А) в первую очередь зависят: а) от масштабности (объемов) и генетического типа (S, I, др.) слагающих их ГОМС и их рудопроизводящих магматических центров (ядер); б) от вещественного состава тектоно-седиментационных комплексов пород террейнов, которые вмещают в себя ГОМС (так, по крайней мере, следует из анализа геологического строения террейнов и охарактеризованных выше магматических и формационно-стратиграфических факторов). По всем данным, наиболее благоприятными для локализации скарново-шеелитового оруденения и оловорудной минерализации в пределах Северного Сихотэ-Алиня являются тектоно-седиментационные комплексы Журавлевского и Самаркинского террейнов. Они сла-

гают субстрат ГОМС и МЦТ «Южный», состоящий из олистостромовой, кремнисто-терригенной с известняками и флишоидной песчанико-алевролитовой толщ перьми, триаса, юры и нижнего мела (так же, как и на месторождениях Восток-2 и Тигриное в Приморье). В позднем мелу данный субстрат ГОМС и МЦТ «Южный», а точнее, олистостромовая, кремнисто-терригенная с известняками и флишоидная песчанико-алевролитовая толщ перьми, триаса, юры и нижнего мела были прорваны и магматически переработаны гранитоидными интрузиями I-S типов хунгарийской серии. В результате внедрения гранитоидов I-S типов в надинтрузивной зоне криптобатолитов, слагающих магматические ядра ГОМС, возник вертикальный ряд рудно-геохимических ассоциаций (снизу вверх): W, Mo \rightarrow Sn, Cu, As \rightarrow Pb, Zn, Ag \rightarrow Au, Ag, который в настоящее время мы наблюдаем в структурно-минерогеническом плане Северного Сихотэ-Алиня в виде соответствующих рудно-геохимических аномалий.

Из анализа металлогенической специализации ГОМС Северного Сихотэ-Алиня (конкретней — северных территорий ЦМЗГП, ограниченных Центральным Сихотэ-Алинским и Восточным глубинными разломами, рис. 2 А, Б) следует, что с севера на юг уровень эрозионного среза этих металлоносных структур понижается. В пределах ГОМС и МЦТ «Южный» рудно-геохимические аномалии ранга «рудный район — рудный узел» имеют главным образом вольфрам-оловорудную специализацию, в северных частях ЦМЗГП — золоторудную. Соответственно ожидаемые ГПТ ТПИ на продолжении ЦМЗГП из Приморья в Хабаровский край в различных частях ЦМЗГП будут неодинаковыми. В пределах ГОМС и МЦТ «Южный», прежде всего, следует ожидать рудные объекты — аналоги месторождений Восток-2 и Тигриное (таблица). В пределах северных территорий ЦМЗГП ($50^\circ 40' - 52^\circ 00'$ с.ш., $138^\circ 00' - 140^\circ 00'$ в.д.) вероятней всего обнаружение золоторудных объектов — аналогов месторождений Многовершинное, Албазинское, Белая Гора. Перспективными территориями на выявление рудных объектов малмыжского ГПТ по совокупности региональных и локальных поисковых критериев и признаков являются: а) северо-восточное окончание Амурского террейна, б) стык его с Журавлевским террейном (рис. 1, 2 А, Б).

В 2016 г. ФГБУ «ВИМС» собрал и проанализировал средне-крупномасштабный геолого-геофизический и минерогенический материал по ряду рудно-геохимических аномалий МЦТ (ГОМС) «Южный», в частности по листу Геолкарты-200 М-53-XXXVI, именуемому в каталоге ВСЕГЕИ по перспективным площадям Северного Сихотэ-Алиня как Сукпай-Чуинская потенциально рудоносная площадь [5, 6]. По сумме магматических, геолого-геофизических, литолого-стратиграфических и минералого-геохимических факторов и признаков ФГБУ «ВИМС» в пределах данной части МЦТ «Южный» (листа М-53-XXXVI) выделил ряд металлоносных территорий ранга «рудный узел»

общей площадью порядка 1000 км² (рис. 3, 4). Поисковый интерес здесь, в экзо- и эндоконтактовых частях Чуинского, Сукпайского и Дакпинского интрузивных массивов, как индикаторов W-Sn-оруденения в коренных породах и на глубине представляют вторичные геохимические ореолы (ВГХО) в донных отложениях с содержаниями вольфрама 0.003–0.005 %, олова 0.0022 %, цинка 0.012 %, свинца 0.003 %, а также пункты минерализации (ПМ) с содержаниями в штучных пробах вольфрама до 0.3 %, золота 0.01 г/т, меди 0.2–3 %, свинца 0.01–1 %, серебра 3–5 г/т + шлиховые

