

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ТИПЫ ЭНДОГЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НИЖНЕТАЕЖНОГО РУДНОГО УЗЛА (ПРИМОРЬЕ)

*В.В. Ивин, А.Н. Родионов, В.Г. Хомич, Л.Ф. Симаненко, Н.Г. Борискина*

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

Нижнетаежный рудный узел Северного Приморья является сложным объектом, в пределах которого распространена олово-полиметалльно-серебряная, полиметалльно-серебряная, собственно серебряная и возможно обнаружение серебро-порфировой минерализации. Выявлены признаки зонального размещения минерализации относительно интрузивных массивов.

**Ключевые слова:** серебро, олово, медь, полиметаллы, вулcano-плутонические комплексы, Приморье.

### ВВЕДЕНИЕ

Серебро, образующее как самостоятельные крупные месторождения, так и присутствующее в составе комплексных проявлений различных металлов, является неотъемлемым элементом тихоокеанской металлогении [3]. Практически всеми исследователями признается, что Приморье вообще и Восточно-Сихотэ-Алинский вулcano-плутонический пояс (ВСАВП), в частности, имеют ярко выраженную серебряную специализацию. Не случайно Ag извлекается в качестве основного компонента из сереброносных полиметаллических руд на предприятиях Дальнегорского района уже более 100 лет, с конца XIX века. В недавнем прошлом оно добывалось и из “чисто” серебряных месторождений, расположенных на площади ВСАВП, в непосредственной близости от Нижнетаежного рудно-магматического узла. Присутствие в серебряных и золото-серебряных месторождениях свинцово-цинковых руд и оловосодержащих минералов (канфильдит, франкеит и др.) сближает их с серебро-полиметаллическими и серебро-оловянными, в которых, в свою очередь, широко распространены минералы серебра. Смена с глубиной серебряных руд золото-серебряными, полиметаллическими и медными установлена на глубоко вскрытых месторождениях мексиканского звена северо-американского сектора Тихоокеанского сегмента Земли (Гуанохуато и др.). Размах оруденения (от медного и полиметаллического до серебряного) на крупных месторождениях

достигает 1,0 км и более. Вместе с тем установлено, что большинство месторождений серебра формировались на небольших (0,2–1,5 км) глубинах. Видимо, этим обусловлена хорошо выраженная зональность не только в размещении оруденения, но и в метасоматических преобразованиях пород, выражающаяся в смене (сверху вниз) сольфатарных вторичных кварцитов аргиллизитами и пропилитами. Серебряное оруденение обычно размещается на уровне аргиллизитов гидрослюдистого, монтмориллонит-гидрослюдистого, хлорит-гидрослюдистого состава и адулярсодержащих метасоматитов, иногда среди вторичных кварцитов. На глубоких уровнях оруденения фиксируются серицитовые, хлорит-серицитовые, хлорит-карбонатные, ортоклазовые, альбитовые метасоматиты со свинцово-цинковой, висмутовой, медной, медно-молибденовой, олово-полиметаллической минерализацией, тяготеющей к экзо- и эндоконтактовым зонам субвулканических, интрузивных образований.

Примечательно, что подобная зональность проявляется не только по вертикали, но и по латерали. Примером последовательной смены минеральных ассоциаций по латерали могут служить месторождения, выявленные на площади Нижнетаежного узла (Северное Приморье).

