

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

РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ВОЛЬФРАМОНОСНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Охарактеризованы рудоконтролирующие факторы, определяющие пространственно-временную позицию *W*-рудных объектов в складчато-блоковой структуре Сихотэ-Алиня, а также наиболее важные поисковые критерии и признаки, используемые для оценки перспектив вольфрамоносности и локализации поисковых площадей. Приведены результаты спектрально-корреляционного анализа гравиметрических и магнитных данных по листу L-53-VI (полей Dg и DT масштабов 1:200 000), что позволило воспроизвести (очертить) в значениях плотностей (g/cm^3) и условных единиц намагниченности горных пород потенциально рудоносный объем недр территории листа L-53-VI и выделить в его пределах обстановки, близкие по своим геолого-геофизическим характеристикам к эталонным рудным районам и узлам Приморского края (Восточный, Лермонтовский РУ). Обозначены и околонтурены в пределах листа L-53-VI поисковые участки ранга «рудный узел-поле», перспективные на выявление скарново-шеелит-сульфидных залежей с богатыми рудами (от 0,3 до 5,5–7,06 % WO_3 и более). **Ключевые слова:** коллизионно-орогенные граниты I-S генетических типов, турбидитно-флишевые и олистостромовые толщи J-K₁ с включениями верхнепалеозойских известняков; участки разуплотненных масс с высокими и аномально высокими значениями магнитных свойств.

Shashorin B.N., Makarov A.I., Matveeva E.V., Vydrich D.E.
(VIMS)

ORE-CONTROLLING FACTORS AND ESTIMATION OF WOLFRAMTONES INDIVIDUAL TERRITORIES CENTRAL SIKHOTE-ALIN

Ore-controlling factors determining the space-time position of *W*-ore objects in the folded-block structure of Sikhote-Alin are characterized, as well as the most important search criteria and features used to assess the prospects of tungsten content and localization of search areas. The results of spectral-correlation analysis of gravity and magnetic data sheet L-53-VI (fields Dg and DT scale 1:200 000), which allowed to reproduce (outline) in the values of the densities (g/cm^3) and conventional units of magnetization of rocks potentially ore-bearing volume of the subsoil in the area of sheet L-53-VI and to allocate, within its limits, the situation close to their geological and geophysical characteristics to the reference ore areas and knots of Primorsky Krai (East, Lermontov RU). Within the limits of sheet L-53-VI the prospecting sites of the grade «ore node-field», perspective on revealing of skarn-sheelite-sulfide deposits with rich ores (from 0,3 % to 5,5–7,06 %, WO_3 and more) are designated and contoured. **Keywords:** collisional-oregenic granites I-S genetic types, turbidite-flysch and olis-

tostromic strata of J-K₁ with inclusions of upper Paleozoic limestones, areas of decompressed masses with high and abnormally high values of magnetic properties.

Сихотэ-Алинская мезозойская аккреционно-складчатая область (СААСО) (рис. 1) — крупнейший сегмент Российского Дальневосточного сектора, входящий в структуру Тихоокеанского глобального металлогенического пояса [1–3, 9–11]. В пределах СААСО выделяют два типа мегаструктур [3, 5, 9–11]:

1. Тектонические блоки домезозойского фундамента, ограниченные разломами и слагающие древнюю докембрийскую континентальную кору Сихотэ-Алиня (Ханкайский, Буреинский метаплатформенные массивы) и мезозойские тектонические блоки-террейны (Баджалский, Амурский, Журавлевский, Самаркинский), также ограниченные разломами и слагающие «молодую» мезозойскую континентальную кору (рис. 1). Последняя образовалась за короткий промежуток времени ~ в 60 млн лет (J_2-K_1). Ее становление включало в себя: а) формирование на восточной континентальной окраине Бурея-Ханкайского супертеррейна триас-юрских и нижнемеловых аккреционных призм, турбидитовых бассейнов, островных дуг и т.д.; б) их коллизию с окраиной Бурея-Ханкайского супертеррейна [11]. В результате коллизии триас-юрские и нижнемеловые тектоно-седиментационные комплексы были смяты в линейные складки и прорваны K_1 и K_2 гранитоидными интрузиями, причисляемыми по петрогеохимическим характеристикам к S и I генетическим типам гранитоидов [2, 3].

2. K_2 , P-N, N-Q вулканогенные и осадочные отложения, перекрывающие домезозойский фундамент и складчатые триас-юрские и нижнемеловые тектоно-седиментационные комплексы. Наиболее полный их ряд представлен в Восточно-Сихотэ-Алинском вулканоплутоническом поясе (ВСАП), который реконструируется как надсубдукционный [9, 11]. В современном геологическом плане ВСАП перекрывает восточную прибрежную периферию Журавлевского террейна и скрывается под водами Японского моря и Татарского пролива (рис. 1). Сложен ВСАП главным образом кислыми вулканитами с небольшим объемом андезитов и базальтов на сеноманском и маастрихтском уровнях. Время его формирования приходится на поздний мел-палеоген [3, 9, 11].

Кроме того, выделяются магматические пояса раннемеловых, позднепалеозойских и палеогеновых гранитоидных интрузий, которые пересекают и «сшивают» различные по возрасту и составу блоки СААСО (рис. 1). Так, в альбе (K_1 al) — раннем сеномане (K_2 cm) была сформирована протяженная (более 1500 км) газона гранитоидных плутонов, осевая часть которой в современном геолого-геофизическом плане ограничена региональными разломами: с востока — Восточным, с запада — Центральным Сихотэ-Алинским (рис. 1). Данная региональная полоса гранитоидных плутонов трассируется пониженными значениями поля силы тяжести и глубокими гравитационными

