DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10005

УДК 553.43’536.078(571,6)
© О.В.Минина, И.Ф.Мигачёв, В.С.Звездов, 2019

Прогнозно-металлогеническое районирование южной части Дальневосточного региона на медно-порфировое оруденение

О.В.МИНИНА, И.Ф.МИГАЧЁВ, В.С.ЗВЕЗДОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Проведено районирование территории юга Дальнего Востока на медно-порфировое оруденение с учётом данных геологоразведочных работ (ГРР) последних лет и использованием разработанной в ЦНИГРИ методологии прогноза месторождений этого типа. Рассмотрены геотектоническая позиция, строение и металлогения андезитоидных вулкано-плутонических поясов (ВПП) – Умлекано-Огоджинского, Ханкайского, Хингано-Охотского, Западно- и Восточно-Сихотэ-Алинского и Колчанского, вмещающих медно-порфировые и сопряжённые с ними месторождения и проявления и образующих Амурско-Сихотэ-Алинскую медно-порфировую металлогеническую провинцию. Охарактеризованы образующие пояса вулкано-плутонические ассоциации (ВПА) и плутоногенные формации, пространственно-временные связи объектов разных рудно-формационных типов. Оконтурены медно-порфировые металлогенические зоны (Северо-Буреинская, Южная, Западная и Восточная), охватывающие площади распространения продуктивных андезит-диорит-гранодиорит-монцонитовых вулкано-плутонических ассоциаций, сформированных на ранних этапах становления ВПП. Выделенные в их пределах рудные районы и узлы представляют собой ареалы развития массивов плутонитов рудоносных формаций и связанных с ними медно-порфировых проявлений в поднятиях фундамента поясов.
Ключевые слова: медно-порфировые металлогенические провинции, зоны, районы и узлы, вулкано-плутонические пояса, вулканогенные и плутоногенные формации, медно-порфировые, золоторудные, оловорудные, свинцово-цинковые месторождения.

Минина Ольга Васильевна
кандидат геолого-минералогических наук
minina@tsnigri.ru

Мигачёв Игорь Фёдорович
доктор геолого-минералогических наук
mifigor@tsnigri.ru

Звездов Вадим Станиславович
кандидат геолого-минералогических наук
metallogeny@tsnigri.ru

Forecasting and metallogenic zoning of the southern Far East region for porphyry copper mineralization

O.V.MININA, I.F.MIGACHEV, V.S.ZVEZDOV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

Zoning of the Far East region was performed for porphyry copper mineralization using a formation analysis and TsNIGRI-developed method to forecast this type of deposits. The paper reviews geotectonic setting, structure and metallogeny of andesitoid Umlekan-Ogodzhinsky, Khankaisky, Khingan-Okhotsky, East and West Sikhote-Alinsky and Kolchansky volcanoplutonic belts (VPB) hosting copper and associated deposits and occurrences forming Amur-Sikhote-Alin porphyry copper metallogenic province. Volcanoplutonic associations (VPA) forming belts and plutonogenic formations, spatial and temporal relationships of deposits pertaining to various ore formation types are characterized. Porphyry copper metallogenic zones (North Bureinskaya, Southern, Western and Eastern) were delineated covering distribution areas of productive andesite-diorite-granodiorite-monzonite volcanoplutonic associations formed at the early stages of VPB emergence. Ore districts and clusters identified within them represent development areas of ore-bearing formations’ plutonite massifs and associated porphyry copper occurrences in belt basement rises.
Key words: porphyry copper metallogenic provinces, zones, districts and clusters, volcanoplutonic belts, volcanogenic and plutonogenic formations, porphyry copper, gold, tin, lead-zinc deposits.

Южная часть Дальнего Востока охватывает территории Приамурья, Приморья и Сихотэ-Алиня. С учётом целого ряда факторов этот регион, как и Уральский, рассматривается в качестве приоритетного для поисков, оценки и эксплуатации медно-порфировых месторождений [12]. Проведенное специализированное металлогеническое районирование юга Дальнего Востока базируется на разработанных в ЦНИГРИ, неоднократно опубликованных и актуальных до настоящего времени научно-методических основах прогноза и поисков этих месторождений [4, 5, 9, 10]. В качестве основных геоструктурных элементов, вмещающих медно-порфировое оруденение, выступают андезитоидные вулкано-плутонические пояса, принадлежащие Амуро-Охотской (Умлекано-Огоджинский, $K_1al_2–K_2$) и Сихотэ-Алинской (Хингано-Охотский, $K_1al_1–K_2$, Западно-Сихотэ-Алинский, $K_1a_3–K_2$, Восточно-Сихотэ-Алинский, $K_2km–P_1d$ и Колчанский, $P_{2–3}$) складчатым системам (СС) или подвижным поясам (рис. 1). При этом ВПП Сихотэ-Алиня продолжаются на юго-запад на территорию Китая в группу Береговых поясов, а Хингано-Охотский пояс – в группу Хинган-Янляо.

Совокупность ВПП на юге Дальнего Востока образует Амурско-Сихотэ-Алинскую медно-порфировую металлогеническую провинцию. На основе Государственных геологических карт и карт полезных ископаемых масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000 (новых и предшествующих серий) проведено металлогеническое районирование провинции с выделением медно-порфировых металлогенических зон (Северо-Буреинской, Западной, Южной и Восточной), потенциальных рудных районов и узлов. Медно-порфировые металлогенические зоны (МЗ) включают продуктивные андезит-диорит-гранодиорит-монцонитовые вулкано-плутонические ассоциации (ВПА), сформированные на раннем этапе становления ВПП и нередко относящиеся к сближенным в пространстве разновременным поясам. Рудные районы в пределах зон представляют собой ареалы развития массивов рудоносных плутонитов и связанных с ними медно-порфировых проявлений в поднятиях фундамента ВПП.

Умлекано-Огоджинский ВПП **($K_1al_2–K_2$)** сформирован на структурах северо-восточной окраины Буреинско-Ханкайского микроконтинента и частично Амуро-Охотской СС и протягивается в субширотном направлении вдоль Южно-Тукурингрского глубинного разлома (см. рис. 1). С юга к нему под прямым углом примыкают Восточно-Буреинская и Верхне-Зейская ветви, почти полностью скрытые под рыхлыми отложениями. Фундамент пояса на обширных площадях перекрыт отложениями $J_3–K_1v$, накопление которых завершилось внедрением массивов (габбро-диорит)-гранодиоритового верхнеамурского комплекса $J_3–K_1$ раннего неокома. В основании ВПП развита угленосная моласса $K_1g–al_1$, а вышележащие «поясовые» вулканиты слагают вулкано-тектонические грабены (Арбинский, Бургалинский, Тыгда-Улунгинский) по периферии Гонжинского и Октябрьского выступов фундамента, а также Огоджинский и Селитканский ареалы на структурах Амуро-Охотской СС.

В становлении Умлекано-Огоджинского ВПП в интервале $K_1al_2–K_2$ выделяются три этапа (рис. 2). Вулканиты наиболее распространённой ВПА раннего этапа, продуктивной на медно-порфировое и сопряжённое золото-серебряное оруденение, в основной части пояса представлены талданским и огоджинским андезит-дацитовыми и среднепоярковским андезибазальт-андезитовым комплексами, плутониты – массивами буриндинского и меунского комплексов габбро-монцодиорит-гранодиоритовой формации. На юге Восточно-Буреинской ветви этой ВПА принадлежат тела иорохanского диоритового комплекса, а в Селитканском ареале – вулканиты инарагдинского андезитового комплекса K_1al вместе с дайками и штоками габбро, диоритов и гранодиоритов с абсолютным возрастом 132–114 млн. лет. Образования второго этапа, представленные баранчжинским дацит-риолитовым ($K_2s–t$) и селитканским диорит-гранодиорит-гранитовым комплексами, слагают основной объём Селитканского ареала. Самое высокое положение в разрезе пояса занимают вулканиты повышенной калиевой щёлочности третьего этапа: керакский дацит-риолитовый, галькинский трахибазальт-трахириолитовый и субщелочной дациандезитовый комплексы. Все они ограничено распространены и сопровождаются плутонитами гранит-лейкогранитовой формации K_2.

Весьма отчётливо проявлена золоторудная металлогеническая специализация Умлекано-Огоджинского ВПП. Промышленно значимыми являются месторождения золото-адуляр-кварцевой формации (Покровское, Буриндинское, Пионер, Прогнозное). В последние годы существенное значение приобрели медно-порфировые месторождения и проявления. Широко распространены золотоносные россыпи с коренными источниками золото-(сульфидно)-кварцевого типа в связи с массивами верхнеамурского комплекса в фундаменте ВПП [17].

В широтной ветви пояса выделяется *Северо-Буреинская медно-порфировая металлогеническая зона* (рис. 3), охватывающая ареал развития андезит-гранодиоритовой ВПА раннего этапа на выступах фундамента и их периферии. С телами буриндинского габбро-монцодиорит-гранодиоритового комплекса связаны медно-порфировые проявления, с вулканитами андезит-дацитового – золото-адуляр-кварцевые и золото-серебряные. Основными элементами строения МЗ являются Гонжинский и Октябрьский выступы фундамента, представляющие собой поднятия длительного унаследованного развития. Их внутренние зоны вмещают массивы гранитоидов верхнеамурского комплекса с золото-кварцевыми проявлениями, а периферические осложнены вулкано-тектоническими грабенами с