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ НИЖНЕТАЕЖНОГО РУДНОГО УЗЛА

Нижнетаежный узел (НТУ), площадью около 500 км<sup>2</sup>, расположен в Прибрежной зоне Восточно-

Сихотэ-Алинского вулcano-плутонического пояса (бассейн р. Таежной, примерно в 25 км от побережья Японского моря). Первые сведения о признаках рудоносности территории были получены при геологических съемках м-ба 1: 200 000 в 30-е годы прошлого века (П.С. Бернштейн, Л.И. Красный). Планомерные геологические, геофизические, геохимические исследования района начались в 60-х годах XX века после открытия на соседних площадях олово-полиметаллических месторождений. В конце 70-х годов А.Н. Родионов составил прогнозную карту зоны на благородные металлы, послужившую основой развертывания в районе поисковых работ, специализированных на Au и Ag. Эти работы существенно изменили представления о металлогеническом потенциале района, подтвердили его высокую перспективность и привели к открытию многих проявлений и месторождений серебра в северном Приморье. Нижнетаежный рудный узел характеризуется весьма сложным геологическим строением, наличием крупных разрывных нарушений, разноориентированных сквозных разломов, крупных магматических центров, масштабных потоков рассеяния, шлиховых и геохимических ореолов.

Геологические стратифицированные образования, слагающие территорию узла, принадлежат двум структурным этажам: нижнему терригенному ( $K_1$ ), где они смяты в крутые складки северо-восточного простирания, и верхнему вулканогенному, включающему эффузивно-пирокластические накопления богпольской (маастрихт-дат), самаргинской (маастрихт) и приморской (турон-кампан) толщ, участвующих в строении нескольких кальдер проседания (Носыревской, Тальниковой, Шандуйской) и Монкинского вулcano-купольного поднятия (рис. 1), названного ранее В.А. Королевым (1972 г.) Белембинским остаточным горстом. Мощность верхнемеловых вулканических накоплений, неравномерно распространенных на площади узла, достигает 3 км.

Приморская толща, общая мощность которой оценивается в 650–700 м, закартирована в ВЮВ части площади, где ее нижняя пачка ( $K_2rg_1$ ) видимой мощностью более 250 м представлена агломератовыми, псефитовыми, псаммитовыми литокристаллокластическими туфами риолитов, содержащими обломки пород складчатого основания. Псаммито-псефитовые туфы перекрыты сваренными “игнимбритовидными” – псефито-псаммитовой пирокластикой кислого состава второй пачки ( $K_2rg_2$ ) мощностью 250–440 м, содержащей редкие прослои игнимбритов, туффитов, пепловых и грубообломочных туфов.

Для нее характерна значительная фациальная изменчивость накоплений и их пестрая окраска. Верхняя пачка толщи ( $K_2rg_3$ ) имеет отличительную коричневатобуровато-серую окраску, распространена в центральной части узла. Облик этой пачки определяют игнимбриты, рыхловатые спекшиеся псаммитовые туфы кислого состава с фьямме аргиллизированного вулканического стекла. Пачка содержит редкие прослои туфов риодацитов, туффитов, туфопесчаников и туфоалевролитов. Экструзивные тела, закартированные среди вулкаников приморской толщи, сложены игниспумитами, крупнопорфировыми риолитами, иногда окруженными агломератовой мантией.

Отложения приморской толщи согласно перекрыты пирокластическими накоплениями среднего и умеренно-кислого состава самаргинской ( $K_2sm$ ) свиты, для которых характерен пестрый облик и широкий диапазон изменчивости размеров обломков, вплоть до присутствия глыб пород в агломератовых туфах. Отмечаются прослои риолитовых туфов, псефитовых и агломератовых ксенотуфов, туфопесчаников, туфоалевролитов, а также пелитовых кремневидных туфов. Для низов разреза толщи характерно присутствие грубой пирокластики и ксенотуфов, для верхов – экструзивно-эффузивных тел андезитов, которые последовательно перекрыты массивными и слоистыми кремнистыми туфами умеренно-кислого (дацитового) состава, кремнистыми туффитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами и, наконец, черными слоистыми алевролитами и песчаниками фации кратерных озер. Экструзивные тела самаргинского времени по составу и последовательности формирования разделяются на 2 группы: ранние – кислого и умеренно-кислого состава – сферолитовых, флюидально-сферолитовых риолитов, риодацитов и их порфировых разновидностей, иногда брекчиевидного облика, и поздние – среднего состава – андезитов, андезидацитов.