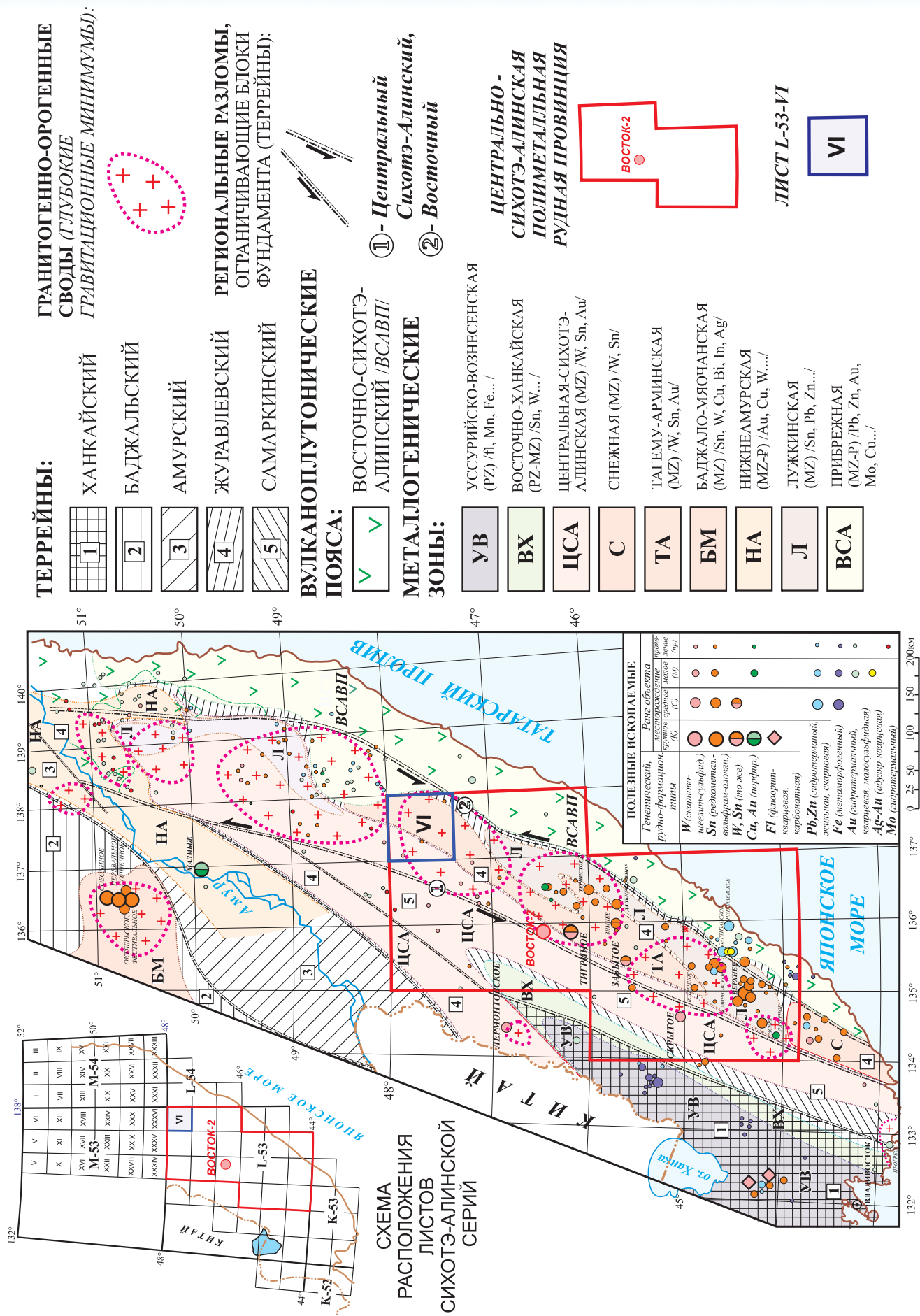


Рис. 1. Сихотэ-Алинская мезозойская аккреционно-складчатая область (СААСО) (по материалам [1-5, 9-11])

минимумами (рис. 1). Это одна из основных рудно-магматических и структурно-металлогенических мегазон Сихотэ-Алиня, которая протягивается из Приморского края в Хабаровский край. В ее пределах локализовано подавляющее число вольфрамовых и оловорудных объектов Центрального Сихотэ-Алиня (рис. 1).

По мнению авторов [1–3, 9–11], металлогения СААСО развивалась синхронно с гранитоидным магматизмом — непрерывно от альба (K_1 al) до палеоцена. В это время на Дальнем Востоке сформировалась ранне- и поздне меловая активная континентальная окраина и ВСАВП. С гранитоидными плутонами и вулканитами ранней-поздне меловой активной континентальной окраины и ВСАВП пространственно-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 (МСБ) Приморского края (листы ГК РФ L-53, 54, K-53) и юга Хабаровского края (лист ГК РФ M-53, 54) (рис. 1).

Выявленные в процессе многолетних поисков, разведки и промышленной обработки эндогенные месторождения с богатыми рудными залежами WO_3 (Восток-2, Лермонтовское, др.) располагаются в центральной части СААСО, в пределах ее ранне-поздне меловой активной континентальной окраины (Приморский край, юг Хабаровского края) (рис. 1). Ведущими факторами (критериями), определяющими их пространственную и временную позицию в складчатой-блоковой структуре СААСО, являются: *магматический, формационно-стратиграфический и структурный* [1–3, 9–11].

Магматический фактор (критерий) выражается в устойчивой пространственной и генетической связи W-рудных объектов СААСО с ранними и поздне меловыми гранитоидными интрузиями S и I генетических типов (коллизивно-орогенными смешанной мантийно-коровой природы) [2, 3], которые во времени и в пространстве тесно ассоциируют со щелочными анорогенными и посторогенными гранитоидами A-типа (внутриплитными плюмазитовыми литий-фтористыми и редкометалльными гранитами) [1].

Формационно-стратиграфический фактор проявляется в связи W-рудных объектов СААСО с турбидитно-флишевыми и олистостромовыми толщами J-K₁ с включениями девонских офиолитов, пермских и триасовых кремней, верхнепалеозойских известняков. В первую очередь это Самаркинский и Журавлевский террейны с «молодой» мезозойской континентальной корой (рис. 1). В их пределах вследствие позднекимерийского орогенеза (конец юры-ранний мел) и сопутствующих ему складчатости и гранитоидного магматизма сформировались многочисленные месторождения вольфрама, олова, других полезных ископаемых, в т.ч. такие крупные и промышленно значимые W-рудные объекты скарново-шеелитового ГПТ как Восток-2 и Лермонтовское (рис. 1).

Структурный фактор выражается в контроле вольфрамового оруденения со сдвиговыми дислокациями [10]. По данным работы [10] в периоды тектонической активизации разломов в постмагматическое время (K_2 –P) 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 в складчатых тектоно-седиментационных комплексах Самаркинского и Журавлевского террейнов контрастные напряженно-деформационные обстановки рангов «рудное поле, месторождение», которые были благоприятны для локализации богатых рудных залежей [10].

В качестве поисковых признаков для выделения потенциально рудоносных обстановок различных рангов в Центрально-Сихотэ-Алинском регионе используются геофизические, геохимические, геоморфологические, метасоматические и рудно-минералогические показатели, которые ранжированы в соответствии с масштабами прогнозируемых рудных объектов и видами прогнозно-поисковых работ.

Оценка перспектив вольфрамоносности отдельных территорий Центрального Сихотэ-Алиня проводилась ФГБУ «ВИМС» в рамках номенклатурного листа L-53-VI (рис. 1, 2) и заключалась в установлении меры сходства (подобия) геологического строения территорий листа L-53-VI рудным районам и узлам эталонных месторождений Приморья (Восток-2, Лермонтовское, Тигриное). Были проанализированы: а) геологическое строение территории листа L-53-VI и его отдельных структурно-формационных (СФ) зон и подзон (рис. 2); б) особенности глубинного строения недр территории листа L-53-VI (рис. 2); в) геологические, метасоматические, геохимические и рудно-минералогические показатели участков проявлений металлов и пунктов минерализации, выявленных на территории листа L-53-VI ранее (в различные годы прошлого столетия) (рис. 2).

Наиболее сходна в геологическом строении с вольфрамоносными районами и узлами Приморья крайняя северо-западная часть территории листа L-53-VI, расположенная в пределах Анюйской СФ подзоны (рис. 2). Развитые здесь триас-юрские и нижнемеловые стратифицированные образования джаурской свиты ($T_{2-3}d\delta$) и светлореченской толщи (J_3-K_1sr) с горизонтами и линзами известняков и вулканитов основного состава, а также ультраосновные фойдиты светлореченского комплекса (oJ_3-K_1sr) являются наиболее благоприятными породами для образования скарнов с вольфрамовым оруденением в экзоконтактных частях поздне меловых и палеоценовых интрузий бутакоппинского ($\delta\pi K_2b$) и верхнеудоминского ($\gamma\delta P_1v_3$) комплексов. Гранитоиды этих интрузивных комплексов подвержены грейзенизации, сопровождающей шеелитовую минерализацию. Субвулканические и покровные вулканиты основного состава являются благоприятной средой для концентрации сульфидной минерализации. В субвулканических ультраосновных фойдитах светлореченского комплекса (oJ_3-K_1sr)

Схема районирования



Анойнская подзона

Лужкинская подзона

Полезные ископаемые (ПИ)

Вид	Прова-мнеро-ления лизации	Пункты Генетические типа	Рудные формации
Медь	Cu	Гидротермальный	Медно-колчеданная
Свинец	Pb	Гидротермальный	Полиметаллическая
Цинк	Zn	Гидротермальный	Полиметаллическая
Молибден	Mo	Гидротермальный	Полиметаллическая
Вольфрам	W	Гидротермальный	Полиметаллическая
ОПОВО	Sn	Гидротермальный	Полиметаллическая
Мышьяк	As	Гидротермальный	Полиметаллическая
Висмут	Bi	Гидротермальный	Полиметаллическая
Золото	Au	Гидротермальный	Полиметаллическая
Серебро	Ag	Гидротермальный	Полиметаллическая
Серебро, сурьма	Ag, Sb	Гидротермальный	Полиметаллическая

ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ В РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Pb свинца

Pb, Ag свинца и серебра

Zn, Pb цинка и свинца

Zn, Sn цинка и олова

W вольфрама

Bi висмута

Ag серебра

РАННЕ- И ПОЗДНЕМЕЛОВЫЕ ИНТРУЗИВНЫЕ МАССИВЫ I-S ТИПА:

- 1-Суклайский, 2-Цафактайский, 3-Хатагинский, 4-Пухинский,

РАЗЛОМЫ:

- 1-Суклай-Верхнехорский, 2-Боленку-Пухинский, 3-Суклайский, 4-Яа-Иктаминский

ШЛИХОВЫЕ ОРЕОЛЫ ШЛИХОВЫЕ ПРОБЫ

Pb галенита

Sn касситерита

W швелита

Au золота

⊕ Sn содержание полезные минералы

W

с высоким содержанием полезных минералов



Геолого-геофизический и минералогический профиль по линии I - I

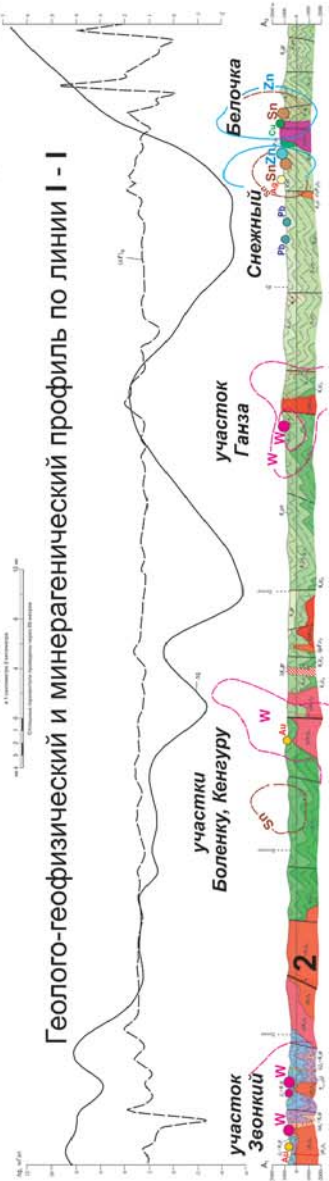


Рис. 2. Геологическая карта листа L-53-VI (по материалам [6])

Прогнозно-поисковые критерии и признаки для эталонных и ожидаемых W-рудных объектов Центрального Сихотэ-Алиня

Критерии и признаки	Пространственные металлогенические таксоны	
	Рудные районы (эталонный объект)	Рудные узлы (эталонный объект)
1	2	3
Скарновый линзовидно-пластовый шеелитовый геолого-промышленный тип		
	<i>Среднеуссурско-Дальненский и Нижнебикинский РР</i>	<i>Восточный и Лермонтовский РУ</i>
Геодинамические	Аккреционно-складчатые и магматические комплексы, сформированные в режиме трансформной континентальной окраины (ранний мел). Протяженные сдвиговые зоны СВ, СЗ и меридиональной ориентировок	Структуры (геоблоки) устойчивого геодинамического режима на редуцированной земной коре с многократным проявлением континентальных вулканитов и разноглубинного гранитоидного вулканизма
Геохронологические	Мезозойские	Меловые
Формационно-стратиграфические и магматические	Эвгеосинклинальные с известняками формации благоприятны для локализации шеелит-скарнового оруденения. Ареалы развития многофазных магматических комплексов мелового возраста: гранодиорит-гранитных и габбро-монцодиорит-гранитных формаций в ассоциации с углеродистыми флишоидно-молассоидными вулканогенно-карбонатно-терригенными триас-юрскими комплексами	Переменяемость слоев алюмосиликатных и карбонатных пород на территориях развития меловых (130–84 млн лет) гранодиорит-гранитных, плагиогранит-гранитных, лейкогранитных и плюмозитовых литий-фтористых гранитных штоков, лакколитов, силлов; поля с до-, меж- и послерудными дайками разного состава
Структурные	Зоны влияния глубинных рудоконтролирующих и рудоконцентрирующих разломов и их пересечения с крупными линейными зонами. Протяженные сдвиговые зоны СВ, СЗ и меридиональной ориентировок. Сосдвиговые структуры растяжения разных амплитуд и длительностей раскрытия	Складчатые и разрывные структуры и их благоприятные сочетания; резкие изгибы в простирании складчатых структур; куполовидные осложнения антиклинальных складок, зоны повышенной трещиноватости
Геоморфологические	Ядерные и краевые зоны сводовых поднятий, мегасводы	Очаговые структуры в связи с интрузивными массивами, сводовые поднятия (поперечником 30–100 км), приконтактные и надкупольные зоны
Фациальные	Широкое распространение карбонатных пород, скарнированных вблизи гранитоидов рудоносных комплексов	Скарновые залежи зонального строения (эндо- и экзоскарны), соответствующего фациям нормальной и повышенной щелочности
Метасоматические	Зоны региональных метасоматитов: биотититы, сменяющиеся пропилитами, березитами и зонами кремнекислотного преобразования	Площадные и локальные метасоматиты: скарны, грейзены (с топазом, апатитом), кварц-полевошпатовые метасоматиты, пропилиты и аргиллизиты
Рудно-минералогические	Увеличенный фон рудоносности: повышенная концентрация рудопоявлений и месторождений, сгущение геохимических полей, плотность которых резко убывает за границами рудного района	Геохимические аномалии вольфрама и элементов-индикаторов, рудопоявления и месторождения вольфрама и/или сопутствующего оруденения, шлиховые ореолы с знаковыми (и выше) содержаниями минералов-индикаторов: шеелита, вольфрамит, касситерита, топаза, берилла, сульфидов железа и меди
Геофизические	Аномалии ЕП, ВП и вертикальной составляющей магнитного поля в зонах гравитационных минимумов	Минимум $\Delta Z(\Delta T)$ на фоне повышенного магнитного поля; локальные минимумы Δg , аномалии ЕП и ВП
Геохимические	Контрастные геохимические поля вольфрама и сопутствующих элементов: As, Ag, Pb, Zn, Sn, Bi, Co, Mo и др.	Контрастные геохимические аномалии с совмещением элементов W, Sn, F, B, Bi, As, P, Pb, Zn, Cu, Ag, Au
Редкометалльный жильно-штокерковый вольфрам-олово-грейзеновый геолого-промышленный тип		
	<i>Арминский РР</i>	<i>Тигринный РУ</i>
Геодинамические	Геосинклинальные поднятия и срединные массивы складчатых систем, жесткие структуры рамочного обрамления геосинклиналей, апикальные зоны полифазных интрузивных массивов	Интрузивно-околоинтрузивные и надинтрузивные зоны куполовидных выступов и штокообразных тел гранитов заключительных фаз рудоносного интрузивного комплекса
Геохронологические	Мезозойские	Мел
Формационно-стратиграфические и магматические	Приуроченность к меловым терригенным толщам миогеосинклинального типа. Рудоносные гранитные интрузии заключительных фаз внедрения гранодиорит-гранит-лейкогранитной магматической формации	Последовательно-дифференцированные кислые до ультракислых лейкократовые граниты заключительной фазы с повышенным содержанием щелочей при калиевой доминанте
Структурные	Сопряженные с продольными и поперечными глубинными разломами разрывные нарушения различного направления	Трещины контракций и разрывные нарушения сбросо-сдвигового характера в интрузивно-околоинтрузивных грейзенах; зоны трещиноватости и расщепления пород с образованием линейных штокерков в надинтрузивных грейзенах

Продолжение табл.

1	2	3
Геоморфологические	Краевые зоны сводовых поднятий, мегасводов	Очаговые структуры в связи с интрузивными массивами, сводовые поднятия, приконтактные зоны
Фациальные	Вулканогенно-осадочные, преимущественно алюмосиликатные образования, граниты главной и заключительной интрузивных фаз оловоносных магматических комплексов	Терригенные, реже вулканогенные породы, ранние гранитоиды в надрудной и рудной частях геологического пространства, рудопродуктивные граниты заключительных фаз внедрения в нижнерудной и подрудной частях
Метасоматические	Альбитизация, грейзенизация, окварцевание, серицитизация, ороговикование	Грейзенизация, ороговикование, серицитизация, окварцевание
Рудно-минералогические	Разнотипные проявления оловянного оруденения, редкометалльно-вольфрамо-оловянной формации	Интрузивно-околоинтрузивный и надинтрузивный подтипы месторождений и рудопоявлений редкометалльно-оловянного грейзенового типа
Геофизические	Локальные гравитационные минимумы, отражающие положение гранитных интрузий; слабо отрицательные магнитные поля над оловоносными гранитными интрузиями	Локальные гравитационные минимумы и слабоотрицательные магнитные поля над оловоносными гранитными интрузиями, окруженные положительными магнитными аномалиями над полями контактовых роговиков
Геохимические	Шлиховые ореолы касситерита, ореолы по потокам рассеяния и вторичные литохимические ореолы рассеяния олова и сопутствующих элементов (Li, F, Mo, W, As)	Ряд геохимической зональности олова и элементов-спутников от центров оруденения к периферии: (Li-F-Be-W)–(Bi-As-Co-Sn)–(Cu-Zn-Pb-Ag-Sb)

широко проявлена рассеянная сульфидизация, нередко отмечаются гнезда и линзовидные прожилки сульфидов. Ожидаемый рудно-формационный и ГПТ объектов в Анюйской подзоне листа L-53-VI — это скарново-шеелит-сульфидные залежи с богатыми рудами (аналоги месторождений Восток-2 и Лермонтовское).