ореолы (ШО) с содержанием шеелита до 0.09 г, вольфрамита до 0.005 г, касситерита до 0.06 г (рис. 3, 4). В пределах этих ВГХО и ШО, выявленных в 1970–1980-х годах, рекомендуется провести комплекс работ с целью локализации их земельного пространства и выделения в их пределах потенциально рудных полей ($S = n \times 10 \text{ км}^2$). В качестве первоочередных работ рекомендуется провести высокоточную аэрогеофизическую съемку — магниторазведку, гамма-спектрометрию, электроразведку — масштаба 1:50 000 и крупнее с комплексом заверочных наземных геолого-геофизических работ, а также шлиховую и литохимическую съемки с целью подтверждения известных шлиховых и литохимических ореолов и выявления новых.

После локализации металлоносных территорий ранга «рудный узел» ($S = n \times 10^2 \text{ км}^2$) до ранга «рудное поле» ($S = n \times 10 \text{ км}^2$) предлагается провести в пределах наиболее значимых потенциальных рудных полей поисковые работы масштаба 1:10 000 с заверкой выявленных аэро- и наземной съемками комплексных геолого-геофизических и геохимических аномалий со вскрытием

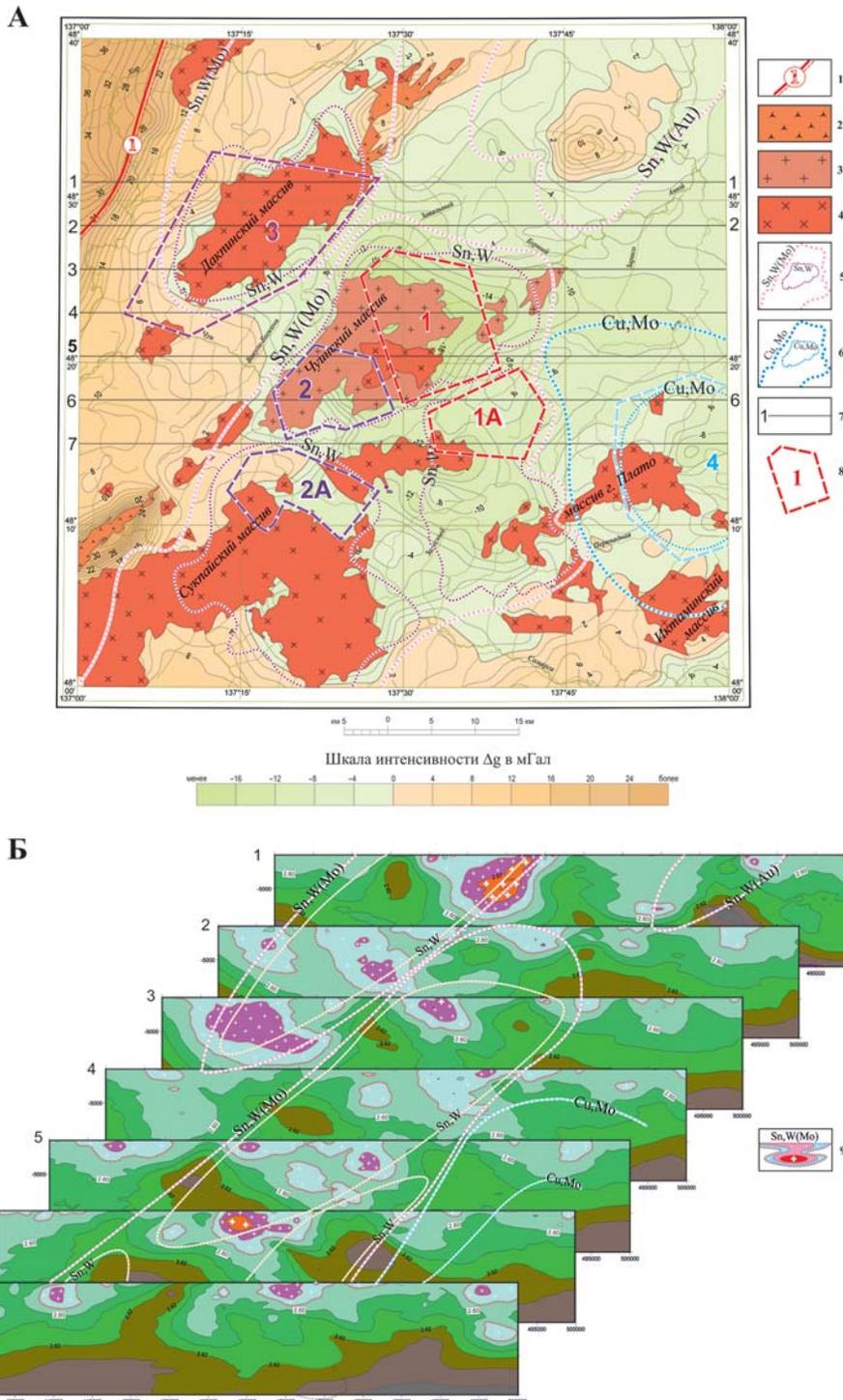