Эффузивно-пирокластические накопления богпольской ( $K_2bg$ ) толщи, характеризующиеся повышенной щелочностью, распространены в западном и северном секторах узла. Низы разреза первой пачки толщи ( $K_2bg_1$ ) сложены глыбовыми туфами риолитов, туфоконгломератами (с окатанными, полуокатанными глыбами риолитов, дацитов и миароловых гранитов) с редкими прослоями туффитов и туфоалевролитов; грубообломочными риолитоидными игнимбритами с обилием уплощенных обломков аргиллизированного вулканического стекла и различных пород, включая осадочные отложения нижнего структурного этажа. Верхи разреза этой пачки пред-

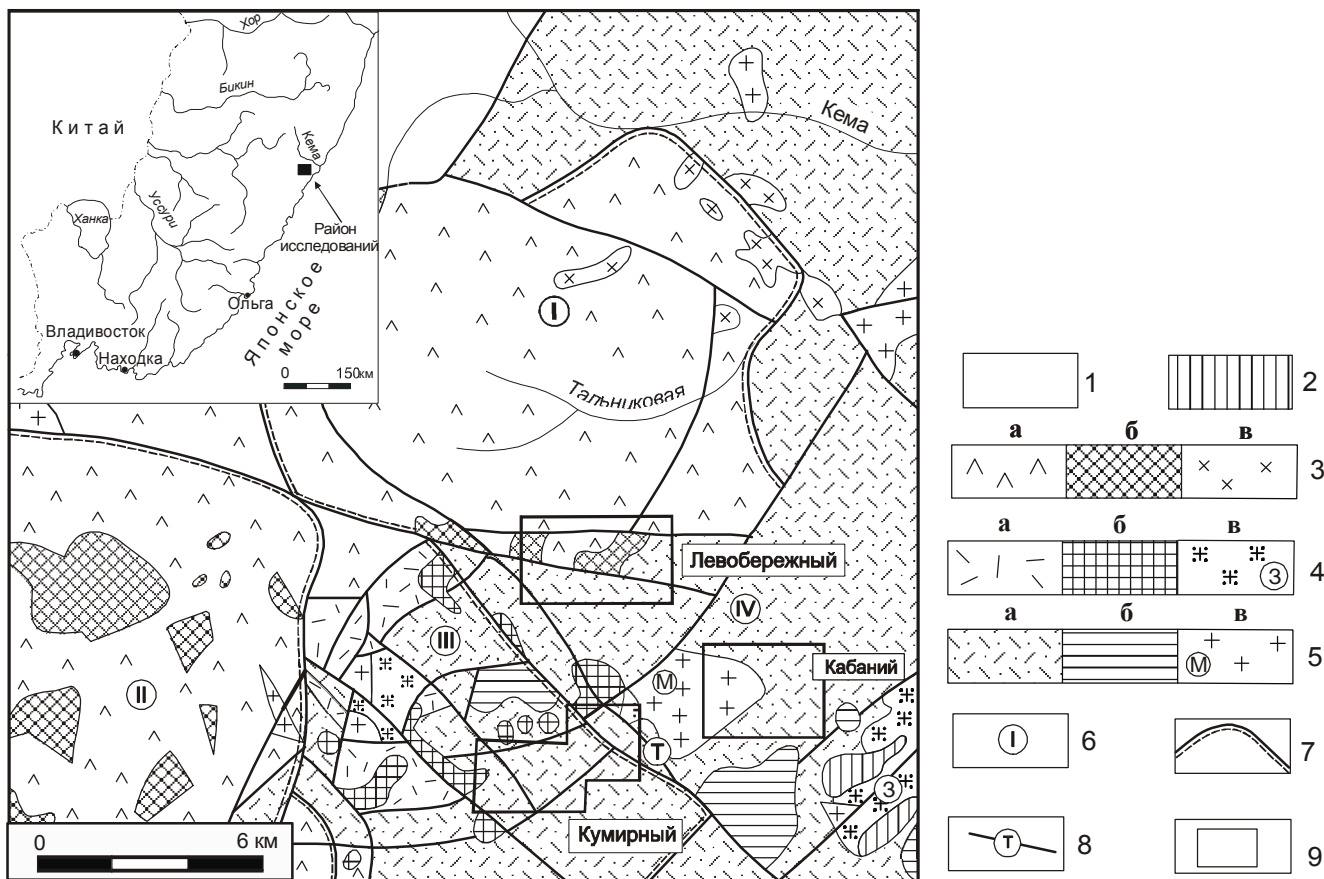


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Нижнетаежного рудного узла.

1 – нижнемеловые терригенные отложения складчатого основания Восточно-Сихотэ-Алинского вулcano-плутонического пояса; 2–5 – вулканические и вулcano-плутонические комплексы: 2 – кизинский миоценовый вулканический (субвулканические тела дацитов и андезидацитов), 3 – богопольский маастрихт-датский (а – игнимбриты и туфы риолитов, б – экструзии и некки дацитов, в – гранитоидные тела), 4 – самаргинский раннемаастрихтский (а – туфы дацитов и риодацитов, в меньшей мере – андезиты, туфы андезитов и риолитов, б – экструзии, некки и дайкообразные тела андезитов и андезидацитов, в – гранитоиды, в т.ч. 3 – массив Заводской), 5 – приморский турон-кампанский (а – туфы риолитов с прослоями игнимбритов, туффитов, туфоалевролитов и туфопесчаников, б – экструзии и некки риолитов, в – гранитоиды, в т.ч. М – Малиновский массив); 6 – крупные вулcano-тектонические структуры: I – Тальниковая, II – Шандуйская, III – Носыревская, IV – Монкинское поднятие; 7–8 – разломы: 7 – ограничивающие палеокальдеры, 8 – прочие (Т – Таежная зона разрывов); 9 – контуры главных рудоносных участков.