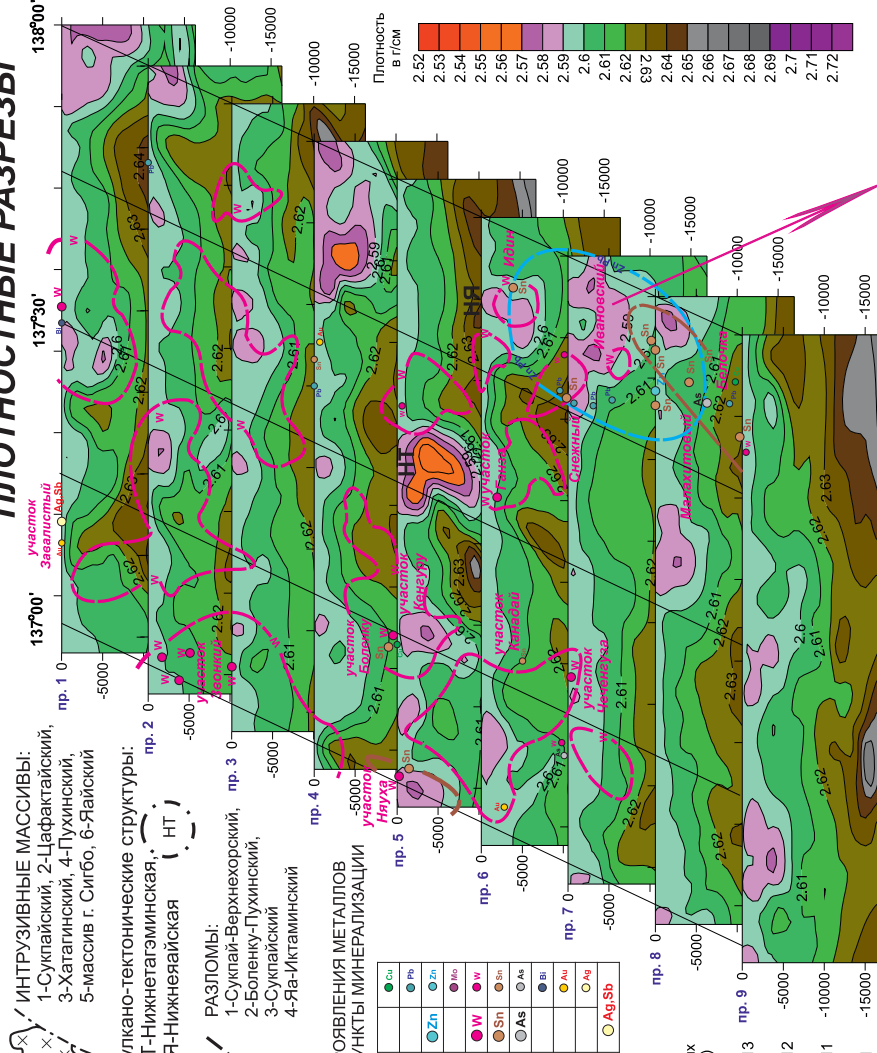
На части территории Лужкинской СФ подзоны, ограниченной с запада Сукпай-Верхнехорским взбросом, а с востока — Боленку-Пухинским разломом (рис. 2), в полосе раннемеловых терригенных образований наиболее благоприятными для локализации постмагматического оруденения являются алевролиты приманкинской (K_1pm) и ключевской (K_1kl) свит. Так как это хрупкие и наименее проницаемые породы, рудная минерализация концентрируется в них преимущественно в виде хорошо образованных прожилков в ареалах развития гранитоидов, практически не рассеиваясь по массе породы [4, 6]. Это благоприятная среда для локализации гидротермалитов с проявлениями вольфрама и олова в ареалах развития ранних и поздне меловых гранитоидов хунгаринского ($\gamma K_{1-2}h_2$) и бута-коппинского (δK_2b) комплексов I-S типа, а также палеоценовых гранитоидов верхнеудоминского ($\gamma \delta P_1v_3$) комплекса. Здесь, на участках проявления вольфрам-шеелитовой и оловянной минерализации (участки Боленку, Кенгуру) (рис. 2) можно ожидать: 1) скарново-шеелитовые линзовидно-пластовые и грейзеновые штокверковые касситерит-вольфрамит-кварцевые руды (аналоги руд месторождений Восток-2, Лермонтовское, Забытое), 2) штокверковые олово-грейзеновые рудные образования (аналоги руд месторождения Тигриное).

В юго-восточной части листа L-53-VI, расположенной восточней Яа-Иктаминского разлома (рис. 2), ярко проявлен эоценовый прибрежный монцонит-гранитовый комплекс ($\gamma \delta \omega P_2p_3$; $\epsilon \gamma P_2p_3$). Он прорывает

интрузии палеоценового верхнеудоминского ($\gamma \delta P_1v_3$) габбро-гранитного комплекса. С гранитами верхнеудоминского ($\gamma \delta P_1v_3$) габбро-гранитного комплекса связана оловянная и вольфрамовая минерализация в кварцево-жильных образованиях (участки Идин, Белочка) (рис. 2). С прибрежным монцонит-гранитовым комплексом ($\gamma \delta \omega P_2p_3$; $\epsilon \gamma P_2p_3$) ассоциирует серебряно-полиметаллическая минерализация в кварцево-жильных образованиях и сульфидизированных породах (участки Снежный, Малахитовый, Ивановский) (рис. 2). Перспективы юго-восточной части листа L-53-VI не ясны. Скорее всего они значительны в связи с комплексностью руд, телескопированием во времени и пространстве разновременных рудно-магматических систем, значительным вертикальным размахом комплексного Pb-W-Sn оруденения.

Спектрально-корреляционный анализ гравиметрических и магнитных данных по листу L-53-VI (полей Δg и ΔT масштабов 1:200 000) с использованием компьютерной технологии КОСКАД-3D [7] позволили воспроизвести (очертить) в значениях плотностей (g/cm^3) и условных единицах намагниченности горных пород (ед. СИ) рудоносный объем недр (до глубин ~ 2–5 км) и выделить обстановки, близкие по своим геолого-геофизическим характеристикам к эталонным рудным районам и узлам (таблица). В первую очередь это Супкайская W-Sn (Au) потенциально рудоносная площадь, охватывающая СЗ периферийную область Верхне-Бикинского батолита и фронтальную (приповерхностную) часть Цафактайского глубинного магматического центра (рис. 3). Последнему в верхней коре в значениях плотностей (g/cm^3) и условных единицах намагниченности горных пород (ед. СИ) соответствуют обширные ареалы разуплотненных масс и контрастные локальные аномалии ΔT (рис. 4). В их пределах локализовано подавляющее число известных

