DOI: 10.24411/0869-7175-2018-10003

УДК 553.43’536(470.55/.57)
© О.В.Минина, И.Ф.Мигачёв, 2018

Медно-порфировые провинции и зоны Южного Урала (прогнозно-металлогеническое районирование)

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

На основе применения формационного анализа и разработанной в ЦНИГРИ методики прогноза медно-порфировых месторождений впервые проведено специализированное прогнозно-металлогеническое районирование территории Южного Урала на медно-порфировое оруденение. Выделены Тагильско-Магнитогорская и Восточно-Уральская медно-порфировые металлогенические провинции, представляющие собой системы сближенных в пространстве субсинхронных вулкано-плутонических поясов (ВПП). Пояса или их части оконтуриваются в качестве медно-порфировых металлогенических зон. Достаточно подробно охарактеризованы геолого-тектоническая позиция ВПП, их строение, состав образующих их вулкано-плутонических ассоциаций и плутоногенных формаций, в первую очередь продуктивных на медно-порфировое оруденение. Рассмотрена металлогения ВПП; особое внимание уделено характеристике пространственно-временных связей различных типов оруденения с медно-порфировым. Металлогенические зоны ранжированы по степени перспективности на возможность обнаружения медно-порфировых месторождений.
Ключевые слова: медно-порфировые металлогенические провинции и зоны, вулкано-плутонические пояса, вулканогенные и плутоногенные формации, медно-порфировые, золоторудные, скарновые медно-магнетитовые месторождения.

Минина Ольга Васильевна
Мигачёв Игорь Фёдорович



metallogeny@yandex.ru
mifigor@tsnigri.ru

Porphyry Copper Provinces and Zones of the Southern Urals (Forecasting-Metallogenic Zoning)

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

Porphyry copper promising areas of various scales (metallogenic provinces and zones) were first outlined for the whole Southern Urals territory. This metallogenic zoning was based on the geological formational analysis and the authors’ forecast methodology for porphyry copper deposits developed in TsNIGRI. The distinguished and outlined Tagil-Magnitogorsk and Eastern Urals porphyry copper metallogenic provinces represent systems of closely spaced nearly synchronous volcanic-plutonic belts (VPB). The belts, or their sectors, are delineated as porphyry copper metallogenic zones. Comprehensive characteristics of the VPB comprise their geotectonic setting, geological features, and composition of volcanic-plutonic assemblages and plutonic associations, especially of those productive for porphyry copper mineralization. The VPB metallogeny is considered, with special attention given to spatial and temporal relations of porphyry copper deposits to other ore mineralization types. The metallogenic zones are ranked according to their potential for porphyry copper deposit discovery.
Key words: porphyry copper metallogenic provinces and zones; volcanic-plutonic belts; volcanic and plutonic formations and associations; porphyry copper, auriferous, and skarn-related copper-magnetite ore deposits.

Перспективы выявления на территории Российской Федерации медно-порфировых месторождений оцениваются достаточно высоко [11]. С учётом инфраструктурного развития тех или иных территорий, наличия в них горнорудного производства и возможностей ускоренного освоения месторождений в качестве приоритетного для их поисков и оценки должен рассматриваться Уральский регион. Здесь известны промышленные медно-порфировые месторождения (Михеевское, Томинское, Еленовское), в том числе успешно эксплуатируемые, и многочисленные проявления. Медно-порфировые месторождения Урала – новый альтернативный

источник меди для развития её минерально-сырьевой базы. Прогнозно-металлогенические исследования, проводимые с целью установления и оконтуривания разноранговых перспективных площадей, представляют собой основу для планирования и осуществления целевых геологоразведочных работ (ГРР). Учитывая вышеизложенное, с использованием разработанных под руководством А.И.Кривцова научно-методических основ прогноза и поисков медно-порфировых месторождений, на базе Государственных геологических карт последних лет масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000 ФГУП ЦНИГРИ проведено прогнозно-металлогеническое районирование Южного Урала на медно-порфировое оруденение, составлены прогнозно-металлогенические карты масштаба 1:500 000 и крупнее на структурно-формационной основе, оконтурены медно-порфировые провинции, зоны и рудные районы.