ставлены псефитовыми и псефито-псаммитовыми литовитрокристаллокластическими туфами кислого состава. В средней пачке характеризуемой толщи ( $K_2bg_2$ ) преобладают агломератовые (в низах) и псефито-псаммитовые кремнистые (в различной степени сваренные) игнимбритовидные биотитовые туфы риолитов. Для верхней пачки ( $K_2bg_3$ ) характерна широкая распространенность светлоокрашенных слоистых пирокластитов и присутствие туфогенно-осадочных пород. Ее низы сложены алевро-псаммитовыми и пелито-алевритовыми туфами риолитов с прослоя-

ми игнимбритов, игнимбритовидных псефито-псаммитовых, иногда пепловых туфов. Средняя часть пачки характеризуется значительной долей пелитовых массивных и слоистых опаловидных туффитов, кремнистых пород с линзами и прослоями черных опалитов. Верхняя часть  $K_2bg_3$  – переслаивание пелитовых и алевритовых туфов кислого состава, туффитов, туфопесчаников и туфоалевролитов, содержащих растительный детрит. Экструзивы богопольского времени принадлежат трем группам. Ранние представлены риодацитами, дацитами, трахидацитами,

переходящими иногда в андезидациты, их брекчиевыми разностями, имеющими в отдельных случаях туфовидный облик. Более поздние сложены порфиrowыми, часто миндалекаменными роговообманково-плагиоклазовыми андезитами. А самые молодые – риолитовыми игниспумитами в окружении агломератовых мантий в центре Шандуйского палеовулкана.

Экструзивно-эффузивно-пирокластическим накоплениям трех охарактеризованных толщ коагматичны субвулканические и интрузивные тела, являющиеся более глубинными частями одноименных с толщами вулcano-плутонических комплексов (ВПК).