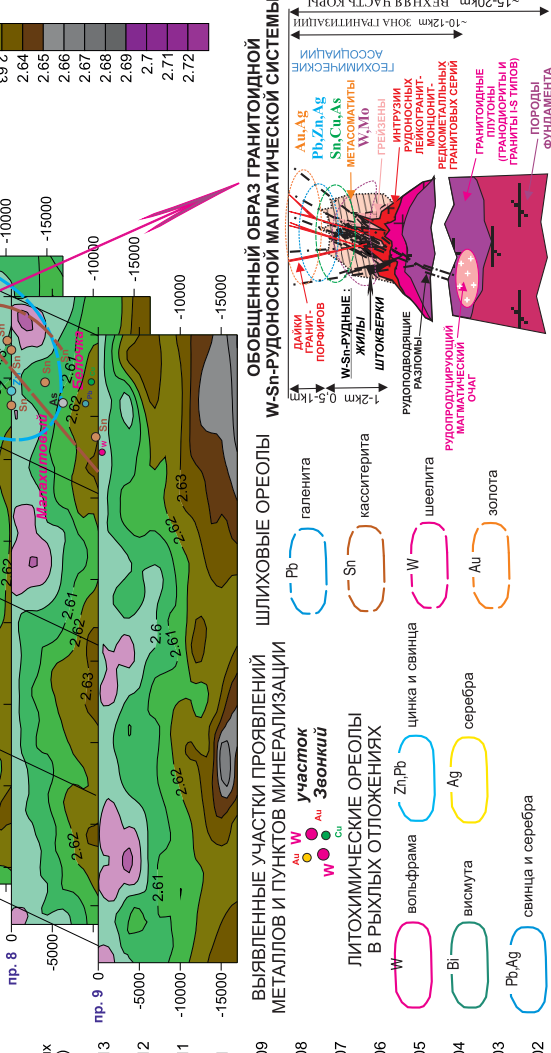
НАБЛЮДЕННОЕ ПОЛЕ Δg



- ИНТРУЗИВНЫЕ МАССИВЫ:**
 1-Суклайский, 2-Цафактайский,
 3-Хатагинский, 4-Пухинский,
 5-массив г. Сигбо, 6-Яйский
- Вулкано-тектонические структуры:**
 НТ-Нижнетазгинская (НТ)
 НЯ-Нижнеяйская (НЯ)
- РАЗЛОМЫ:**
 1-Суклай-Вернехорский, пр. 3
 2-Боленку-Пухинский,
 3-Суклайский
 4-Яя-Иктаминский
- ПРОЯВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ПУНКТЫ МИНЕРАЛИЗАЦИИ**
- | | | | | |
|------|------|------|------|----------|
| ● Cu | ● Pb | ● Mo | ● Au | ● Ag |
| ● Zn | ● Sn | ● As | ● Bi | ● Ag, Sb |
| ● W | ● Sb | ● Au | ● Au | ● Au |
| ● W | ● Sn | ● As | ● Bi | ● Ag, Sb |

Суклайская W-Sn (Au) потенциально рудоносная площадь

АНОМАЛЬНОЕ ПОЛЕ Δg



Суклайская W-Sn (Au) потенциально рудоносная площадь

ШЛИХОВЫЕ ОРЕОЛЫ

- Pb — галенита
- Sn — касситерита
- W — шевелита
- Au — золота

ВЫЯВЛЕННЫЕ УЧАСТКИ ПРОЯВЛЕНИЙ МЕТАЛЛОВ И ПУНКТЫ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

- Au, W — участок
- Au — Завонкий
- W — Завонкий
- Cu — Завонкий

ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ В РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

- W — вольфрама
- Zn, Pb — цинка и свинца
- Bi — висмута
- Ag — серебра
- Pb, Ag — свинца и серебра

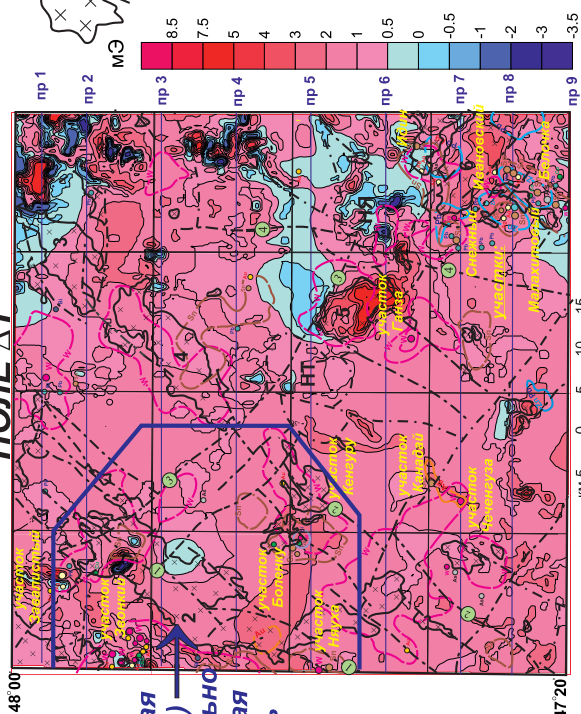
ОБОЩЕННЫЙ ОБРАЗ ГРАНИТОИДНОЙ W-Sn-РУДОНОСНОЙ МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

- Аль-Аг
- Pb, Zn, Ag
- Sn, Cu, As
- W, Mo
- МЕТАМОФИТЫ
- ИНТРУЗИВЫ
- РИДОЛИТИЧЕСКИЕ РАЗЛОМЫ
- ЖИЛЫ
- ШТОКБЕРГИ
- РИДОПРОДУЦИРУЮЩИЙ МАГМАТИЧЕСКИЙ ОЧАГ
- ГРАНИТОИДНЫЕ ПЛУТОНЫ (ГРАНИТЫ И СТИЛОВЫЕ ГРАНИТЫ И СТИЛОВ)
- ПОРОДЫ ФУНДАМЕНТА

ВЕХНЯЯ ЧАСТЬ КОРЫ
 -15-20км зона гранитизации
 -10-12км зона гранитизации

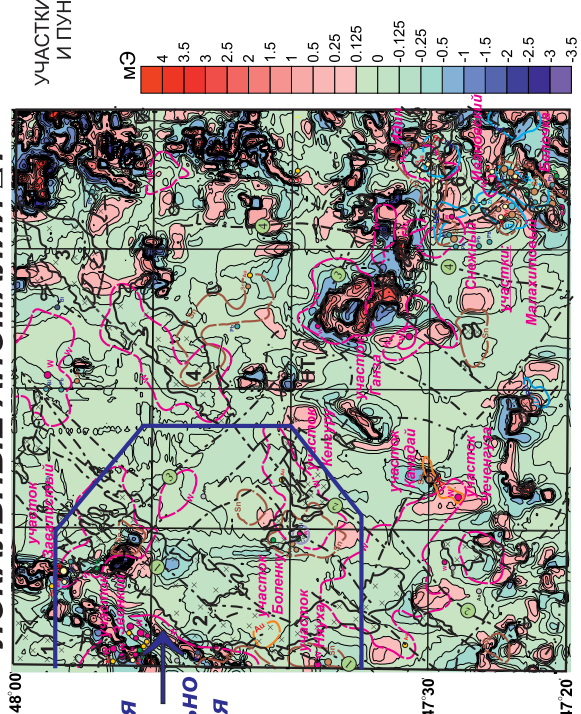
Рис. 3. Карты наблюдаемого и аномального гравитационного поля листа L-53-VI в серии широтных плотностных разрезов