Рис. 3. Гравиметрическая карта (А) и плотностные разрезы верхней части земной коры (Б) Сукпай-Чуинской потенциально рудоносной площади (лист М-53-XXXVI): А — 1 — Центральный Сихотэ-Алинский разлом; 2 — магматические тела ультраосновных фойдитов (J_3-K_1); 3 — интрузивные массивы высокоглиноземистых гранитов (хунгаринский комплекс, K_{1-2}); 4 — интрузивные массивы диоритов, гранодиоритов, лейкогранитов (бута-коппинский комплекс, K_2 , верхнеудоминский комплекс, P_1); 5–6 — рудно-геохимические аномалии (потенциальные рудные районы и узлы); 5 — вольфрам-оловорудные, 6 — полиметалльные; 7 — линии плотностных разрезов; 8 — перспективные территории и их очередность (цифры) для постановки прогнозно-минерагенических и поисковых работ; Б — 9 — глубинные рудно-магматические центры (красное с крестиками) и соответствующие им в современном рельефе земной коры рудно-геохимические аномалии (Sn, W, Mo...) ранга «рудный район — рудный узел»

потенциально рудоносных структур и рудоносных зон канавами и скважинами. Ожидаемые ГПТ месторождений в пределах поисковых участков — скарново-шеелитовые месторождения (стандарт — Восток-2) и вольфрам-олово-грейзеновые месторождения (образец — Тигриное). Эти прогнозные ожидания следуют из региональных геолого-геофизических предпосылок и близкой аналогии (по своим геолого-структурным и минералого-геохимическим характеристикам) Сукпай-Чуинской потенциально рудоносной площади к Среднеуссурийско-Дальненскому и Арминскому рудным районам Приморья.

Заключение.