Наиболее крупные интрузивные и субвулканические тела приморского ВПК выявлены среди ороговикованных пород соответствующей толщи на левобережье нижнего течения р. Таежной и в центре Носыревской кальдеры. Здесь они вместе с более молодыми образованиями размещены в локальных очаговых структурах интрузивно-купольного типа. Интрузивы имеют сложное строение, поскольку образованы породами различных фаз. Так, наиболее крупный Малиновский массив сложен преимущественно приморскими гранитоидами. Среди последних различают как мелко-, редко крупнозернистые биотитроговообманковые кварцевые (“игольчатые”) диориты, так и биотитовые порфиrowидные граниты, переходящие в краевых частях массива в гранит-порфиры. Субвулканические тела рассматриваемого ВПК представлены крупнопорфиrowыми риолитами, иногда переходящими либо в гранит-порфиры (г.г. Аида, Таран и др.), либо в кластолавы кислого состава (некк кл. Петрованова).

Наиболее ярким представителем интрузивных тел самаргинского ВПК является массив Заводской, в котором проявлены две фазы внедрения. Ранняя фаза сложена мелкозернистыми миароловыми аляскитовыми гранитами, приобретающими аплитовидный облик в эндоконтактной зоне; поздняя – пироксенроговообманковыми крупнозернистыми диоритами (иногда переходящими в габбродиориты), которые в эндоконтактной и апикальной зонах массива сменяются резко порфиrowидными разностями с переходами в типичные диоритовые порфириты пироксенроговообманково-биотитового состава. В объеме самаргинского ВПК преобладают субвулканические тела: дайки, штоки, некки. Среди них, как и среди стратифицированных накоплений, фиксируется антидромность эволюции “самаргинского” магматизма: от риолитов до дацитов порфиrowого и крупнопорфиrowого облика на ранней стадии к андезидацитам

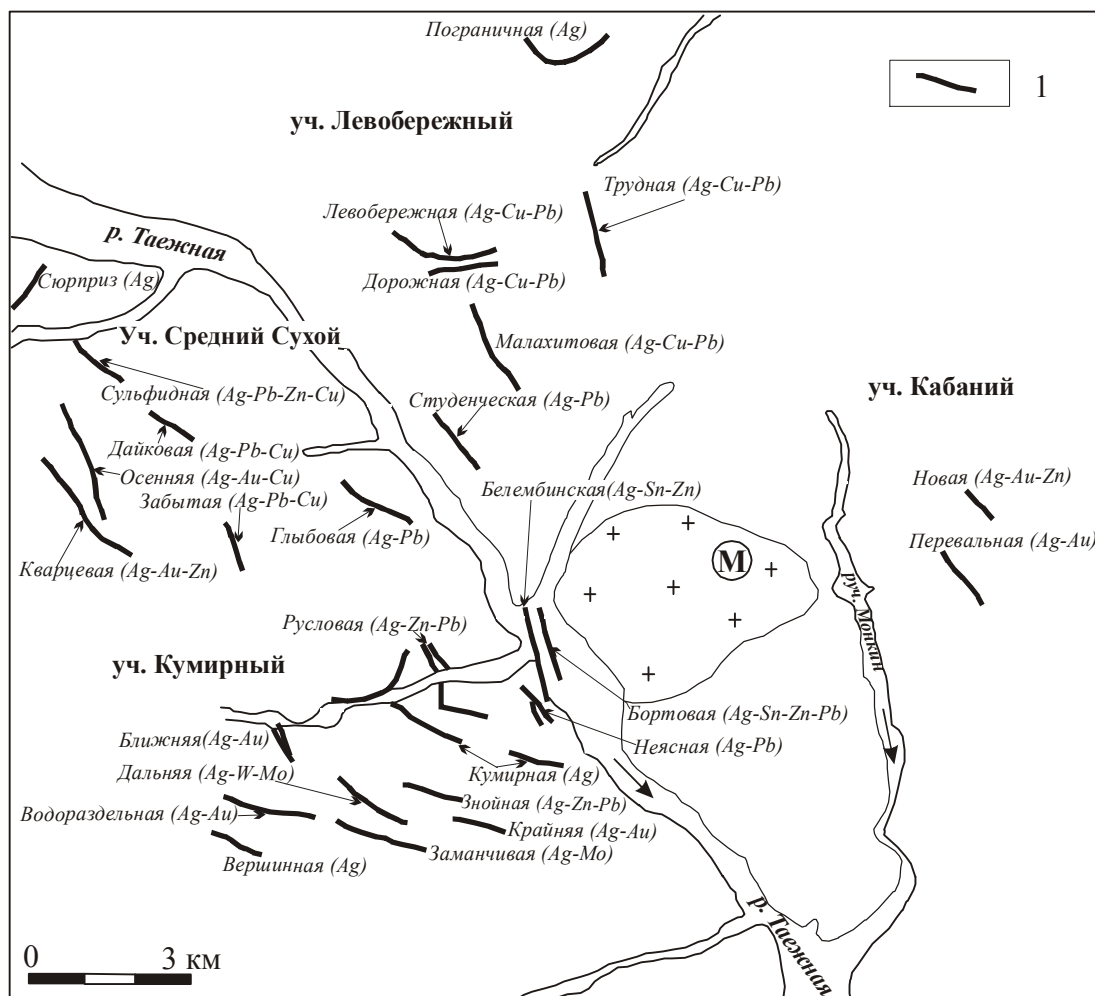
и плагиоклаз-роговообманковым (редко биотитовым) андезитами на поздней стадии. Небольшие сближенные купола андезитов имеют сложное внутреннее строение и хорошую выраженность в рельефе. Пространство между ними бывает заполнено эксплозивными брекчиями, содержащими глыбы андезитов, гранитов, диоритов, туфов риолитов, цементированных лавой андезидацитового состава.