ПОЛЕ ΔT



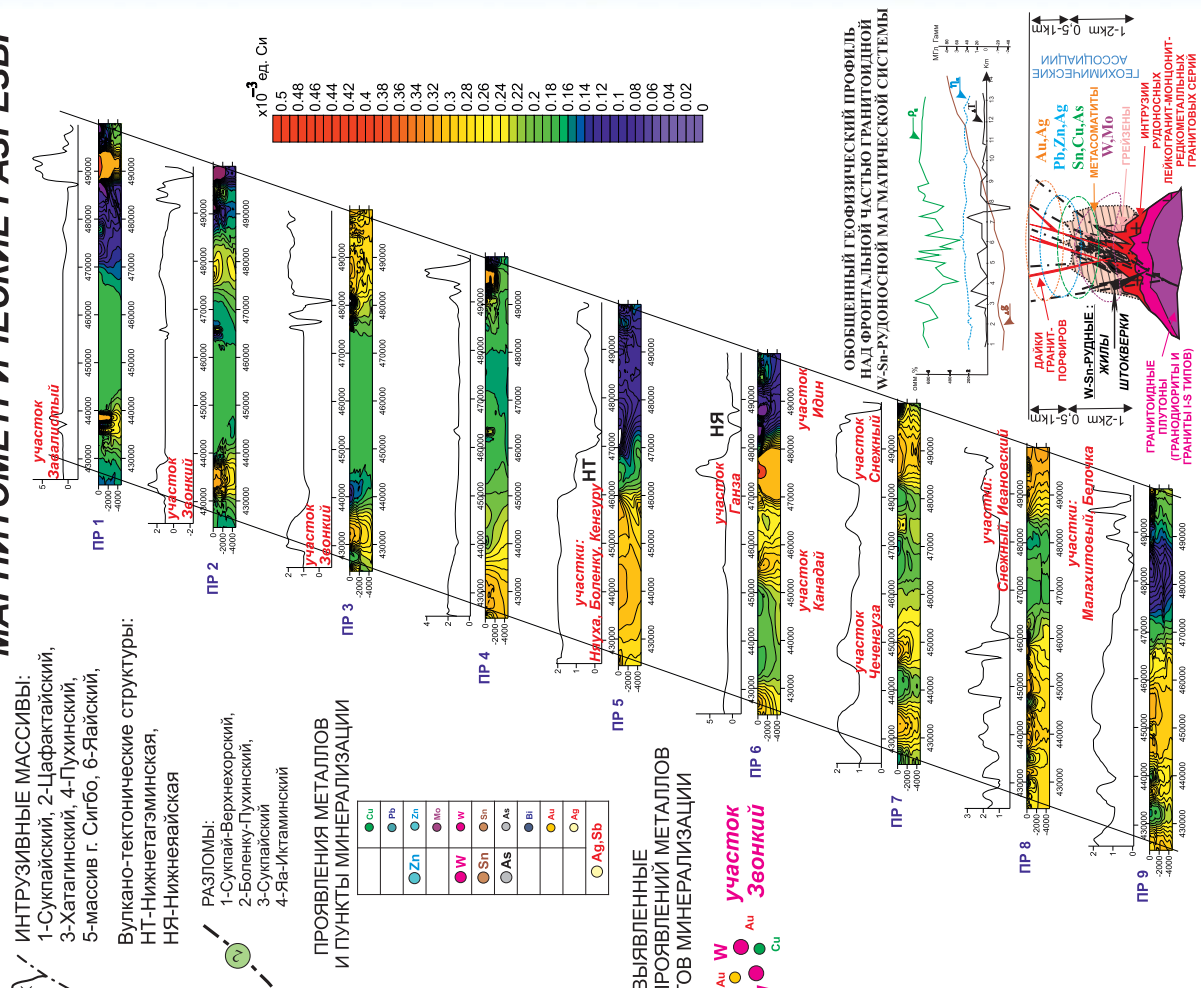
Сукупайская W-Sn (Au) потенциально рудоносная площадь

ЛОКАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ ΔT



Сукупайская W-Sn (Au) потенциально рудоносная площадь

МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ



ИНТРУЗИВНЫЕ МАССИВЫ:
 1-Сукупайский, 2-Цафактайский,
 3-Хатагинский, 4-Пухинский,
 5-массив г. Сигбо, 6-Яйский,
 Вулкано-тектонические структуры:
 НТ-Нижнетатагинская,
 НЯ-Нижнеяйская

РАЗЛОМЫ:
 1-Сукупай-Верхнехорский,
 2-Боленку-Пухинский,
 3-Сукупайский
 4-Яя-Иктагинский

ПРОЯВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ПУНКТЫ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

●	Cu
●	Pb
●	Zn
●	Mo
●	W
●	Sn
●	Sb
●	As
●	Bi
●	Au
●	Ag
●	Ag, Sb

ВЫЯВЛЕННЫЕ УЧАСТКИ ПРОЯВЛЕНИЙ МЕТАЛЛОВ И ПУНКТЫ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

●	Au
●	W
●	Cu

ОБЩЕНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ НАД ФРОНТАЛЬНОЙ ЧАСТЬЮ ГРАНИТОИДНОЙ W-Sn-РУДОНОСНОЙ МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

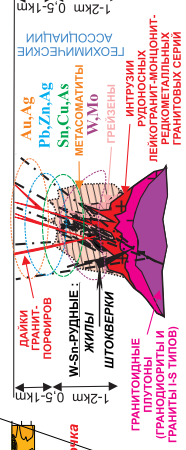


Рис. 4. Карты поля ΔT и локальных аномалий ΔT листа L-53-VI, магнитометрические разрезы верхней части земной коры

на территории листа L-53-VI проявлений и пунктов минерализации, шлиховых и вторичных геохимических ореолов рассеяния металлических полезных ископаемых (W, Sn, Pb, Zn, Au, Ag) (рис. 3, 4).

Возникновение контрастных локальных аномалий ΔT в экзо- и эндоконтактных областях гранитоидных массивов, слагающих периферийные и фронтальные части глубинных батолитов и крупных магматических центров, на площади листа L-53-VI, на наш взгляд, по-видимому, связано с интенсивной тектонической и постмагматической проработкой (метасоматоз, рудообразование) данных областей. В серии широтных магнитометрических разрезов до глубин $\sim 2-4$ км отчетливо выделяются приповерхностные зоны с высокими и аномально высокими значениями магнитных свойств и области с аномально низкими магнитными свойствами (рис. 4). С первыми (участки с аномально высокими значениями магнитных свойств) повсеместно связаны, выявленные в разные годы прошлого столетия и в разной степени оцененные, проявления и пункты минерализации W, Sn и сопутствующего оруденения (Pb, Zn, Au, Ag) — это участки: Звонкий, Няуха, Боленку, Кенгуру и др. (рис. 4). Участки с аномально низкими магнитными свойствами, как правило, представляют собой безрудные зоны (рис. 4).

Выделение поисковых площадей. Первоочередной площадью для проведения поисковых работ (ПР) на вольфрамовое и сопутствующее оруденение по ряду геологических, геофизических, магматических, формационно-стратиграфических, метасоматических и рудно-минералогических показателей является Супкайская W-Sn (Au) потенциально рудоносная площадь (рис. 5). Она расположена в северо-западной части листа L-53-VI в пределах Анюйской и Лужкинской СФ подзон (рис. 2, 5). Сложена стратифицированными образованиями: в пределах Анюйской СФ подзоны — триас-юрскими и нижнемеловыми песчаниками, алевролитами, гравелитами, кремнистыми и кремнисто-глинистыми породами с линзами известняков и базальтов [4, 6]; в пределах Лужкинской СФ подзоны — нижнемеловыми песчаниками и алевролитами с редкими линзами гравелитов и конгломератов, седиментационных брекчий, базальтов [4, 6]. Стратифицированные образования смяты в складки северо-восточного простирания (киммерийская складчатость), разбиты продольными (СВ) и поперечными (СЗ, субширотными) разрывами, прорваны верхнемеловыми и палеогеновыми гранитоидами, слагающими Супкайский и Цафактайский интрузивные массивы (рис. 2, 5). В экзо- и эндоконтактных частях верхнемеловых и палеогеновых гранитоидных массивов локализируются, выявленные в разные годы прошлого столетия [3, 5], проявления и пункты минерализации W, Sn, других металлов (рис. 2, 5).