В 2017 г. ФГБУ «ВИМС» продолжил сбор и анализ средне- и крупномасштабного геолого-геофизического и минерагенического материала по металлоносным территориям МЦТ «Южный» (листы Госгеолкарты-200 М-54-XXXI, XIX). Для повышения надежности и эффективности средне- и крупномасштабного прогноза наряду с магматическими, геологическими, геофизическими, метасоматическими и минералого-геохимическими показателями (прогнозными критериями и признаками) планируется применить структурно-динамические методы исследований осдвиговых дислокаций, разработанные и внедренные на W-Sn-рудных объектах Сихотэ-Алиня Дальневосточным отделением РАН [9, 10]. Это позволит выйти на более детальный прогноз, касающийся рудолокализирующих обстановок ранга рудное поле — месторождение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов, Г.И. Минеральные ресурсы горнорудной промышленности Дальнего Востока. Обзор состояния и возможности развития / Г.И. Архипов. — Владивосток: Горная книга, 2011. — 830 с.
2. Гвоздев, В.И. Рудно-магматические системы скарново-шеелит-сульфидных месторождений Востока России / В.И. Гвоздев / Автореф. дисс. д. г.-м. наук. — Владивосток, 2007. — 54 с.
3. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 т. / Под ред. А.И. Ханчук. — Владивосток: Дальнаука, 2006. — 982 с.
4. ГГК РФ. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Лист L-(52), 53; (K-52, 53) — оз. Ханка. — Объясн. записка / Ред. А.Ф. Васкин. — СПб.: ВСЕГЕИ, С.-Пр., 2011. — 684 с.
5. ГГК РФ. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Лист М-54 Сер. Александровск-Сахалинский. — Объясн. записка / Отв. исп. В.Н. Зелепугин, В.А. Дымович. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. — 560 с.
6. ГГК РФ. Масштаб 1:200 000. Лист М-53-XXXVI. Изд. 2-е. Сер. Николаевская. — Объясн. записка / Ред. В.Ю. Забродин. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. — 110 с.
7. Голозубов, В.В. Таухинский и Журавлевский террейны (Южный Сихотэ-Алинь) — фрагменты раннемеловой Азиатской окраины / В.В. Голозубов, А.И. Ханчук // Тихоокеанская геология. — 1995. — № 2. — С. 13–25.
8. Сахно, В.Г. Позднемезозойско-кайнозойский континентальный вулканизм Востока Азии / В.Г. Сахно. — Владивосток: Дальнаука, 2001. — 338 с.
9. Уткин, В.П. Сдвиговые дислокации и их роль в проявлениях магматизма и рудообразования Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода / В.П. Уткин // Автореф. дисс. д. г.-м. наук. — Владивосток, 1989. — 50 с.
10. Уткин, В.П. Сдвиговый геодинамический режим формирования вулканоплутонических поясов Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода / В.П. Уткин // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований. — Владивосток: Дальнаука, 2008. — С. 321–339.
11. Ханчук, А.И. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальнего Востока России / А.И. Ханчук, В.В. Иванов // Геология и геофизика. — 1999. — Т. 40. — № 11. — С. 1635–1645.

12. Ханчук, А.И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России / А.И. Ханчук // Рудные месторождения континентальных окраин. — Владивосток: Дальнаука, 2000. — Вып. 1. — С. 5–34.

© Коллектив авторов, 2017

Шашорин Борис Николаевич // shashorin.boris@yadex.ru
Руднев Владимир Васильевич // vims-rudnev@mail.ru
Макаров Александр Иванович // vims@df.ru
Выдрич Денис Евгеньевич // devrich@mail.ru

УДК 553.495+550.93

Макарьев Л.Б., Рассолов А.А., Моргун Э.В.
(ФГБУ «ВСЕГЕИ»)

ВРЕМЯ ФОРМИРОВАНИЯ АСТАЙСКОЙ ВУЛКАНОКУПОЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ В ТАШИРСКОМ УРАНОВОРУДНОМ РАЙОНЕ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

*Рассматриваются новейшие данные изотопно-геохимических и петрохимических исследований известной на территории Таширского урановорудного района Астайской вулканокупольной структуры с урановым и полиметаллическим оруденением в вулканогенных образованиях, ранее считавшихся мезозойскими (юрскими). Обосновывается правомерность отнесения перечисленных образований к единой раннепермской алентуй-соготинской вулканоплутонической ассоциации с выраженной рудоносностью. **Ключевые слова:** Астайская вулканокупольная структура, алентуй-соготинская вулканоплутоническая ассоциация, уран, полиметаллы, абсолютный возраст.*

Makariev L.B., Rassolov A.A., Morgun E.V. (VSEGEI)

TIME OF FORMATION OF THE ASTAY VOLCANIC-DOME STRUCTURE IN THE TASHIR URAN ORE DISTRICT (REPUBLIC OF BURYATIA)

*The article considers the latest data of isotope-geochemical and petrochemical investigations of the volcanic-dome structure known in the Tashir uranium ore region with uranium and polymetallic mineralization in volcanic formations, previously considered to be Mesozoic (Jurassic). The legitimacy of assigning these entities to a single Early Permian Alentui-Sogotin volcano-plutonic association with pronounced ore content is substantiated. **Keywords:** Astai volcanic-dome structure, Alentui-Sogotinskaya volcanic-plutonic association, uranium, polymetals, absolute age.*

Урановое оруденение в мезозойских вулканотектонических структурах и их фундаменте, параллелизуемое в практике специальных исследований с фтормолибден-урановым оруденением стрельцовского вулканического геолого-промышленного типа, распространено в обширном Западно-Забайкальском вулканоплутоническом поясе [1]. Пояс сформировался на этапах позднепалеозойско-раннемезозойской тектономагматической активизации, образован сложным ансамблем разнопорядковых вулканических,