Субвулканические тела богопольского ВПК представлены некками дацитов и трахидацитов, иногда переходящих в андезидациты, риодациты и риолиты туфовидного облика, а также телами эксплозивных брекчий соответствующего состава. Наиболее молодые субвулканические образования, секущие экструзии дацитов богопольского ВПК на площади узла, причисляют к кизинскому (миоцен) комплексу. Это дайки гиперстеновых андезитов, андезидацитов, дацитов прорывающие тела эксплозивных брекчий богопольского комплекса. Кизинские образования представлены также мелко- и неяснопорфиrowыми (часто миндалекаменными) разностями роговообманково-плагиоклазовых андезитов, реже андезибазальтов и базальтов. Для них характерны шаровая отдельность, значительная измененность и повышенная щелочность.

На площади НТУ выделено несколько дуговых, кольцевых, ограничивающих вулcano-тектонические сооружения, и линейных систем разломов, фиксируемых и геофизическими методами. В поле силы тяжести их существование устанавливается по наличию гравитационных флексур и ступеней. Линейные разломы имеют преимущественно северо-восточное и северо-западное простирание и представлены субпараллельными, часто эшелонированными зонами дробления, брекчирования, интенсивной трещиноватости, расланцевания, контролирующими простирание даек, субвулканических тел и минерализованных зон. Нарушения северо-восточной ориентировки сопряжены с Дальнегорским глубинным разломом, квалифицируемым в качестве сдвига II порядка, расположенным между Береговым и Восточным (Колумбинским) региональными разломами. Нарушения северо-западного и субширотного простирания принадлежат Таежной зоне, прослеженной вдоль одноименной реки к верховьям р. Колумбе.

#### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУДОНОСНЫХ ЗОН НИЖНЕТАЕЖНОГО УЗЛА

В рудном узле по потокам рассеяния выявлено несколько комплексных геохимических аномалий:



**Рис. 2.** Схема размещения минерализованных зон на площади Нижнетаежного рудного узла.

1 – минерализованные зоны и их рудно-геохимическая специализация (Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Sn). М – Малиновский массив гранитоидов (см. рис. 1). Другие пояснения см. в тексте.