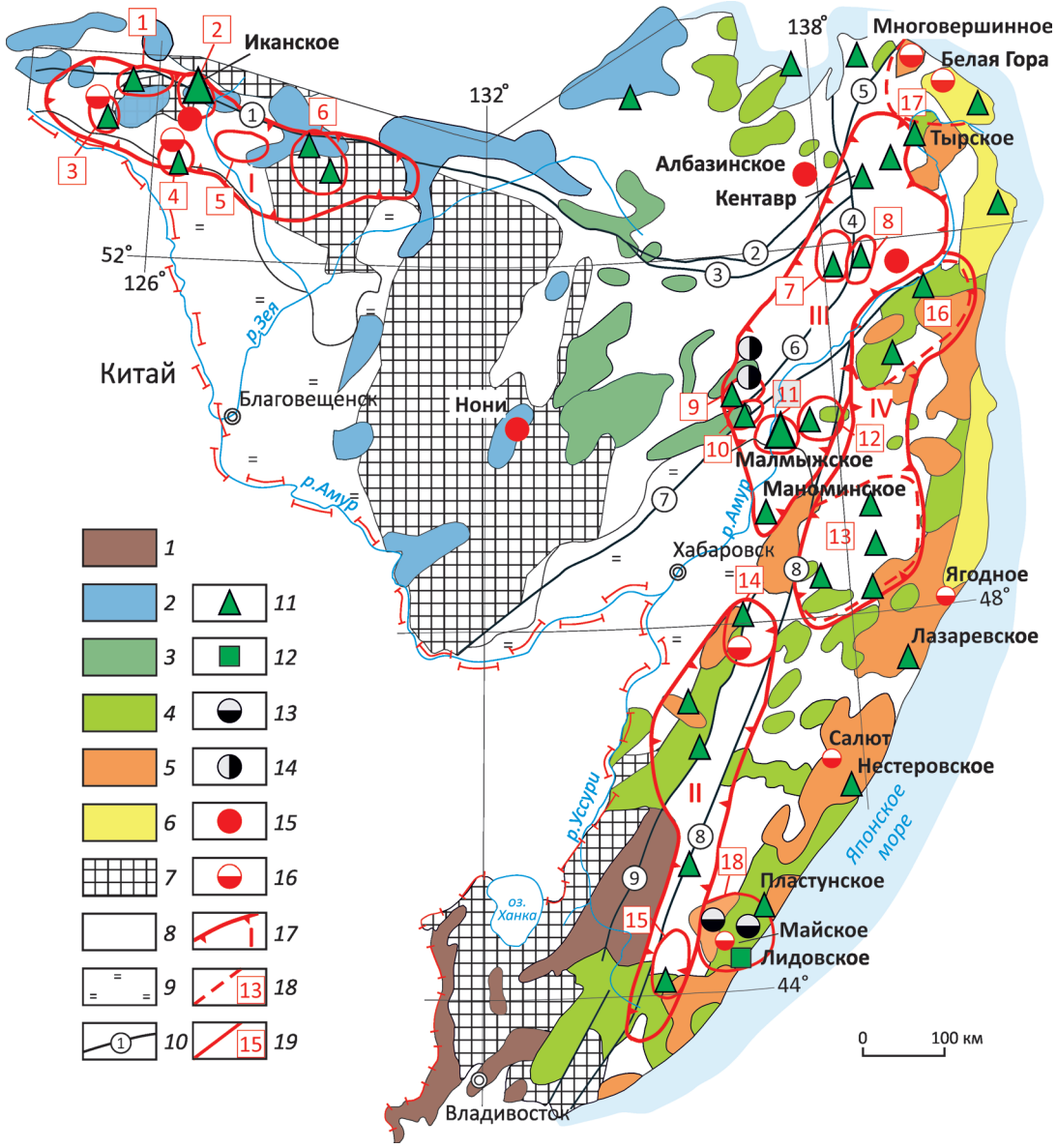


Рис. 1. Схема металлогенического районирования юга Дальнего Востока на медно-порфировое оруденение:

1–6 – ареалы развития магматических образований вулкано-плутонических поясов (в порядке их становления): *1* – Ханкайского (P_{1-2}), *2* – Умлекано-Огоджинского (K_{1-2}), *3* – Хингано-Охотского (K_{1-2}), *4* – Западно-Сихотэ-Алинского (K_{1-2}), *5* – Восточно-Сихотэ-Алинского (K_2–P_1), *6* – Колчанского (P_{2-3}); *7* – выступы докембрийского кристаллического фундамента Буреинско-Ханкайского сиалического мегаблока (архейские, протерозойские, рифейские гнейсовые, кристаллосланцевые, сланцевые, гранитоидные формационные комплексы), в том числе перекрытые палеозойско-раннемезозойским чехлом, с массивами фанерозойских гранитоидов; *8* – терригенные и вулканогенно-терригенные толщи Монголо-Охотской и Сихотэ-Алинской складчатых систем, нерасчленённые; *9* – наиболее крупные кайнозойские впадины; *10* – основные разломы (1 – Южно-Тукурингрский, 2 – Пауканский, 3 – Ниланский, 4 – Лимурчанский, 5 – Дукинский, 6 – Бокторский, 7 – Харпийский, 8 – Центральный, 9 – Арсеньевский); *11–16* – месторождения (крупный знак) и проявления (мелкий знак): *11* – (молибден)-медно-порфировые, *12–14* – других рудно-формационных типов с промышленным содержанием меди в рудах: *12* – медноскарновые, *13* – свинцово-цинковые скарновые и жильные, *14* – оловорудные кассиterит-силикатные, *15–16* – золоторудные: *15* – золото-сульфидно-кварцевые, золото-порфировые, *16* – золото-серебряные, золото-адуляр-кварцевые, золото-кварц-гидрослюдистые; металлогеническое районирование: *17* – медно-порфировые металлогенические зоны (МЗ) Амурско-Сихотэ-Алинской провинции: I – Северо-Буреинская, II – Южная, III – Западная, IV – Восточная; потенциальные медно-порфировые: *18* – рудные районы и *19* – рудные узлы: *Северо-Буреинская МЗ*: 1– Игакский, 2 – Арбинский, 3 – Талданский, 4 – Тыгда-Улунгинский, 5 – Умлекано-Ясненский, 6 – Елна-Адамихинский, *Западная МЗ*: 7 – Кантагарский, 8 – Ямтульский, 9 – Южно-Комсомольский, 10 – Анаджаканский, 11 – Малмыжско-Болоньский, 12 – Пони-Мулинский, *Южная МЗ*: 14 – Дурминский, 15 – Соболиный, *Восточная МЗ*: 13 – Дагды-Коппинский, 16 – Окча-Уктурский; за пределами МЗ: 17 – Нижнеамурский, 18 – Лидовский

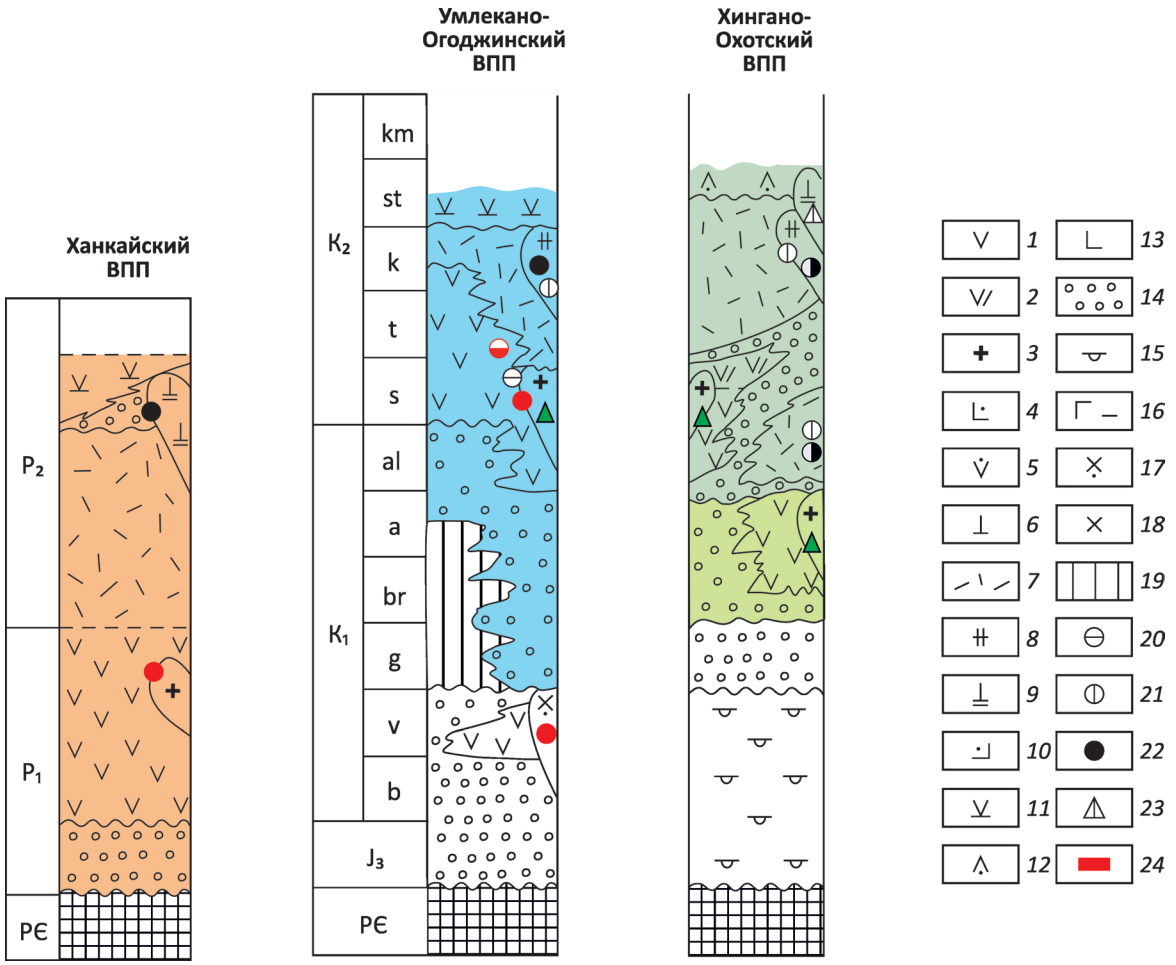


Рис. 2. Формационно-металлогенические ряды вулкано-плутонических поясов западной части Амурско-Сихотэ-Алинской провинции:

вулкано-плутонические ассоциации и формации разновозрастных ВПП (цвет ВПП см. на рис. 1): *1–6 – раннего этапа: 1–3* – формации андезит-дацит-диорит-гранодиоритовой ВПА: *1* – андезитовая, базальт-андезибазальт-андезитовая, андезит-дацитовая, продуктивные на золото-адуляр-кварцевое и золото-серебряное оруденение, *2* – дацитовая, андезидацитовая, дацит-риолитовая, продуктивные на золото-адуляр-кварцевое и золото-серебряное оруденение, *3* – (габбро)-диорит-гранодиоритовая, диоритовая, гранодиоритовая (нормальные и монцонитоидные), продуктивные на медно-порфировое, сопряжённое золото-сульфидно-кварцевое, медное и полиметаллическое скарновое и жильное оруденение, *4–6* – формации субщелочной андезибазальт-риолит-гранитовой ВПА: *4* – базальт-андезибазальтовая, *5* – (андезит-дацит)-риолитовая, продуктивная на золото-кварц-гидрослюдистое оруденение, *6* – (габбро, диорит)-монцонит-граносиенит-гранитовая; *7–8 – среднего этапа* – формации риолит-гранодиорит-гранитовой ВПА, продуктивной на касситерит-силикатное и касситерит-сульфидное оруденение: *7* – дацит-риолитовая, риодацит-риолитовая, риолит-игнимбритовая, *8* – (габбро)-диорит-гранодиорит-гранитовая; *9–12 – позднего этапа* – субщелочные (калиевые) формации, завершающие становление ВПП: *9* – гранитовая, лейкогранитовая, гранит-аляскитовая, *10* – базальт-риолитовая, *11* – андезитовая, риолит-дацит-андезитовая, *12* – дацит-риолитовая, *13* – платобазальтовая; *14–18* – формационные комплексы фундамента ВПП: *14* – молассовый – предпоясовой верхне- и частично нижнемолассовый (терригенно-вулканогенный, терригенный и терригенный угленосный), *15–18* – палеозойские и мезозойские Амуро-Охотской и Сихотэ-Алинской систем: *15* – морские терригенные, вулканогенно-терригенные, карбонатно-терригенные, *16* – островодужные вулканогенно-терригенные базальтовые, кремнисто-базальтовые, базальт-андезибазальтовые, *17–18* – гранитоидные: *17* – диорит-гранодиоритовой (J_3–K_1) и габбро-диорит-плагиогранит-гранитовой (K_2) формаций (верхне- и нижнеамурский комплексы), продуктивных на золото-кварцевое оруденение в массивах гранитоидов, золото-редкометалльно-кварцевое и золото-сульфидно-кварцевое мышьяковистое во флишоидных толщах, *18* – габбро-гранитовой, гранодиорит-адамеллит-гранитовой (хунгарийская и татибинская серии K_1 высокоглиноземистых гранитов), продуктивных на оловянное и вольфрамовое оруденение; *19* – интервалы отсутствия стратифицированных образований; *20–24* – рудные месторождения и проявления ВПП и их фундамента: *20* – свинцово-цинковые скарновые, жильные и штокверковые, *21* – оловорудные (касситерит-силикатные и касситерит-сульфидные), *22* – вольфрамовые и олово-вольфрамовые преимущественно грейзеновые, *23* – молибденит-кварцевые жильные, *24* – золото-редкометалльные и золото-мышьяковистые стратоидные в терригенных толщах; см. услов. обозн. к рис. 1

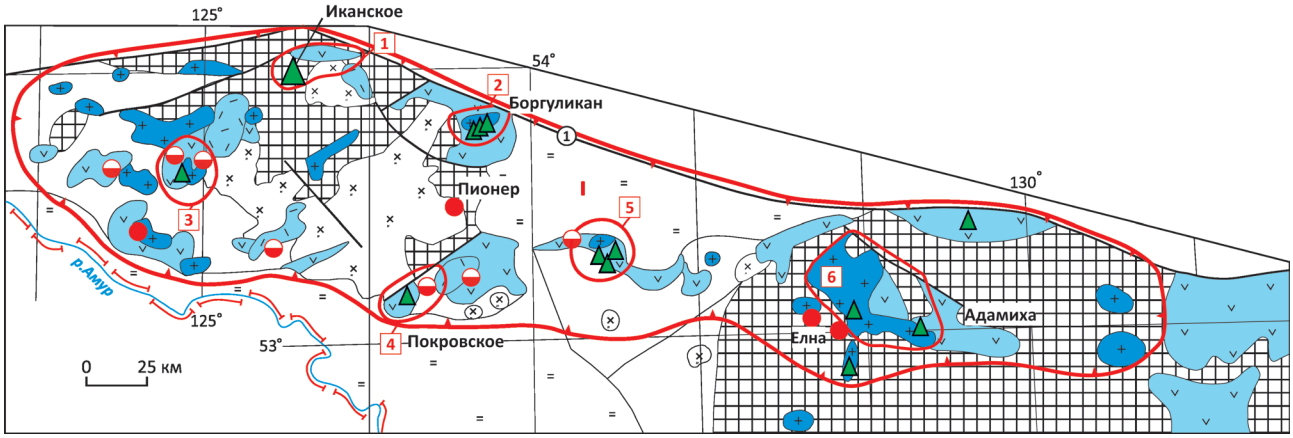


Рис. 3. Северо-Буреинская медно-порфировая металлогеническая зона:

см. услов. обозн. к рисункам 1 и 2

вулканитами и плутонитами продуктивной ВПА с медно-порфировыми и золото-адуляр-кварцевыми объектами, а также проявлениями золото-полисульфидной и полиметаллической минерализации, свойственной периферическим частям медно-порфировых рудно-магматических систем (РМС).

Гонжинский выступ контролирует положение одноимённого золоторудного района. На его юго-восточном фланге в вулканитах андезит-дацитового комплекса локализовано Покровское золото-адуляр-кварцевое месторождение, а на восточном – месторождение Пионер. К периферическим частям выступа тяготеют потенциальные медно-порфировые рудные узлы с молибден-медно-порфировыми месторождениями и проявлениями: *Арбинский* с Боргуликанским, Иканским и Арбинским; *Тыгда-Улунгинский* с Верхнетыгдинским; *Талданский* с Правоталданским и Ключа Отмерного; *Игакский* с Порфировой и Геофизической зонами. К Октябрьскому выступу приурочен *Елна-Адамихинский* рудный узел, а к его западному флангу – *Умлекано-Ясненский* с медно-порфировыми и полиметаллическими проявлениями. Среди объектов золотосодержащего молибден-медно-порфирового типа наиболее значительное Иканское месторождение в Арбинском рудном узле в 2015 г. поставлено на Государственный баланс. Неясна степень перспективности на медно-порфировое оруденение Восточно-Буреинской ветви, где мелкие массивы рудоносного иороханского комплекса распространены в Ерикском, Нонинском, Верхнегуджальском и Пролетарском золоторудно-россыпных узлах.

В отличие от субширотного Умлекано-Огоджинского ВПП, все остальные пояса Амурско-Сихотэ-Алинской медно-порфировой провинции имеют субмеридиональное простирание, подчиняясь структурам восточной границы Буреинско-Ханкайского микроконтинента и Сихотэ-Алинской СС (см. рис. 1).

Небольшой ***Ханкайский ВПП (Р)***, состоящий из двух ветвей, развит на восточной и западной периферии одноимённого дорифейского блока Буреинско-Ханкайского микроконтинента (см. рис. 1), перекрывая палеозойские толщи его чехла. Обстановки накопления вулканитов, переслаивающихся с алевролитами, песчаниками, конгломератами (владивостокская, барабашская, чандалазская, дунайская, веснянская свиты P_{1-2}), отвечают наземным и прибрежно-морским впадинам. Вулкно-плутоническая ассоциация раннего этапа становления пояса, залегающая на предпоясовой молассе, представлена вулканитами андезитового и плутонитами рязановского габбро-диорит-гранодиорит-гранитового комплекса P_2 с преобладающими гранодиоритами и поздними дайками порфировых диоритов и гранодиоритов (см. рис. 2). С массивами этого комплекса в рудных узлах Западно-Приморской зоны сопряжены золоторудные штокверки. Поздние этапы становления пояса отмечены появлением риолитового и субщелочного андезитового комплексов, а также массивов гранит-лейкогранит-граносиенитовой формации с вольфрамовой, вольфрам-молибденовой и олово-сульфидной специализациями.

Перспективы обнаружения в Ханкайском ВПП медно-порфировых объектов имеются в западных ареалах развития потенциально продуктивной ВПА, где обнаружены проявления минерализации, свойственной медно-порфировым РМС: в Комиссаровском вулканогенном прогибе – кварц-халькопирит-молибденитовые, галенит-сфалеритовые и золото-кварцевые, в Барабашском ареале – скарновые молибденит-халькопиритовые и магнетитовые [1].

Хингано-Охотский ВПП **($К_1al_1–К_2$)** (ХО ВПП) сформирован на сопряжении структур Восточно-Буреинского выступа древнего Буреинско-Ханкайского массива и Сихотэ-Алинской СС. Его северный фланг заходит в пределы Амуро-Охотской системы, перекрываясь с Умлекано-Огоджинским ВПП (см. рис. 1). Гетерогенный субстрат пояса включает позднепротерозойские метаморфиты и гранитоиды названного массива, а также фанерозойские образования примыкающих к нему складчатых систем.

Наиболее полно пояс представлен в среднем звене (см. рис. 2), где в его основании залегают вулканогенно-молассовые отложения каменушинской $К_1b–g_1$ или бирской $К_{1–2}$ свит. В Хингано-Олонойском ареале станолирский андезитовый комплекс $К_1$ вместе с небольшими телами диоритов-кварцевых диоритов кульдурского комплекса образует ВПА раннего этапа, потенциально продуктивную на медно-порфировые руды. Вышележащие оловоносные солонечный риолит-игнимбритовый комплекс альба и сменяющий его вверх по разрезу лиственичный риодацитовый $К_2$ принадлежат второму этапу. В строении наиболее крупного Баджальского ареала участвуют три ВПА, соответствующие трём циклам магматизма, выделенным А.Ф.Майбородой [6]. Ранняя ($К_{1–2}$) ВПА включает сулукский андезит-дацитовый и анникский натриевый гранодиорит-кварц-диоритовый комплексы; ВПА второго этапа – онкондинский и гербинский дацит-риолитовые игнимбритовые и баджальский (урмийский, дуссеалиньский $К_2$) диорит-гранодиорит-гранитовый повышенной калиевой щёлочности; ВПА третьего этапа – трахидацит-трахириолитовый и габбро-монцонит-сиенитовый $К_2$.