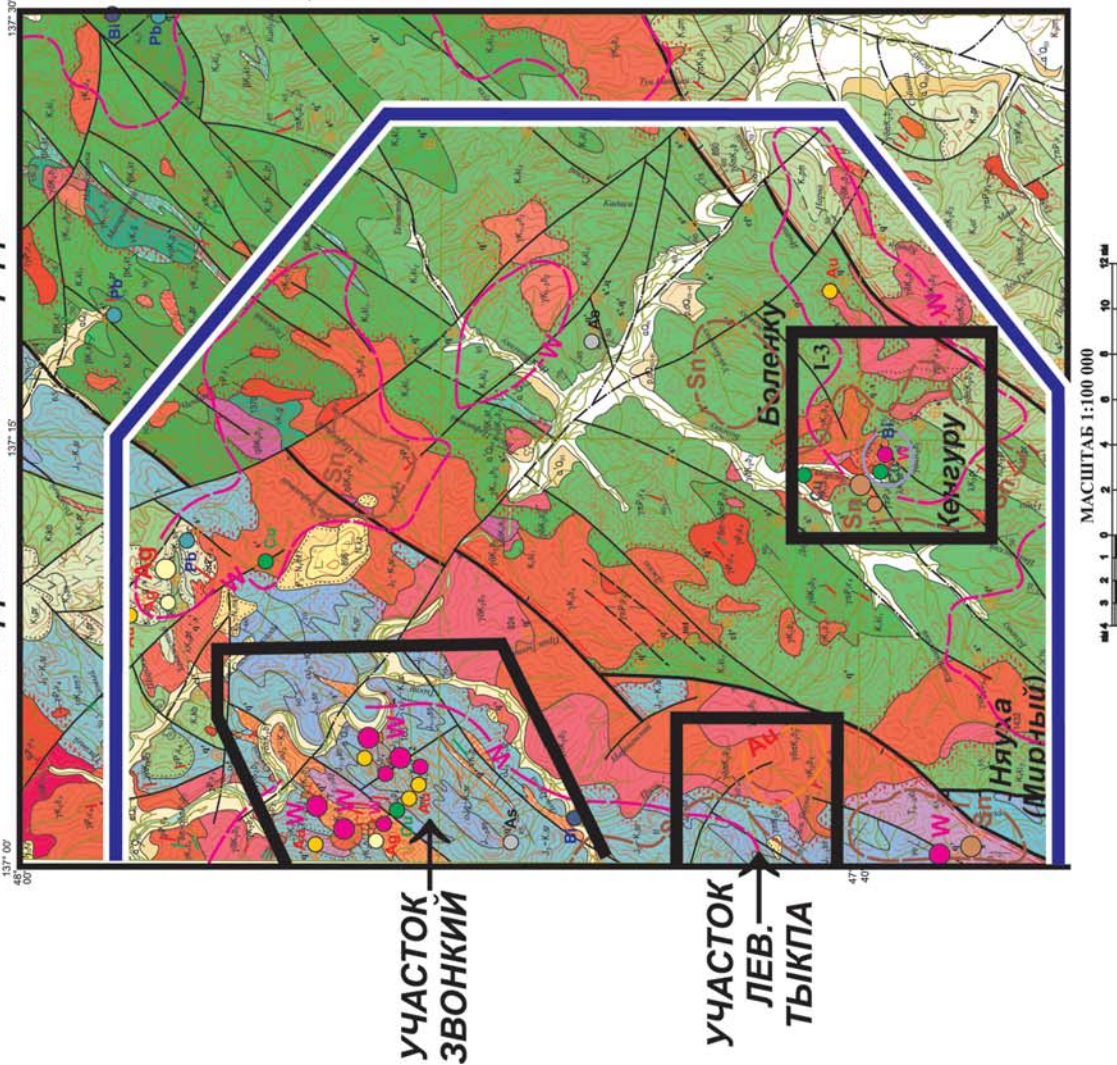
Наиболее перспективными на выявление скарново-шеелит-сульфидных залежей с богатыми рудами по сумме поисковых критериев и признаков являются поисковые участки Звонкий и Лев. Тыкпа (рис. 5).

Поисковый участок (ПУ) Звонкий ($S \approx 110$ км²) расположен в пределах Анюйской СФ подзоны в контурах шлихового ореола шеелита и аномалий мультипликативных показателей **рудных** и околорудных элементов: **Sn × Mo × Cu**, Co × Sr × Ni (рис. 5). ПУ сложен кремнистыми, кремнисто-глинистыми и известковистыми породами джаурской (T_{2-3} dž), сангинской (J_{1-3} sn) и светлореченской (J_3-K_1 sr) толщ (свит), прорванных позднеюрскими-раннемеловыми субвулканическими образованиями (мончикитами, тешенитами, авгититами) и позднемеловыми роговообманково-биотитовыми гранитами, дайками этих пород и гранит-порфирами (рис. 2, 5). Осадочные породы в эндоконтактах позднемеловых гранитов ороговикованы, субщелочные базальтоиды скарнированы [4, 6]. Гидротермальные изменения выражены в окварцевании, сульфидизации, редко грейзенизации, хлоритизации и карбонатизации пород. Шеелитовая минерализация связана с прожилками и жилами кварца и скарнированными породами. Содержания WO_3 в жилах, по данным рентгенорадиометрического анализа штучных проб, колеблется преимущественно от 0,22 до 6,84 %, достигая в единичных пробах 12,74–13,11 % [4, 6]. По своим площадным параметрам, геологическому строению, тектонике, магматизму, а также положению в мощной зоне смятия триас-юрских и нижнемеловых кремнисто-глинистых и известковистых пород, «зажатых» между Супкайским и Цафактайским массивами позднемеловых гранитоидов (рис. 2, 5), ПУ Звонкий схож с рудным узлом (ПУ) скарнового шеелит-сульфидного месторождения Восток-2 [12]. Исходя из вышеизложенного, перспективы выявления в пределах ПУ Звонкий скарново-шеелит-сульфидных залежей с богатыми рудами (от 0,3 до 5,5–7,06 %, WO_3 и более) оцениваются ФГБУ «ВИМС» достаточно высоко, особенно в его юго-западной части, где контрастно проявлены аномалии мультипликативных показателей **рудных элементов: Sn × Mo × Cu** (рис. 5). Здесь вероятней всего ожидать выявление рудного объекта, близкого по своим рудно-формационным и геолого-промышленным характеристикам с месторождением Восток-2.

Поисковый участок (ПУ) Лев. Тыкпа ($S \approx 42$ км²) также расположен в пределах Анюйской СФ подзоны, в западном экзо- и эндоконтакте Цафактайского массива позднемеловых гранитов, в контурах шлихового ореола шеелита и аномалии мультипликативного показателя **рудных** элементов: **Sn × Mo × Cu** (рис. 2, 5). По своим характеристикам геологического строения, тектоники, магматизма, а также значениям аномалий мультипликативных показателей **рудных (Sn × Mo × Cu)** элементов он схож с ПУ Звонкий (рис. 2, 5). Данный поисковый участок рекомендуется ФГБУ «ВИМС» для постановки детальных поисков масштаба 1:10 000 и крупнее (во 2-ю очередь).

Оценка прогнозных ресурсов. Апробированных прогнозных ресурсов вольфрама (WO_3) кат. Р₃ на территории листа L-53-VI не существует. Есть авторские прогнозные ресурсы триоксида вольфрама (WO_3) для

СУКПАЙСКАЯ W-Sn (Au) ПОТЕНЦИАЛЬНО РУДОНОСНАЯ ПЛОЩАДЬ



СХЕМАТИЧЕСКИЕ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ КАРТЫ УЧАСТКОВ ЗВОНКИЙ и ЛЕВ. ТЫКПА Масштаб 1:50 000

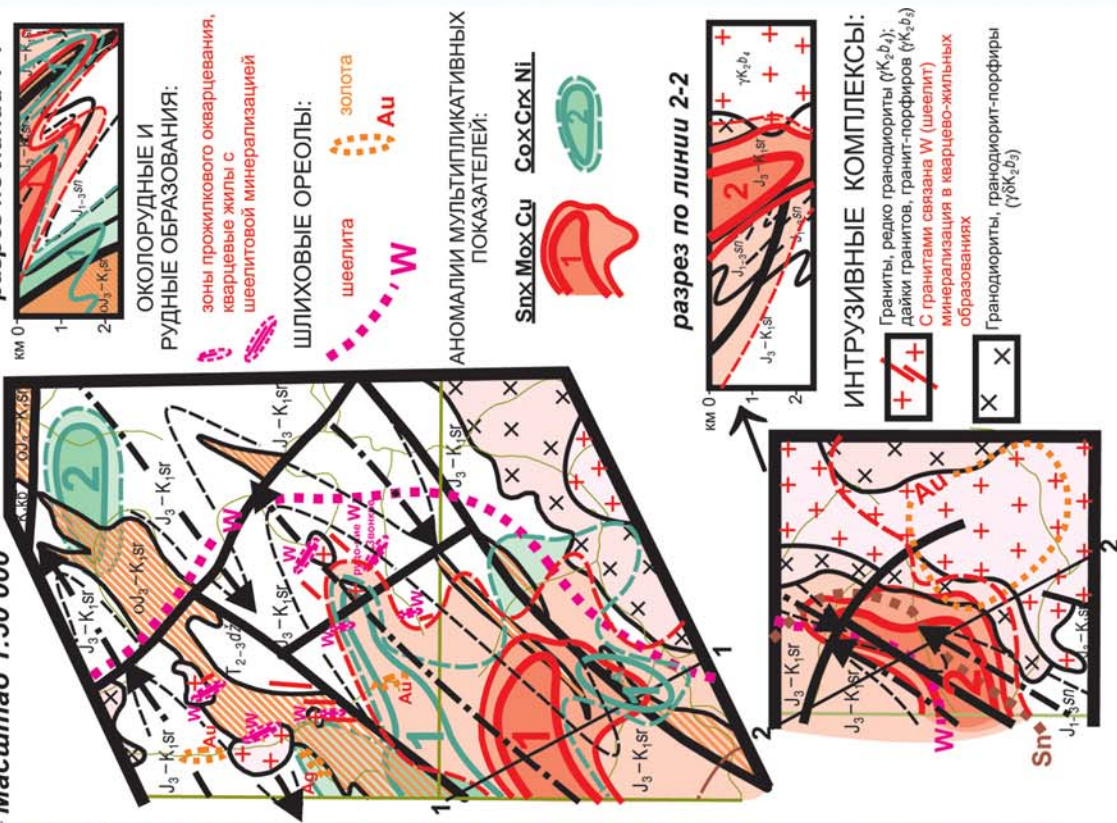


Рис. 5. Сулпайская W-Sn (Au) потенциально рудоносная площадь и поисковые участки, перспективные на выявление скарново-шеелит-сульфидных залежей