Каменистая, Основная, Левобережная, Контрастная и др., на площади которых выделены рудоносные поля, в поисковой практике называемые участками: Кумирный, Левобережный, Кабаний и т.д., а в пределах последних – рудные зоны (более 30) преимущественно северо-западной (реже субширотной, субмеридиональной и редко северо-восточной) ориентировки с редкометалльной, полиметаллической (с серебром), олово-полиметалльно-серебряной, полиметалльно-серебряной, собственно серебряной минерализацией (рис. 2). В размещении рудных зон намечаются элементы зональности. Имеются признаки того, что эндогенное оруденение узла формировалось в два этапа: послесамаргинский и послебегопольский. Однако точные определения относительного и абсолютного возраста оруденения пока отсут-

ствуют. В интрузивных массивах выявлена полиметаллическая, бедная висмутовая, молибденовая и оловянная минерализация, ассоциирующая с кварц-мусковитовыми грейзенами. При удалении от интрузивов фиксируется смена ореолов грейзенизации и ороговикования ореолами пропилитизации и кварц-серицит-гидрослюдистых метасоматитов. Жильно-прожилковые зоны с олово-полиметалльно-серебряным, полиметалльно-серебряным оруденением размещены вблизи Малиновской интрузии и штоков самаргинских диоритов среди ороговикovaných вулканитов нижней пачки (К<sub>пр</sub>) приморской толщи (Белембинская, Бортовая, Русловая и др.). Мощность таких зон достигает 20 м, протяженность – 1,5 км и более. Они состоят из сложноветвящихся крутопадающих сереброносных кварц-сульфидных жил, сопро-

обладающих прожилково-вкрапленной минерализацией (в т.ч. и кварц-флюоритовой). Общая их особенность – присутствие  $\text{SnO}_2$  (в олово-полиметалльно-серебряных до 1 % и более, в полиметалльно-серебряных до 0,1 %). Они содержат до 1 % и более Pb, Zn, Cu и до 200 г/т Ag и рассматриваются в качестве фациальных разностей единой рудной формации, различия между которыми, возможно, обусловлены неодинаковым эрозионным срезом: более значительным для олово-полиметалльно-серебряной минерализации, что подтверждается и более низкой ее сереброносностью по сравнению с полиметалльно-серебряной. Последняя разделяется на два минерально-геохимических типа: свинцово-серебряный кварц-сульфидный (с серебросодержащим галенитом) и медно-серебряный сульфидно-карбонатно-кварцевый с ограниченным объемом сульфидов, главным среди которых является серебросодержащий халькопирит (зоны Дорожная, Осенняя и др.). В целом продуктивность таких зон на Ag определяется распространенностью в них пирит-халькопиритовой и особенно поздней галенитовой минеральных ассоциаций. В первой из них распространены преимущественно самородное серебро и стефанит, во второй – фрейбергит и (или) аргентит.

Убогосульфидные сереброносные зоны (Кумирная, Водораздельная, Заманчивая, Ближняя, Неясная, Крайняя, Перевальная, Сентябрьская, Сюрприз и др.) пространственно разобщены с олово-полиметалльно-серебряным оруденением. Они имеют значительно меньшую мощность (до 4 м) и размещены преимущественно среди вулканитов третьей пачки приморской толщи ( $\text{K}_2\text{pr}_3$ ), превращенных в кварц-серицит-гидрослюдистые метасоматиты. Для подобных зон характерно грубополосчатое строение. Осевые их части обычно сложены гребенчатым среднезернистым полупрозрачным кварцем брекчиевидного облика, симметрично или только с одной стороны обрамленным кварцевыми же жильно-прожилковыми “полосами”, содержащими гнезда, просечки, вкрапленность мелкозернистого и дисперсного арсенопирита и простых сульфидов Fe, Zn, Pb, Cu, а также сульфидов Ag и его сульфосолей (акантита, пираргирита, полибазита, аргентита, стефанита, фрейбергита, штромейерита и др.). В одних зонах пираргирит преобладает над акантитом и другими минералами Ag (например, зона Заманчивая), в других – зафиксированы обратные соотношения упомянутых минералов (зоны Сентябрьская, Перевальная и др.).