В Мяочанском ареале залегающий в его основании вулканогенно-осадочный холдоминский комплекс $K_1al_3–s$ вместе с единичными интрузивами пурильского натриевого габбро-диорит-гранодиоритового комплекса по времени, положению в разрезе и составу близок ранней ВПА Западно-Сихотэ-Алинского вулкано-плутонического пояса. Следующая за ними андезит-диорит-гранодиоритовая ВПА K_1s включает амутский андезитовый комплекс с сопровождающими его мелкими телами диоритов (ранний этап ХО ВПП) и мяочанский монцонитоидный диорит-гранодиорит-гранитовый. В качестве потенциально продуктивных на медно-порфировые руды выступают интрузивы раннего этапа. Завершают магматизм граниты и гранит-порфиры чалбинского комплекса, а также монцограниты и монцогранодиориты анаджаканского. В других ареалах (Харпийском, Амгуньском, Эзопском, Ям-Алинском) на предпоясовой молассе развиты нормальные и субщелочные калиевые андезит-дацит-риолитовые и диорит-гранодиорит-гранитовые оловоносные комплексы ВПА второго этапа.

Участие в строении Хингано-Олонойского, Баджальского и Мяочанского ареалов ранней андезит-диорит-гранодиоритовой ВПА ставит их в ряд структур, потенциально перспективных на медно-порфировое оруденение, что подтверждается присутствием проявлений такого типа, а также Cu и Mo в качестве сопутствующих компонентов во многих оловорудных месторождениях. Господствующая в ареалах пояса ВПА второго этапа с продуктивными на олово комплексами риолитов-субвулканических гранитов и диорит-гранодиорит-гранитовым калиевого профиля обусловливает его оловорудную специализацию.

Западно-Сихотэ-Алинский ВПП **($К_1a_3–К_2$)** (ЗСА ВПП), состоящий из нескольких ареалов вулканитов и(или) плутонитов, охватывает практически все структурно-формационные зоны (СФЗ) Сихотэ-Алинской и восточный фланг Амуро-Охотской складчатой системы, а его осевая зона трассируется Центральным и другими крупными разломами (см. рис. 1). В Центральной СФЗ его фундаментом служат наиболее интенсивно дислоцированные вулканогенно-терригенно-кремнистые отложения триаса и юры с крупными включениями известняковых олистостромовых (или рифовых) тел, в Восточной СФЗ – флишоидные песчано-алевролитовые отложения $К_1b–al$ с базальтами в Кемской подзоне, в Западной СФЗ – породы турбидитовой формации комсомольской серии $К_1b–v$ и горнопротокской свиты $К_1a–al$. От фундамента пояс отделяют толщи угленосной и вулканогенно-терригенной молассы $K_1al_3–K_2s_1$.

В южном и среднем звеньях часть субстрата пояса составляют массивы $К_1$ коллизионных гранитоидов, в том числе высокоглинозёмистых гранитов с промышленным вольфрамовым и олово-вольфрамовым оруденением. В северном звене $К_1$ флишевый фундамент вмещает массивы габбро-диорит-гранодиорит (тоналит)-гранитового нижнеамурского комплекса $К_2$, выделенного Э.П.Изохом с коллегами [3]. Массивы гранитоидов известково-щелочного ряда с преобладанием натрия в сумме щелочей сопровождаются золото-редкометалльными (Au, W, Mo) месторождениями. Ряд фактов говорит о внедрении массивов нижнеамурского комплекса в породы фундамента ЗСА ВПП до начала его становления, что в сочетании с золото-редкометалльной специализацией исключает связь с ним медно-порфирового оруденения, предполагаемую рядом исследователей.

Наиболее ранние образования ЗСА ВПП, охватывающие временной интервал $K_1al–s–t$, тяготеют к его южному звену и западной ветви (рис. 4). В крупной Алчанской депрессии предпоясовая вулканогенная моласса $K_1a_3–al_2$ надстраивается риолит-андезит-дацитовым алчанским комплексом $K_1al_{2–3}$, занимающим её основной объём. Комагматичные плутониты стрельниковского монцогранодиоритового комплекса, сопровождающиеся полями пропилитов и филлизитов, потенциально продуктивны на медно-порфировое оруденение. В Бирско-Белоянском ареале в среднем звене пояса выше угленосной молассы $K_1b–g_1$ залегают

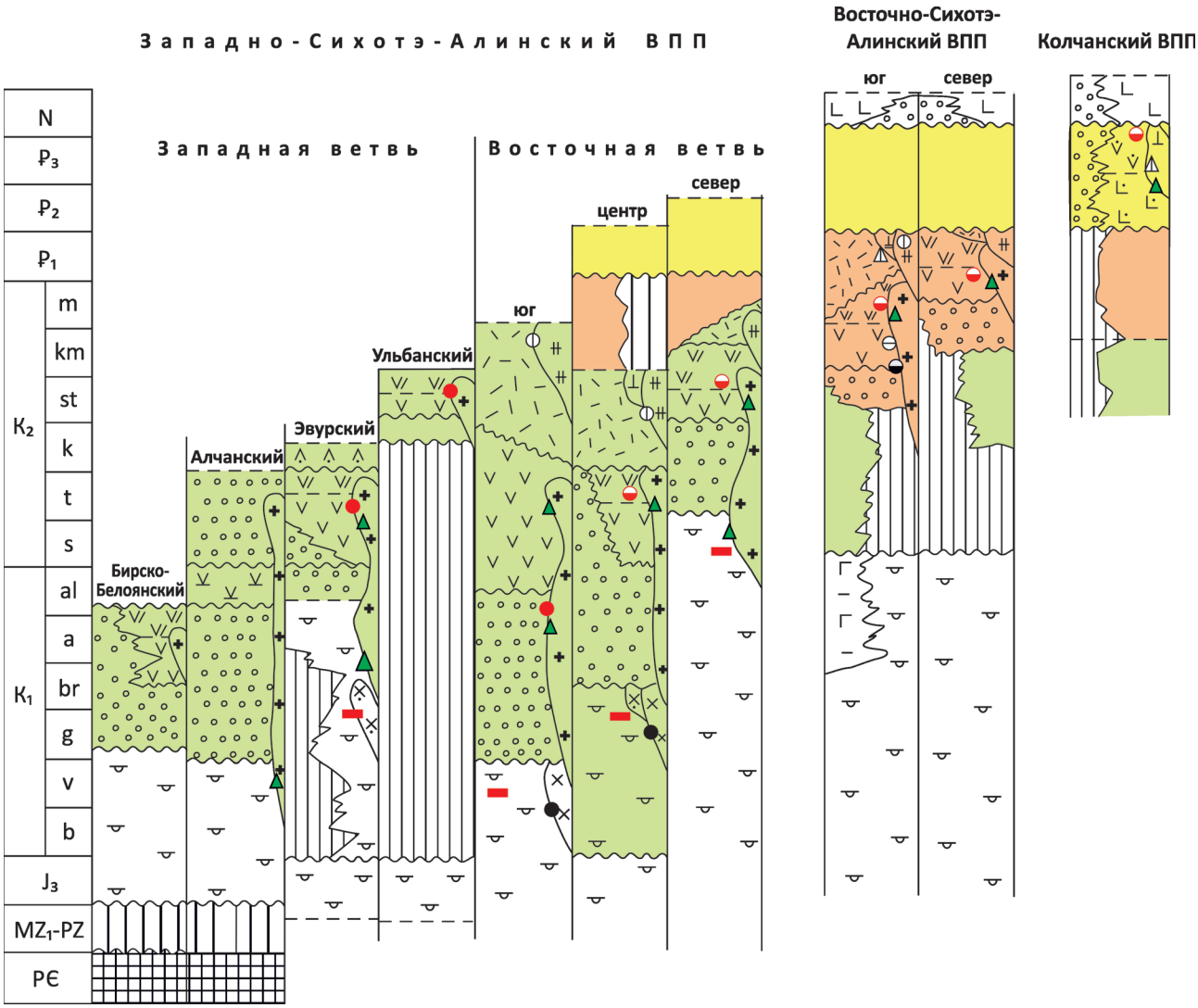


Рис. 4. Формационно-металлогенические ряды вулкано-плутонических поясов восточной части Амурско-Сихотэ-Алинской провинции:

см. услов. обозн. к рисункам 1 и 2

вулканиты K_1 большечуркинского андезитового, а на них – шуки-поктойского субщелочного дацит-риолитового комплексов. Здесь проявлено перекрытие ЗСА ВПП с Хингано-Охотским поясом, предпоясовая моласса которого перекрывает породы шуки-поктойского комплекса и вместе с вышележащим набатовским андезибазальт-андезитовым и бутакано-чуркинским гранодиорит-гранитовым комплексами фиксирует ранний этап ХО ВПП. В северо-западном, Эвурском ареале ВПА раннего этапа образована омельдинским андезитовым, ольгоконским дацит-риодацитовым (K_2t) и эвурским диорит-гранодиорит-гранитовым комплексами. Потенциальная продуктивность плутонитов на медно-порфировые руды подтверждается их интенсивной пропилитизацией и присутствием вторичных кварцитов с Hg, As, Sb, Cu и Au.

Восточная ветвь ЗСА ВПП включает ареалы развития вулканитов и(или) плутонитов, тяготеющих к зонам Центрального и других крупных разломов и сформированных в рамках несколько более позднего временного интервала – поздний альб–сеноман–кампан–маастрихт.

В южном звене стратифицированные образования раннего этапа (K_1al_3–K_2t) залегают на предпоясовой моласссе или непосредственно на складчатом K_1 субстрате (см. рис. 4). Они включают петрозуевскую терригенно-вулканогенную толщу, черемуховский андезитовый и

синанчинский риодацит-андезитовый комплексы. По возрасту и составу им близок улунгинский монцонитоидный диорит-гранодиоритовый комплекс штоков и даек, тяготеющих к тем же структурам. Близкие возрастные датировки имеют новогорский и синегорский (монцодиорит)-гранодиоритовые комплексы с нормальным уровнем щёлочности и $Na_2O>K_2O$, а также корфовский гранодиорит-гранитовый с высоким содержанием Cu и Mo. Эти слабоизученные плутониты потенциально продуктивны на медно-порфировое оруденение. ВПА второго этапа ВПП (K_2 st–km) в этом звене представлена приморским риодацит-риолитовым и ольгинским диорит-гранодиорит-гранитовым комплексами. Вулканиты, залегающие на вулканогенной молассе и породах синанчинского риодацит-андезитового комплекса, занимают значительные площади. Крупные пластовые тела гранитоидов ольгинского комплекса размещены нижней частью в терригенных породах основания пояса, а верхней – среди вулканитов приморского комплекса, надстраиваясь риолитовыми экструзивами. Близкое строение ВПП установлено и в его среднем звене, где раннему этапу отвечают андезит-риолит-гранитоидная ВПА K_2s–t, а среднему – риолит-гранодиоритовая ВПА K_2t–st. В обоих этих звеньях локально проявлены субщелочные гранитоиды и габбро-сиениты позднего этапа.