рудопроявления Звонкий, подсчитанные по кат. P_1 , которые составляют 8560,4 т [6].

Для Супкайской W-Sn (Au) потенциально рудоносной площади ($S \approx 1200 \text{ км}^2$) ВИМС выполнил (2018 г.) расчеты предполагаемого количества прогнозных ресурсов триоксида вольфрама (WO_3) кат. P_3 . Расчеты выполнялись с учетом вероятной удельной продуктивности ($g = 15\text{--}20 \text{ т/км}^2 \text{ WO}_3$ [4, 6]) для типовых рудно-формационных и ГПТ месторождений вольфрама (рудные узлы месторождений Восток-2, Лермонтовское), локализованных в пределах Центральной Сихотэ-Алинской минерагенической зоны (рис. 1).

Расчеты выполнялись по формуле

$$P_3 = g \times S \times n_1 \times n_2 \times H [8],$$

где g — вероятная удельная продуктивность (равна 20 т/км^2 , по аналогии с рудным узлом месторождения Восток-2), S — площадь Супкайской ПП ($S_1 \approx 1200 \text{ км}^2$), n_1 — поправочный коэффициент, учитывающий подобие (сходство) геологического строения, тектоники, магматизма, металлогении Супкайской ПП с эталонными территориями Приморья (ПУ месторождений Восток-2) (0,7–0,8), n_2 — принятый коэффициент надежности прогноза (0,6), H — глубина прогнозирования в метрах (200 м): $P_3 \text{ WO}_3 = 20 \times 1200 \times 0,7 \times 0,6 \times 200 = 2 \text{ 016 тыс. т}$. Таким образом, недра Супкайской W-Sn (Au) потенциально рудоносной площади могут вмещать в себя значительные по количеству скарново-шеелит-сульфидные руды, локализованные в благоприятных структурно-стратиграфических обстановках (ПУ Звонкий и Лев. Тыкпа).

Для поисковых участков (ПУ) Звонкий ($S \approx 110 \text{ км}^2$) и Лев. Тыкпа ($S \approx 42 \text{ км}^2$) расчет предполагаемого количества прогнозных ресурсов WO_3 кат. P_2 проводился для объединенной площади с $S \approx 150 \text{ км}^2$. Прогнозные ресурсы $P_2 \text{ WO}_3$ для объединенной площади ПУ Звонкий и Лев. Тыкпа составили: $P_2 \text{ WO}_3 = 20 \times 150 \times 0,7 \times 0,6 \times 200 = 252 \text{ тыс. т}$.

В пересчете на $C_2^{\text{всл}} = 0,125 \times (P_3 + 2P_2 + 4P_1)$ [8] прогнозные ресурсы WO_3 для Супкайской W-Sn (Au) потенциально рудоносной площади ($S \approx 1200 \text{ км}^2$) и локализованных в ее пределах ПУ Звонкий ($S \approx 110 \text{ км}^2$) и Лев. Тыкпа ($S \approx 42 \text{ км}^2$) составляют 319 280 т, что соответствует крупному по запасам месторождению вольфрама с рядовыми и богатыми рудами (участок Звонкий) в комплексе с которыми могут быть полиметаллы, медь, висмут, золото.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.И. Литий-фтористые граниты Дальнего Востока / В.И. Алексеев. — СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2014. — 244 с.
2. Гвоздев, В.И. Рудно-магматические системы скарново-шеелит-сульфидных месторождений Востока России / В.И. Гвоздев: Автореферат 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. — Т. 1/2. — 982 с.
4. ГГК РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение), лист L-(52), 53; (K-52, 53) оз. Ханка. Объяснительная записка / Ред. А.Ф. Васкин — СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. — 684 с.

5. 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.

6. Дымович, В.А. ГГК РФ масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Николаевская. Лист L-53-VI. Объяснительная записка / В.А. Дымович, Е.С. Опалихина. — ФГУ ХабТФГИ, 2003. — 115 с.

7. Петров, А.В. Компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа данных КОСКАД 3D / А.В. Петров, С.В. Зиновкин, Д.Ю. Осипенков, Д.Б. Юдин // Геоинформатика. — 2011. — № 4. — С. 7–13.

8. Принципы, методы и порядок оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Рекомендации межинститутской рабочей группы Роснедр / Под ред. А.И. Кривцова, составители: Б.И. Беневольский, Е.М. Аксенов, Е.В. Блинова и др. — М.: ЦНИГРИ, 2010. — 95 стр., 8 табл., 10 ил.

9. Сахно, В.Г. Позднемезозойско-кайнозойский континентальный вулканизм Востока Азии / В.Г. Сахно. — Владивосток: Дальнаука, 2001. — 338 с.

10. Уткин, В.П. Сдвиговые дислокации и их роль в проявлениях магматизма и рудообразования Азиатско-Тихоокеанской зоны перехода / В.П. Уткин: Авторефер. дисс... д-ра геол.-минер. наук. — Владивосток, 1989. — 50 с.

11. Ханчук, А.И. Геодинамика Востока России в мезо-кайнозое и золотое оруденение / А.И. Ханчук, В.В. Иванов / Геодинамика и металлогения. — Владивосток: Дальнаука, 1999. — С. 7–30.

12. Шашорин, Б.Н. Геолого-геофизическая 3D модель рудно-магматической системы скарнового шеелит-сульфидного месторождения Восток-2 (Центральный Сихотэ-Алинь, Приморский край) / Б.Н. Шашорин, А.И. Макаров, Е.В. Матвеева, Д.Е. Выдрич // Разведка и окр. недра. — 2019. — № 4. — С. 22–30.

© Коллектив авторов, 2019

Шашорин Борис Николаевич // shashorin.boris@yadex.ru

Макаров Александр Иванович // vims@vims-geo.ru

Матвеева Елена Вениаминовна // matveeva@vims-geo.ru

Выдрич Денис Евгеньевич // devrich@mail.ru

УДК 549.514.51

Кабанова Л.Я., Игуменцева М.А., Никандрова Н.К., Анфилогов В.Н., Рыжков В.М. (Институт минералогии ИОУ ФНЦ МиГ УрО РАН)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕТРОГРАФИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА «ПЕСЧАНОЕ» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

В статье приводятся фактические данные по геологической позиции кварцевых жил, образованных в процессе заполнения открытых трещин в массиве гранита. Изменения гранитов, превращенных местами в милониты и бластомилониты и присутствие в кварцевых зернах отчетливых следов хрупкой и пластической деформаций, свидетельствуют о катакластическом метаморфизме после формирования кварцевых жил. Изучение кварцевых агрегатов и исследование газовой-жидких включений в зернах белого, молочно-белого и серого кварца позволило определить температурный интервал эвтектики по криотермометрическим данным и максимальную температуру гомогенизации 356°C и минимальную 241°C – 257°C . Эти данные свидетельствуют о гидротермальном образовании кварцевых жил при температуре 300°C – 360°C . Перекристаллизация кварца в процессе объемной деформации происходила при температуре 200°C – 270°C . Ключевые слова: кварц, граниты, бластомилониты, газовой-жидкие включения, температура гомогенизации.