Не исключается возможность обнаружения на площади узла и серебро-порфирового оруденения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные о геологическом строении, метасоматических преобразованиях пород, минеральных ассоциациях сереброносных зон Нижнетаежного рудного узла и их зональном размещении свидетельствуют, по мнению авторов, о значительных масштабах проявленного в пределах узла оруденения и определенной его уникальности. Основаниями для такого вывода являются не только содержания серебра в рудных зонах, но и присутствие заметных количеств меди, свинца, цинка, олова и признаки зонального размещения разных типов оруденения на уровне современного эрозионного среза.

Выявленные на площади Нижнетаежного узла минеральные типы оруденения условно можно объединить в последовательный ряд в соответствии с концентрациями в них Ag, положением относительно Малиновского интрузивного массива, с которым ассоциирует серебряная и серебросодержащая минерализация. На примере НТУ видно, что месторождения серебра, возникшие в связи с формированием ВСАВПП, проявляют признаки дискретного, т.е. узлового, размещения в пространстве: в структурах внутренних (вулканических), внешних (вулканоплутонических) и фланговых, периферических (плутонических) структурно-формационных зон, а также во времени – в разновозрастных тектономагматических циклах, этапах и стадиях [2]. Размещение сереброносных объектов на территории НТУ подчинено, в основном, тектоническим элементам. Среди последних определяющими являются разломы глубокого заложения. Ассоциирующие с ними коровые зоны нарушений контролируют размещение магматических образований и метасоматитов. Вдоль таких зон и на их пересечениях размещены многочисленные рудопроявления, тяготеющие к тектономагматическим сооружениям, в строении которых участвуют комплексы основания ВСАВПП, интрузивные, субвулканические, экструзивно-эффузивные и вулканогенно-осадочные образования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гамянин Г.Н., Горячев Н.А., Бортников Н.С., Аникина Е.Ю. Типы серебряного оруденения Верхояно-Колымских мезозой (геология, минералогия, генезис, металлогения) // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22, № 6. С. 113–126.
2. Хомич В.Г. Металлогения вулканоплутонических поясов северного звена Азиатско-Тихоокеанской мегазоны взаимодействия. Владивосток: Дальнаука, 1995. 343 с.
3. Щеглов А.Д., Хомич В.Г., Говоров И.Н. Металлогения се-

ребра Тихоокеанского сегмента Земли // Тихоокеан. геология. 1984. № 4. С. 3–13.

4. Rodionov A.N., Khomich V.G., Simanenko L.F., Boriskina N.G., Ivin V.V. Geology and silver mineralisation types of the

Nizhne-Taezhny ore cluster// Metallogeny of the Pacific Northwest. Tectonics, magmatism and metallogeny of active continental margins. Proceeding of the interim IAGOD conference. Vladivostok: Dalnauka, 2004. P. 530–533.

Поступила в редакцию 22 февраля 2006 г.

Рекомендована к печати В.Г. Гоневчуком

***V.V. Ivin, A.N. Rodionov, V.G. Khomich, L.F. Simanenko, N.G. Boriskina***

**Geological structure and endogenous mineralization types of the Nizhne-Taezhny ore cluster (Primorye)**

The Nizhne-Taezhny ore cluster of Northern Primorye is a complex object containing tin-polymetal-silver, polymetal-silver, and silver mineralization proper. Silver-porphyry mineralization is also possible to be found. The features of zonal distribution of mineralization relative to intrusive massifs have been recognized.

***Key words:* silver, tin, copper, polymetals, volcano-plutonic complexes, Primorye.**