Заложение северного звена ЗСА ВПП в его восточной ветви произошло в позднем сеноне. В основании пояса в Западной СФЗ залегает терригенная мачтовая толща K_1al–s, вместе с поясом перекрытая кайнозойскими отложениями Среднеамурской впадины, в Центральной и Восточной СФЗ – вулканогенно-терригенная моласса удоминской (K_2t–k), а в Северо-Сихотэ-Алинской СФЗ – утицкой свит. Наиболее значительные вулкано-плутонические ареалы пояса размещены в Центральной и Северо-Сихотэ-Алинской СФЗ. Раннему этапу здесь принадлежат андезитовые или андезит-дацитовые комплексы (больбинский, синанчинский и их аналоги позднего сенона), а также татаркинский дацит-риолитовый комплекс.

Анализ имеющихся данных позволяет впервые выделить группу интрузивных комплексов, которые по петрохимическому составу, геологическому возрасту и геохимической специализации могут быть отнесены к магматитам раннего этапа становления ЗСА ВПП и рассматриваться в качестве потенциально продуктивных на медно-порфировое оруденение. В Северо-Сихотэ-Алинском ареале это Вьюнский, Ново-Троицкий, Гырманский и другие массивы, которые могут быть объединены в гырманский монцонитоидный диорит-гранодиоритовый комплекс; южнее, в Восточной и Центральной СФЗ – небольшие массивы K_2 баппинского и венюковского монцонитоидных габбро-диорит-гранодиоритовых комплексов; в Западной СФЗ – Тухалинский габбро-диоритовый, Наулинский монцонит-монцодиорит-гранодиоритовый интрузивы, части Горбилинского полиформационного плутона; на правобережье р. Амур – мелкие тела монцонитов-диоритов-гранодиоритов, в том числе Болжинский, Пельхинский, Ходжарский и другие интрузивы, которые в Пони-Мулинском рудном узле сопровождаются золото-медной минерализацией. В Малмыжско-Болоньском рудном узле с золото-медно-порфировым месторождением Малмыжское в качестве продуктивного может выступать габбро-диорит-гранодиоритовый пурильский комплекс натриевого типа щёлочности, составляющий вместе с холдоминским вулканогенно-терригенным и амутским андезитовым комплексами ВПА раннего этапа Мяочанского ареала ХО ВПП, перекрывающегося здесь с ЗСА поясом. Не исключено также, что интрузивы Малмыжско-Болоньского узла принадлежат самостоятельному (условно «болоньскому») комплексу, в котором, в отличие от других потенциально рудоносных комплексов ЗСА ВПП, монцонитоидный уклон не проявлен.

Вулканогенные и плутоногенные комплексы второго этапа ЗСА ВПП, широко распространённые южнее, в северном звене проявлены локально и в небольшом объёме.

В качестве северного окончания ЗСА пояса выступает Ульбанский вулкано-плутонический ареал, примыкающий к побережью Шантарского моря. ВПА раннего этапа образована савоякским андезитовым комплексом с вулканогенной молассой в основании, дацит-риодацитовой частью маймагунского дацит-риолитового комплекса с золото-серебряными проявлениями и плутонитами ульбанского габбро-диорит(монцонит)-гранодиорит-гранит(плагиогранит)-лейкогранитового комплекса (K_2st–m), сопровождающегося золото-кварцевыми (Медвежье одеяло) и медно-порфировыми (Укурунгру) проявлениями. Второму этапу принадлежат поздние риодацит-риолитовые экструзивно-лавовые и субвулканические тела маймагунского дацит-риолитового комплекса, а также массивы эзопского гранодиорит-гранитового комплекса с проявлениями грейзенов с W и Sn.

Металлогению Западно-Схотэ-Алинского вулкано-плутонического пояса в значительной мере определяют медно-порфировые месторождения и проявления, сопряжённые с плутонитами андезит-диорит-гранодиоритовой ВПА раннего этапа, и существенно дополняет оруденение в породах фундамента, представленное в среднем и южном звеньях в основном олово-вольфрамовыми месторождениями в массивах высокоглиноземистых гранитов K_1, а в северном – золото-редкометалльными в ареалах развития массивов K_2 нижнеамурского гранитоидного комплекса.

В южном звене ЗСА ВПП выделяется *Южная медно-порфировая металлогеническая зона,* в пределах которой золото-медно-порфировые проявления (Лазурное, Малиновское, Верхнезолотое, Малахитовое) сопряжены с андезит-диорит-гранодиоритовой ВПА

K_2s–t (см. рис. 1). В *Соболином* рудном узле на южном фланге МЗ по результатам поисково-оценочных работ проявление Лазурное оценивается как перспективное на обнаружение промышленных медно-порфировых руд с попутными молибденом и золотом.

В *Дурминском* медно-молибден-серебро-золоторудном узле на северном фланге МЗ на Оборской площади медно-порфировые проявления вместе с рудоносными телами диоритовых порфиритов и гранодиорит-порфиров локализованы во внутренней части Сидиминского полиформационного интрузива (Хвощевое) и в провисе его кровли (Долгановское). На Амхалгинской площади субвулканические тела диорит-гранодиоритовой формации ЗСА ВПП, продуктивной на медно-порфировое оруденение, сопровождаются золоторудными проявлениями (Рыбачье, Пунчи, Лесопильное, Перевальное), интенсивными ореолами Au, Ag, Cu, Zn, полями пиритизации и вторичных кварцитов, что позволяет рассматривать эту площадь как надрудный срез медно-порфировой РМС. С палеоценовой рудоносной ВПА в Дурминском рудном узле связано одноимённое месторождение золото-полисульфидно-кварцевго типа, свойственного верхним частям медно-порфировых РМС, а также несколько золото-серебряных проявлений (Корейское, Переселенка и др.), сопряжённых с мелкими телами монцогранодиоритов аванского комплекса. Перспективы рудного узла на медно-порфировые руды связаны с глубокими горизонтами и периферией Дурминского месторождения, в том числе в пределах Оборской и Амхалгинской площадей.

В северном звене ЗСА ВПП продуктивной на медно-порфировое оруденение является монцонитоидная габбро-диорит-гранодиорит-(гранитовая) формация в составе эвурского, гырманского, баппинского, пурильского комплексов K_2. Ареалы интрузивов вместе со связанными с ними медно-порфировыми и золоторудными проявлениями определяют контуры *Западной медно-порфировой металлогенической зоны* (см. рисунки 1 и 5). В её южном замыкании расположено Маноминское медно-порфировое проявление, а севернее – Малмыжско-Болоньский и Пони-Мулинский потенциальные золото-медно-порфировые рудные узлы. Рудоносные интрузивы прорывают породы K_1 фундамента и вместе с ними перекрыты кайнозойскими отложениями Среднеамурской впадины.

Малмыжско-Болоньский рудный узел площадью около 650 км^2 отвечает ареалу распространения небольших рудоносных интрузивов диоритов-гранодиоритов [7]. Выявленное здесь золото-медно-порфировое месторождение Малмыжское в 2015 г. поставлено на Государственный баланс. Штокверковые золото-медно-порфировые руды тяготеют к отдельным массивам – Боккинскому кварцевых диоритов, Свободненскому диоритов–гранодиорит-порфиров и другим – и непосредственно связаны со штоками и дайками кварцевых диорит-порфиритов, гранодиоритов и гранодиорит-порфиров, фиксирующих рудную зону северо-восточного простирания протяжённостью около 15 км и шириной до 8 км с рудными телами и полями сульфидизированных вторичных кварцитов с промышленным содержанием Au, Cu и Mo. На Болоньском золото-медно-порфировом проявлении оконтурены рудные зоны Серебряная и Енотовая.

В *Пони-Мулинском* потенциальном медно-порфировом рудном узле площадью 1100 км^2, расположенном к северо-востоку от Малмыжско-Болонского, многочисленные мелкие тела габбро, диоритов, гранодиорит-порфиров продуктивной формации сопровождаются золоторудными (Грибное, Пони-4) и золото-медно-порфировым (Зона Медная) проявлениями.

Анаджаканский потенциальный золото-медно-порфировый рудный узел площадью около 600 км^2 представляет собой ареал развития рудоносных гранодиоритовых интрузивов K_2 с мощными приконтактовыми зонами интенсивного окварцевания с кварц-сульфидными жилами и штокверками с промышленным содержанием Cu, Mo, Au и Ag. Здесь известно золото-медно-порфировое проявление Просторное, локализованное в породах рамы Анаджаканского массива гранодиоритов в ассоциации с дайками кварцевых диорит-порфиритов, а также проявления Ключ Лагерный, участков Маглойский, Зоркий и Высокий.

На западном фланге МЗ в южной части Комсомольского оловорудного района выделяется *Южно-Комсомольский* потенциальный медно-порфировый рудный узел площадью 620 км^2, охватывающий ареалы развития мелких интрузивов гранит- и гранодиорит-порфиров натриевого типа щелочности, сопровождающихся молибденово-медными (в том числе с W и Sn) проявлениями Капрал, Пурил, Элибердан, Хурба, Левая Поха. Подобные проявления присутствуют также в Ям-Алинском (Левое-1, Дикое, Перевальное) и Дуссе-Алиньском (Куюк, Куюк Правобережный и Средняя Темга и др.) оловорудных районах. Эти данные, а также известные факты повышенных содержаний меди во многих оловорудных месторождениях ХО ВПП свидетельствуют о возможности присутствия в этих районах, в том числе Комсомольском, промышленных медно-порфировых объектов.