Стержневым элементом прогнозно-металлогенических построений было выделение вулкано-плутонических поясов базальтоидного и андезитоидного типов, в пределах которых локализуется медно-порфировое оруденение. Серии сближенных в пространстве, сравнительно небольших ВПП, сформировавшихся в сходных палеотектонических обстановках во временном интервале девон–ранний карбон, образуют медно-порфировые металлогенические провинции – Тагильско-Магнитогорскую и Восточно-Уральскую (рисунки 1 и 2). Эти пояса рассматриваются как области развития двух различных рудоносных вулкано-плутонических ассоциаций (ВПА) – базальтоидной и андезитоидной, образующих соответствующие названиям пояса [6]. Первая из них образована вулканитами базальт-андезибазальтовой («порфиритовой») и плутонитами габбро-диорит-плагиогранитовой формаций. Она завершает собственно эвгеосинклинальный режим островодужных обстановок и отвечает поздним стадиям заполнения рифтогенных зон, переживших океанический режим развития. Магматиты ВПА слагают протяжённые вулканические гряды, сходные по позиции и строению с барьерными зонами островных дуг. Андезитоидная (андезит-диорит-гранодиоритовая) ВПА входит в состав андезитоидных ВПП, которые одни исследователи считают активизационными структурами, а другие относят к коллизионной стадии [6]. Эта ВПА формируется в начальные этапы развития поясов, располагаясь на комплексах основания разного состава и возраста. Андезитоидные ВПП пространственно и во времени сопряжены по латерали с зонами собственно эвгеосинклинального вулканизма, нередко располагаясь на «плечах» соответствующих прогибов и в их бортовых частях [10].

Ареалы развития рудоносных ВПА отвечают медно-порфировым металлогеническим зонам (МЗ). При этом нередко они развиты в пределах всего пояса или даже являются его единственной составляющей. В этом случае вся территория ВПП представляет собой металлогеническую зону. В то же время дискретно расположенные в контурах поясов зоны проявления рудоносной ВПА также выделяются как металлогенические зоны.

Тагильско-Магнитогорская медно-порфировая провинция, включающая несколько ВПП, охватывает южную часть Тагильско-Магнитогорской мегазоны Урала с Присакмарско-Вознесенской, Западно-Магнитогорской, Восточно-Магнитогорской и Центрально-Магнитогорской структурно-формационными зонами (СФЗ). Здесь развита система рифтогенных прогибов с проявлением базальтоидного магматизма океанического и островодужного типов в возрастном интервале $O–S–D_3$. Между отдельными прогибами и сопровождающими их базальтоидными ВПП установлены фрагменты выступов раннепалеозойского и более древнего фундамента [8]. Базальтоидные пояса Западно-Магнитогорской (Новоалексеевский, Ирендыкский) и Восточно-Магнитогорской (Гумбейский, Верхнеуральский) СФЗ отделены друг от друга Центрально-Магнитогорской плитой, где в иной геотектонической обстановке, на относительно поднятом блоке древнего фундамента сформирован Центрально-Магнитогорский ВПП (см. рис. 2). В небольшой Тагильской части провинции находятся южные окончания наиболее ранних ($S_1–D_1$) поясов – Именновского и Турьинского, не содержащие здесь плутонитов, продуктивных на медно-порфировое оруденение; более значительную территорию занимает Новоалексеевский пояс.

Новоалексеевский ВПП **(D_1)** выделяется в северном обрамлении древнего Сысертско-Ильменогорского выступа фундамента и имеет продолжение на Среднем Урале. Он представлен вулканитами базальт-андезибазальтовой (кунгурцевская свита, D_1) и плутонитами габбро-диорит-плагиогранитовой (новоалексеевский комплекс, D_1) формаций, образующих потенциально рудоносную ВПА. С массивами новоалексеевского комплекса связаны месторождения скарново-магнетитовой (Сиверское), медно-скарновой и медно-порфировой (Гумешевское) и золото-сульфидно-кварцевой (Крылатовско-Чесноковское) формаций. Присутствие медно-скарновых месторождений и проявлений, а также широкое распространение интрузивов продуктивной габбро-диорит-плагиогранитовой формации позволяет выделить здесь *Гумешевскую металлогеническую зону*, перспективную на обнаружение медно-порфировых объектов. На Гумешевском месторождении, помимо скарновых медно-магнетитовых и медных руд, представляющих скарново-медно-порфировый тип, выделенный М.Эйнауди [14], присутствует медно-порфировое оруденение в диоритах Восточного массива. Все типы руд отличаются повышенной золотоносностью, обеспечивая промышленные концентрации золота в коре выветривания. Предполагается продолжение Гумешевской МЗ в структуры Петрокаменской СФЗ на Среднем Урале.