На северном фланге Западной МЗ оконтурены Кантагарский и Ямтульский потенциальные медно-порфировые рудные узлы, тяготеющие к зоне Лимурчанского глубинного разлома (см. рис. 5). Золоторудные и медно-порфировые проявления ассоциируют с мелкими телами диоритов-гранодиоритов, которые, как и развитые здесь более крупные интрузивы гранитоидов (Дальнинский, Бокторский, Лимурчанский и др.), по составу (а Лимурчанский и по геологическому возрасту) близки эвурскому диорит-гранодиорит-гранитовому комплексу, потенциально продуктивному на медно-порфировые руды.

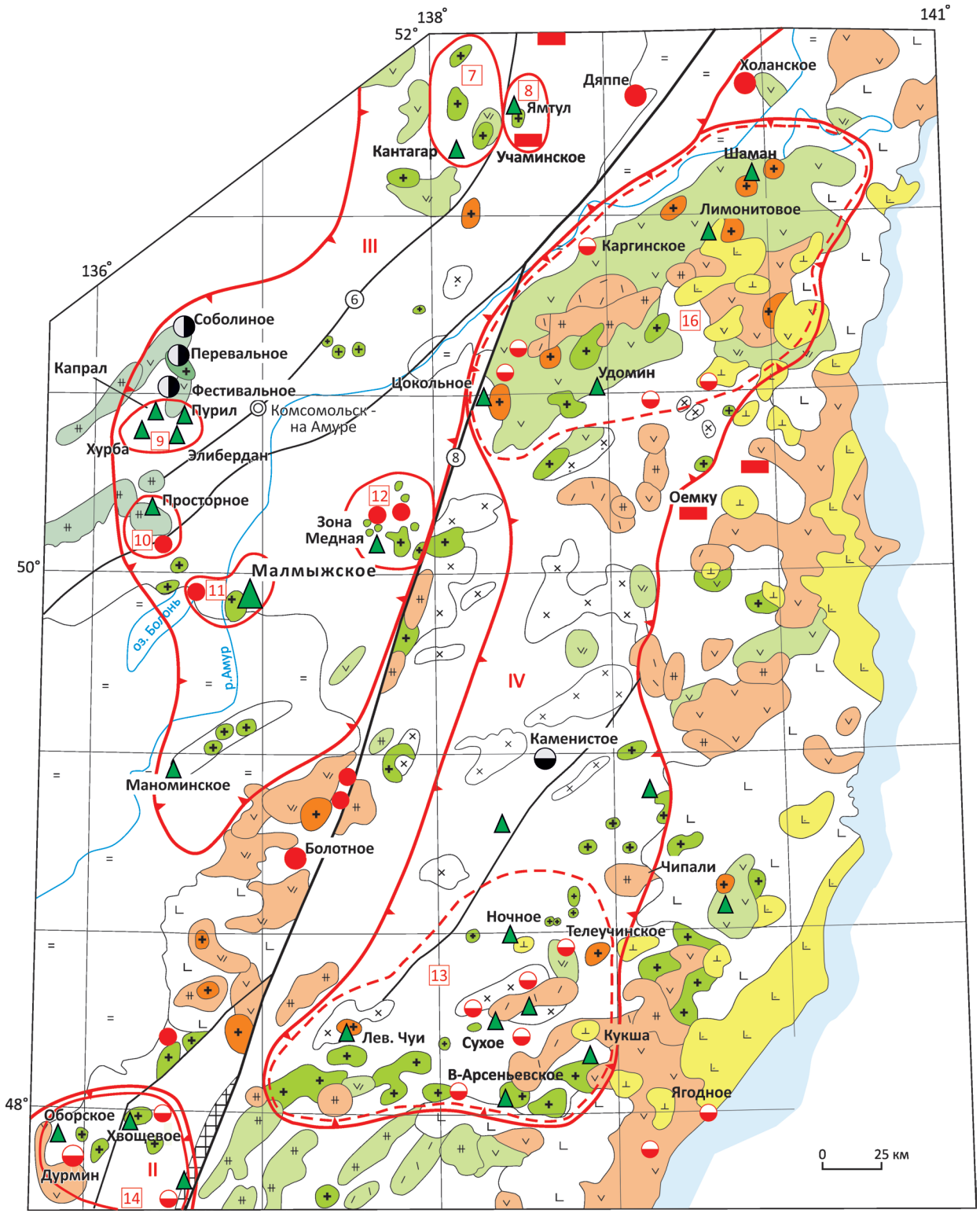


Рис. 5. Западная и Восточная медно-порфировые металлогенические зоны (центральные части):

см. услов. обозн. к рисункам 1 и 2

Кантагарский потенциальный золото-молибден-медно-порфировый рудный узел охватывает ареал развития мелких массивов, штоков и даек диоритов, кварцевых монцодиоритов и гранодиоритов эвурского, а также гранит-порфиров малоомельдинского дацит-риолитового комплексов, принадлежащих потенциально рудоносной вулкано-плутонической ассоциации Западно-Сихотэ-Алинского ВПП. С этими телами связаны сульфидно-кварцевые штокверки, брекчии с сульфидно-кварцевым цементом с Cu, Mo и Au, геохимические аномалии. Оконтурено Кантагарское золото-медное рудное поле с зонами интенсивной сульфидизации с повышенными содержаниями Cu, Mo и Au, которые в штуфных пробах достигают промышленных значений. Наиболее контрастные литохимические ореолы площадью 30–40 км^2 представлены на проявлении Кантагар.

На площади *Ямтульского* потенциального медно-порфирового рудного узла небольшие массивы (Ямтульский, Перевальнинский), штоки и дайки гранодиоритов, кварцевых диоритов-монцодиоритов и гранодиорит-порфиров продуктивной формации развиты на площади Пильдо-Лимурийского золоторудного района. С ними связаны проявления Au, Ag, Cu и Mo, их литохимические аномалии и потоки рассеяния. По результатам детальных поисков в зоне северного эндо-экзоконтакта Ямтульского интрузива оконтурено прогнозируемое Орлиное медно-золоторудное поле площадью 8,8 км^2 с геохимической зональностью по схеме Cu+Mo→Au+As, характерной для медно-порфировых объектов. Выделены Главная и Орлиная рудные зоны с промышленными содержаниями Cu, Mo, Au и Ag в штуфных пробах.

На северо-восточном фланге Западной МЗ, за пределами выделенных рудных узлов давно известны медно-порфировые проявления Кентавр, Коврижненское и Тырское.

Восточно-Сихотэ-Алинский ВПП (K_2km–P_1d) (ВСА ВПП) протягивается вдоль восточной окраины континента, перекрываясь с Западно-Сихотэ-Алинским ВПП (см. рис. 1). На материковом склоне он ограничен Приморским швом, на западном фланге выделяется перивулканическая зона, где господствуют интрузивы, а вулканиты слагают локальные структуры. Фундаментом пояса служат терригенные и вулканогенно-терригенные толщи от триаса до нижнего мела. В размещении различных по составу и объёму продуктов магматизма существенную роль играют поперечные разломы, разделяющие пояс с юга на север на Ольга-Тернейское, Самаргино-Совгаванское и Нижнеамурское звенья. Заложение южного звена приходится на кампан–маастрихт, а северного – на маастрихт–даний (см. рис. 4).

В южном и среднем звеньях раннему этапу его становления принадлежат северянский базальт-андезибазальт-андезитовый и самаргинский дацит-андезитовый комплексы с вулканогенной молассой в основании, дорофеевский вулкано-терригенный риолит-андезитовый, матайский и сияновский риолит-дацитовые. Близодновременно или вслед за вулканитами (маастрихт–палеоцен) образованы массивы плутонитов дальнегорского, аванского и левотормасинского диорит-гранодиорит-гранитовых комплексов, образуя с ними ВПА раннего этапа, продуктивную на медно-порфировое (плутониты) и золото-серебряное (вулканиты) оруденение. Дальнегорский комплекс тесно связан с самаргинским дацит-андезитовым (K_2m) в единых постройках. Преобладают массивы диоритов и гранодиоритов нормальной щелочности, $Na_2O \geq K_2O$. Их потенциальная продуктивность на медно-порфировое оруденение проявляется в Дальнегорском рудном районе сопряжённостью с ними медноскарнового (Лидовское) и золото-серебряного (Майское) месторождений, а также повышенным содержанием Cu (0,1–0,42%) в полиметаллических рудах. С аванским комплексом в Дурминском рудном узле сопряжены золото-серебряные проявления, а с массивами левотормасинского – штокверковые золото-сульфидно-кварцевые (Болотистое, Джули, Пунчи, Перевальное и др.).

Второй этап становления ВПП в этих звеньях отмечен риолит-гранитовой ВПА. В её состав входят вулканиты богопольского риодацит-риолитового комплекса (K_2m–P_1d), образующего с андезитами самаргинского и сияновского комплексов единые вулканоструктуры, а также плутониты якутинского, верхнеудоминского и иолийского комплексов. Рудная минерализация, достоверно связанная с якутинским комплексом лейкократовых и субщелочных гранитов калиевого ряда, не установлена. Верхнеудоминский габбро-диорит-гранодиорит-гранитовый и иолийский гранит-аляскитовый комплексы имеют олово-редкометалльную металлогеническую специализацию, характерную для плутонитов второго этапа ВПП.

В северном, Нижнеамурском звене в основании ВСА ВПП залегают вулканогенно-кремнисто-терригенные и флишоидные комплексы юры и нижнего мела, которые (по геофизическим данным) на глубине 2–4 км подстилаются высокоплотными породами, интерпретируемыми как дофанерозойский метаморфический субстрат. Вулканиты залегают на породах фундамента и на коре выветривания по образованиям ЗСА ВПП (см. рис. 4). Раннему этапу принадлежат вулканиты палеоценовых комплексов: самаргинского и сусанинского андезит-дацитовых и маломихайловского риодацитового. Интрузивные комагматы представлены бекчиулским диорит-гранодиоритовым комплексом, который по положению в строении пояса аналогичен дальнегорскому в южном звене. Бечиулский плутон площадью 400 км^2 имеет зональное строение: его периферийные части сложены гранодиоритами и диоритами-монцонитами, а центральная – более поздними гранитами. В экзоконтактах интрузивов, принадлежащих ранним фазам, развиты серицит-кварцевые метасоматиты с золоторудными

телами Многовершинного месторождения, в то время как тела гранитов являются послерудными.

Магматиты палеоценовой риолит-гранодиорит-гранитовой ВПА второго этапа становления пояса, представленные вулканитами богопольского риолит-игнимбритового и гранитоидами верхнеудоминского комплексов, имеют в северном звене ограниченное распространение. Выделенные В.А.Кайдаловым (2002) улский трахиандезитовый (P_{1-2}) и пихтачский риолит-трахидацитовый (P_3) комплексы с учётом их самого верхнего положения и субщелочного состава отнесены к третьему этапу становления ВСА ВПП.

Колчанский ВПП ***(P_{2-3})***, наиболее полно представленный в северном окончании ВСА ВПП, выделен авторами данной статьи как самостоятельный, поскольку представлен только ВПА, характерной для раннего этапа становления андезитоидных поясов (см. рис. 4). Вулканиты образуют выделенную Ю.А.Мартыновым [8] контрастную базальт-риолитовую ассоциацию P_{2-3}, состоящую из двух комплексов – раннего базальт-андезибазальтового (сизиманского, кузнецовского) и позднего трахириолит-андезидацитового колчанского, совместно выполняющих Амуро-Акчинскую и Коль-Тывлинскую вулканоструктуры. Колчанский комплекс по ряду петрохимических особенностей близок рудоносному андезит-дацитовому ВСА ВПП и продуктивен на золото-кварц-гидрослюдистое оруденение (месторождения Белая Гора, Бухтянка). Массивы прибрежного (габбро, диорит)-монцонит-гранитового комплекса P_{2-3}, прорывающие вулканиты улского, пихтачского и кузнецовского комплексов, представляют плутоногенную часть Колчанского ВПП. Потенциальная продуктивность на медно-порфировое оруденение подтверждается сопряжённостью с ними слабоизученных проявлений Cu и Mo.

Наиболее поздние проявления магматизма представлены ***формациями платобазальтов*** N_1 и N_2–Q. Раннемиоценовые базальт-андезибазальтовые плато (кизинская свита), увенчанные экструзивными куполами долеритов, андезитов, андезидацитов, тяготеют к субмеридиональному Береговому разлому. В континентальных впадинах вулканогенные толщи нередко фациально замещаются рыхлыми отложениями миоцена и перекрываются потоками плиоцен-четвертичных платобазальтов совгаванской свиты.

В металлогении Восточно-Сихотэ-Алинского ВПП ведущую роль играют оловорудные, олово-вольфрамовые, свинцово-цинковые, золото-серебряные месторождения, а медно-порфировые проявления имеют ограниченное распространение. В то же время в выступах фундамента западной тыловой части пояса, где за счёт перекрытия ВСА и ЗСА ВПП присутствуют две андезит-дацит-гранодиоритовые ВПА, продуктивные на медно-порфировые и сопряжённые золото-серебряные руды, медно-порфировые проявления встречаются гораздо чаще и, в отличие от Западной МЗ, ассоциируют с золото-серебряными. С учётом ареалов развития вулканитов и плутонитов рудоносных формаций в тыловой зоне выделена *Восточная медно-порфировая металлогеническая зона*, в пределах которой магматические образования продуктивных ВПА образуют несколько пространственно разобщённых ареалов, контролирующих размещение медно-порфировых и золото-серебряных проявлений и обладающих признаками потенциальных медно-порфировых рудных районов (см. рис. 5).

В *Дагды-Коппинском* потенциальном медно-порфировом рудном районе с вулканитами андезит-дацитового комплекса палеоценовой ВПА связаны золото-серебряные проявления, с массивами комагматичного (габбро)-диорит-гранодиорит-гранитового – медно-порфировые, сконцентрированные в нескольких вулкано-интрузивных структурах: в Бюленей-Таучанской – молибден-медно-порфировые Ночное, уч. Ольховский и золото-серебряное Телеучинское проявления, в Верхнедагдинской – медно-порфировые Сухое (полисульфидный тип с повышенным содержанием Au и Ag), Молодое и золото-серебряные Снежное, Илистое, Второй Заур, в Верхнеботчинской – молибден-медно-порфировые Оуми, Верхнеарсеньевское и золото-серебряные проявления ручья Ракитина, Золотой и Тэнку.

Окча-Уктурский потенциальный медно-порфировый рудный район отвечает Тумнинскому вулкано-интрузивному ареалу, образованному магматитами рудоносных вулкано-плутонических ассоциаций Западно-Сихоте-Алинского и Востоно-Сихоте-Алинского ВПП. Вулканиты андезит-дацитовых и интрузивы габбро-диорит-гранодиоритовых комплексов K_2 и палеоцена слагают вулкано-плутонические структуры, контролирующие положение медно-порфировых и золото-серебряных проявлений. К Уктурской структуре приурочены молибден-медно-порфировые проявления Цокольное, Удомин и золото-серебряные нескольких типов: золото-кварц-гидрослюдистого (Прогнозное), золото-серебро-адуляр-кварцевого (Хунгарийское и Предгорненское), золото-алунитового (Шелеховское, Правобережное). В Каргинской структуре локализованы золото-медно-порфировое Лимонитовое и золото-кварц-гидрослюдистое Каргинское проявления.

Тесная пространственная сопряжённость медно-порфировых и золото-серебряных проявлений, образованных в ходе становления вулканитов и плутонитов рудоносных ВПА, а также присутствие в рудах медно-порфировых проявлений полисульфидной минерализации с повышенным содержанием золота и серебра отражают возможное положение всех этих объектов в верхних частях комплексных РМС с медно-порфировыми рудами во внутренней зоне, масштаб которых на данной стадии изученности не может быть достоверно определён. Эти факты позволяют положительно оценивать перспективы Дагды-Коппинского и Окча-

Уктурского потенциальных рудных районов Восточной металлогенической зоны на выявление более значительных по масштабам медно-порфировых объектов.

За пределами Восточной медно-порфировой МЗ в основной вулканической зоне ВСА ВПП, где плутониты играют резко подчинённую роль, медно-порфировые проявления (Нестеровское, Пластунское, Елизаветинское, Лазаревское и др.) встречаются крайне редко. В то же время выделяется ряд выступов и относительно поднятых блоков фундамента, в том числе с длительной историей становления в режиме поднятия, которые благоприятны для формирования медно-порфировых месторождений. Так, в Самаргино-Совгаванском звене пояса интрузивно-купольные структуры продуктивной палеоценовой ВПА вмещают проявления меди (Сухой-1, Лазаревский, Чудный и др.), молибдена (Маинское и др.), золото-порфировое месторождение Ягодка (Cu 0,52%), золото-серебро-адуляр-кварцевое Приморское и золото-полисульфидные Сухой, Лужки и Бурматов Ключ с содержанием Cu 0,15−1%.

Крупный выступ фундамента тяготеет к северо-восточному окончанию ВСА ВПП и определяет положение *Нижнеамурского* золоторудного района, обладающего определёнными перспективами на обнаружение медно-порфировых месторождений (см. рис. 1). Частичное перекрытие ЗСА, ВСА и Колчанского вулкано-плутонических поясов обеспечивает присутствие здесь трёх ВПА, продуктивных на медно-порфировое и золото-серебряное оруденение. При этом с рудоносными формациями двух первых поясов сопряжены месторождения и проявления одних и тех же типов: золото-адуляр-кварцевые (месторождение Многовершинное, проявления Чайное, Кварцевая Сопка, Беличье и др.), золото-серебряные (Маго, Белоглинка), в том числе золото-полисульфидного типа (Тыльбенское, Кабачинское, Дыльменское, Горы Дубовой и др.), полиметаллические (Чаятынское, Гырман), алунитовых кварцитов (Искинское, Гряда Каменистая, Магинское). Перечисленные рудно-формационные типы характерны для периферических частей комплексных РМС с медно-порфировыми рудами во внутренней зоне [2, 9]. Возможность присутствия таких систем подтверждается наличием медно-порфировых проявлений, сопряжённых с плутонитами обоих поясов (Водораздельное, Попутное, Вилкинское, Малый Налео, хребта Мохового, Фадеевское), а также примером Многовершинного месторождения, на котором в контурах золото-адуляр-кварцевых рудных тел развита медно-порфировая минерализация, ассоциирующая со скарнами [13], что не исключает присутствия основного объёма медно-порфировых руд на глубоких горизонтах. Расположение в верхней части медно-порфировой РМС предполагается и для залежи алунитовых кварцитов месторождения Гряда Каменистая, прорванной штоком гранодиорит-порфиров [16].

Особенность Нижнеамурского рудного района – присутствие экструзивных куполов, сложенных породами колчанского трахириолит-андезидацитового комплекса и вмещающих золото-гидрослюдисто-кварцевые месторождения (Белая Гора, Бухтянское, Полянка) и проявления (Трудное и др.) [15, 17]. На месторождении Белая Гора рудоносный экструзив надстраивает по восстанию невскрытый массив габбро-диоритов или диорит-монцодиоритов продуктивной ВПА, выявленный, по данным Е.П.Зарембского (1987), под ним на глубине около 1000 м геофизическими методами, что позволяет рассматривать это месторождение как периферический элемент РМС, возможно, содержащей во внутренней зоне медно-порфировые руды, как в Алмалыкском рудном районе Узбекистана [14].

Наиболее благоприятные обстановки становления комплексных РМС, определяющиеся сочетанием выступов фундамента с вулкано-тектоническими депрессиями в ареалах развития продуктивных ВПА [2], широко представлены в Нижнеамурском районе, что наряду с другими признаками позволяет рассматривать этот золоторудный район как потенциально перспективный на обнаружение медно-порфировых месторождений. Следует отметить, что рудопроявления и мелкие месторождения изучены здесь только с поверхности, месторождения Многовершинное и Белая Гора – до глубины не более 300–500 м. Если учесть, что значительная часть медно-порфировых месторождений, открытых в последние десятилетия в США, Чили, Австралии и других местах, располагается в известных рудных районах, необходимость изучения таких площадей на глубину становится очевидной.

На южном фланге Восточно-Сихотэ-Алинского ВПП в относительно поднятом блоке фундамента авторы выделили *Лидовский* потенциальный медно-порфировый рудный узел, занимающий южную часть Дальнегорского рудного района, где промышленное оруденение представлено серебро-свинцово-цинковыми месторождениями скарнового и жильного типов, а также уникальным боросиликатным Дальнегорским месторождением. Здесь известно Лидовское медно-скарновое (скарново-меднопорфировое) месторождение, в рудных телах которого, помимо Pb, Zn и Ag, содержится Cu 0,1–3,0%. Характерно также повышенное содержание Cu в свинцово-цинковых рудах – в среднем 0,1–0,42%, особенно в месторождениях Южное, Красногорское и Майминовское (до 1%). Эти месторождения вместе с Лидовским медноскарновым и Майским золото-серебряным составляют основу Лидовского потенциального медно-порфирового рудного узла. Сочетание перечисленных типов оруденения, сформированных в связи с единой рудоносной ВПА ВСА-пояса и сопутствующих медно-порфировому в вулкано-плутонических поясах [2, 5, 9], позволяет рассматривать Лидовский рудный узел как перспективный на выявление медно-порфировых месторождений.

Палеотектоническая позиция ВПП юга Дальнего Востока определяется их положением в геоструктурных рядах подвижных поясов (или складчатых систем), в которых они представляют собой самостоятельные геоструктуры, завершающие развитие таких систем [11]. Умлекано-Огоджинский ВПП завершает развитие внутриконтинентальной Амуро-Охотской СС и образуется после замыкания терригенно-вулканогенных морских прогибов ($T–J_2$), складчатости, внедрения синорогенных интрузивов верхнеамурского комплекса, накопления морских и континентальных моласс ($J_3–K_1$). ВПА пояса наложены на структуры Буреинско-Ханкайского микроконтинента и Амуро-Охотской СС предшествующей стабилизации. ВПП относится к эпиколлизионному типу.

Группа мезозойских ВПП, принадлежащих Сихотэ-Алинской СС, одновременно входит в глобальную Восточно-Азиатскую систему поясов, протягивающуюся от Чукотки до Индокитая и следующих в целом субпараллельно кайнозойским островодужным структурам Курил, Японии и Филиппин. Эти две глобальные системы разделены цепью окраинных морей – Охотское, Японское, Жёлтое, Восточно- и Южно-Китайское. Таким образом, ВПП Сихотэ-Алинской СС представляют собой типичные окраинно-континентальные периокеанические геоструктуры, образующиеся в заключительный этап формирования СС.

Пояса отличаются временем формирования при некотором омоложении их возраста с запада на восток и с юга на север (см. рис. 4). При этом одним из факторов, определяющих эту закономерность, представляется возможная миграция береговой линии новообразованного континента с запада на восток. Так, западная часть Сихотэ-Алинской СС, восточная граница которой предположительно совпадает с Самаркинской зоной ($J_{2–3}$), превратилась в континентальную окраину в $J_3–K_1b–v$, а её терригенные, вулканогенно-терригенные и карбонатно-терригенные отложения совместно с синорогенными гранитами хунгарийского, нижнеамурского и других комплексов выступают в качестве основания Западно-Сихотэ-Алинского ВПП. В это время в восточной части СС продолжал существовать морской бассейн (терригенные отложения $K_1b–al$), на восточном фасе которого выделяется Самаргинская островная дуга. Стабилизация тектонического режима в этой части СС в K_1al превратила её в континентальную окраину, как бы «нарастившую» формирующийся континент. В завершение развития Сихотэ-Алинской СС на этой части новообразованной окраины континента и происходит формирование Восточно-Сихотэ-Алинского и Колчанского поясов.

Таким образом, в результате специализированных прогнозно-металлогенических построений, проведенных в масштабе 1:1 000 000–1:200 000 с учётом результатов ГРР последних лет, на территории юга Дальневосточного региона установлено следующее.

1. Вулкано-плутонические пояса на юге Дальнего Востока образуют Амурско-Сихотэ-Алинскую медно-порфировую металлогеническую провинцию, в пределах которой оконтурены медно-порфировые металлогенические зоны, потенциальные рудные районы и узлы, различающиеся между собой структурными особенностями, объёмами развития плутоногенных и вулканогенных составляющих продуктивных ВПА, количеством проявлений медно-порфирового и сопряжённых типов. Наиболее перспективны Восточно-Буреинская МЗ с Иканским месторождением в Арбинском рудном узле и Западная МЗ с месторождением Малмыжское в Малмыжско-Болоньском узле.

2. Высокая перспективность Западной МЗ на медно-порфировое оруденение определяется присутствием месторождения Малмыжское и, кроме того, широким развитием плутонитов впервые выделенной монцонитоидной габбро-диорит-гранодиоритовой формации раннего этапа становления ЗСА ВПП, продуктивной на медно-порфировое (с золотом) оруденение. Помимо Малмыжско-Болоньского рудного узла с установленным высоким промышленным потенциалом медно-порфирового оруденения, с учётом ряда факторов в этой МЗ выделяются потенциальные медно-порфировые рудные узлы – Пони-Мулинский, Анаджаканский, Кантагарский, Ямтульский и Южно-Комсомольский.

3. Отражением площадного перекрытия Западно- и Восточно-Сихотэ-Алинского поясов является существование в Сихотэ-Алине двух одинаковых циклов вулканизма и плутонизма раннего этапа (от андезитов до риолитов и гранодиоритов) – позднемелового и маастрихт-палеоценового, и, соответственно, двух плутоногенных формаций, продуктивных на медно-порфировое оруденение. С учётом этого в тыловой зоне ВСА ВПП выделена Восточная медно-порфировая металлогеническая зона, отличающаяся тесной сопряжённостью медно-порфировых и золото-серебряных проявлений в единых вулкано-интрузивных структурах, возможно, вмещающих комплексные РМС с медно-порфировым оруденением во внутренней зоне и золото-серебряным во внешней. Эти факты позволяют положительно оценивать перспективы Дагды-Коппинского и Окча-Уктурского потенциальных рудных районов на выявление более значительных по масштабам медно-порфировых объектов. Наиболее благоприятные обстановки для становления комплексных РМС представлены в Нижнеамурском районе, что наряду с другими признаками позволяет рассматривать этот золоторудный район как потенциально перспективный на обнаружение медно-порфировых месторождений на глубоких горизонтах.

4. Выполненное прогнозно-металлогеническое районирование Амурско-Сихотэ-Алинской провинции может быть использовано для научно обоснованного проектирования ГРР на медно-порфировое оруденение в южной части Дальневосточного региона России, в

частности, для выбора наиболее перспективных площадей и подготовки обоснований к проведению на них среднемасштабных прогнозно-минерагенических работ, необходимых для локализации новых поисковых участков.

Авторы выражают благодарность Татьяне Александровне Чуриловой, оформившей иллюстрации статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горбатюк А.О.* Перспективы золотоносности юго-запада Приморья. // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. Мат-лы всероссийского совещания. Т. 3. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. С. 164–165.
2. *Звездов В.С., Мигачев И.Ф., Минина О.В.* Прогнозно-поисковые модели комплексных рудно-магматических систем вулканоплутонических поясов Востока России // Отечественная геология. 2011. № 3. С. 13–21.
3. *Интрузивные* серии Северного Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья, их рудоносность и происхождение / Э.П.Изох, В.В.Русс, И.В.Кунаев, Г.И.Наговская. – М.: Наука, 1967.
4. *Кривцов А.И.* Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфировых месторождений. – М.: Недра, 1983.
5. *Кривцов А.И., Мигачев И.Ф.* Металлогения андезитоидных вулкано-плутонических поясов. Ч. I. – М.: ЦНИГРИ, 1997.
6. *Майборода А.Ф., Емельяненко А.С., Вторушина В.С.* Схема магматизма Баджальской вуканической зоны // Доклады АН СССР. 1977. Т. 235. № 1. С. 155–158.
7. *Малмыж* – новая крупная золото-медно-порфировая система мирового класса на Сихотэ-Алине / А.Ф.Читалин, А.А.Ефимов, К.И.Воскресенский и др. // Минеральные ресурсы России. 2013. № 3. С. 65−69
8. *Мартынов Ю.А.* Типоморфные геохимические особенности кислых вулканитов контрастных формаций на примере Нижнего Приамурья // Тихоокеанская геология. 1986. № 1. С. 52–61.
9. *Медно-порфировые* месторождения / А.И.Кривцов, В.С.Звездов, И.Ф.Мигачев, О.В.Минина // Модели месторождений цветных и благородных металлов. – М.: ЦНИГРИ, 2001.
10. *Методическое* руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов». Выпуск «Медь» / А.И.Кривцов, И.Ф.Мигачёв, А.Г.Волчков и др. – М.: ЦНИГРИ, 2002.
11. *Мигачёв И.Ф.* Положение андезитоидных вулкано-плутонических поясов в латерально-геоструктурных рядах // Отечественная геология. 2014. № 6. С. 3−12.
12. *Мигачёв И.Ф., Звездов В.С., Минина О.В.* Научно-методические основы прогноза и поисков медно-порфировых месторождений и перспективы их обнаружения на территории России // Отечественная геология. 2016. № 2. С. 12–22.
13. *Минералогические* особенности месторождения полиформационного типа (Нижнее Приамурье) // В.Д.Беда, Ю.Г.Пискунов, Б.Л.Залищак, Л.Ф.Симаненко / Рудные формации Приамурья. – Владивосток: ДВНЦ, Амурский КНИИ АН СССР, 1983. С. 54−76.
14. *Минина О.В.* Модель Каульдинской рудно-магматической системы (Узбекистан) как основа прогноза и поисков эпитермальных месторождений золота // Руды и металлы. 2006. № 3. С. 83–90.
15. *Мишин Л.Ф., Бердников Н.В.* Вторичные кварциты и их рудоносность. – Владивосток: Дальнаука, 2003.
16. *Мишин Л.Ф.* Связь вторичных кварцитов месторождения Гряда Каменистая (Нижний Амур) с рудной минерализацией // Геология рудных месторождений. 2005. Т. 47. № 5. С. 472–484.
17. *Эйриш Л.В.* Металлогения золота Приамурья (Амурская область, Россия). – Владивосток: Дальнаука, 2002.

ПОДПИСЧИКАМ

Оформить подписку на журнал «Отечественная геология»
можно в почтовых отделениях связи
по каталогу «Газеты. Журналы» ОАО Агентства «Роспечать»
(подписной индекс 70824)

Периодичность – шесть номеров в год.

На электронную версию журнала можно подписаться
на сайте Научной Электронной библиотеки: https://elibrary.ru