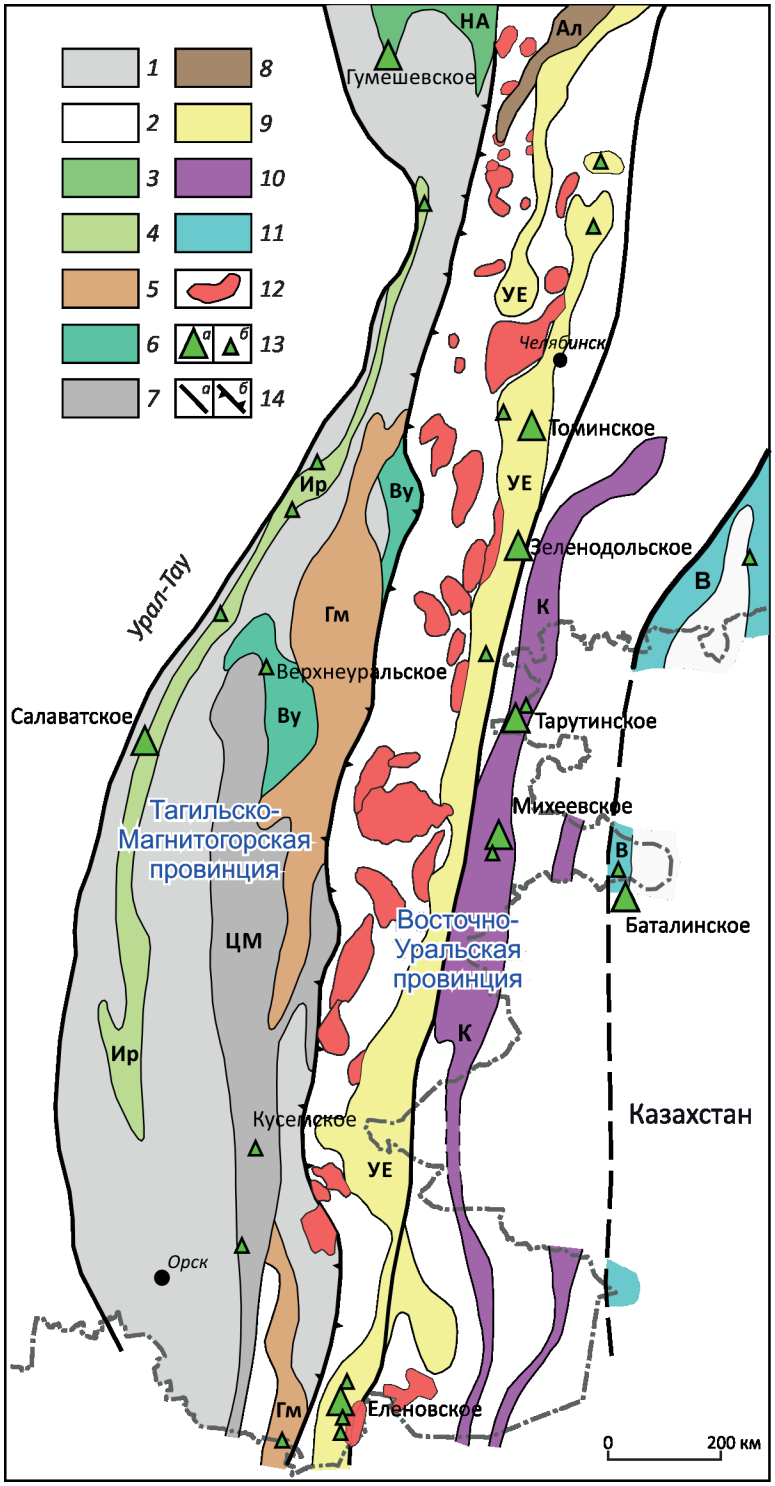


Рис. 1. Металлогенические провинции Южного Урала с вулкано-плутоническими и плутоническими поясами:

1–2 – металлогенические провинции: *1* – Тагильско-Магнитогорская с преобладанием островодужных комплексов, *2* – Восточно-Уральская с крупными выступами сиалического фундамента; вулкано-плутонические пояса: *3* – Новоалексеевский (НА), D_{1-2}, *4* – Ирендыкский (Ир), D_2, *5* – Гумбейский (Гм), D_{2-3}, 6 – Верхнеуральский (Ву), D_3–C_1, *7* – Центрально-Магнитогорский (ЦМ), C_1, *8* – Алтынайский (Ал), D_{2-3}, *9* – Увельско-Еленовский (УЕ), D_3–C_1, *10* – Катенинский (К), D_3–C_1, *11* – Валерьяновский (В), C_1; *12* – Восточно-Уральский плутонический пояс (массивы гранитоидов C_1 и C_2–P); *13* – медно-порфировые объекты: *а* – месторождения, *б* – рудопроявления; *14* – глубинные и крупные региональные разломы (*а*), в том числе граница медно-порфировых провинций (*б*)

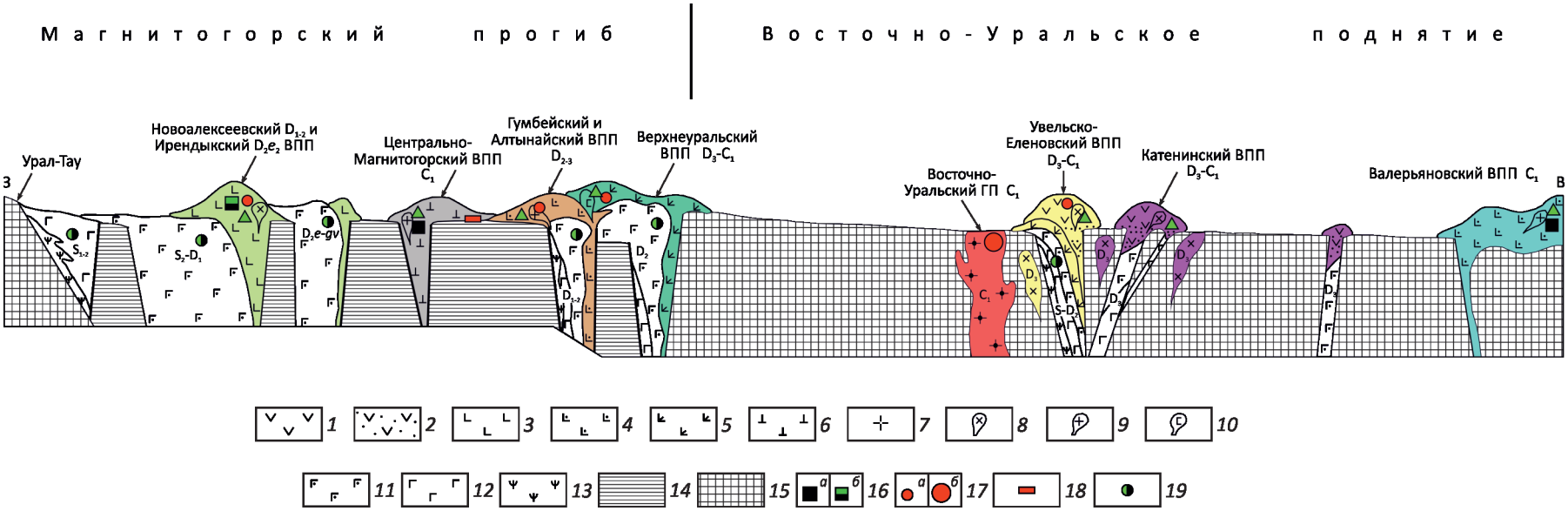


Рис. 2. Положение вулкано-плутонических поясов в геоструктурах Южного Урала. Схематический субширотный разрез:

1–6 – вулкано-плутонические и плутонические пояса* и преобладающие в их строении магматические формационные серии: *1–2* – андезитоидная Увельско-Еленовского и Катенинского ВПП: *1* – вулканогенная, *2* – вулканогенно-терригенная, *3* – базальт-андезибазальтовая Ирендыкского ВПП, *4* – базальт-андезибазальт-дацит-риолитовая Гумбейского и Валерьяновского поясов, *5* – субщелочная базальт-андезибазальт-андезит-дацит-риолитовая Верхнеуральского пояса, *6* – субщелочная базальт-андезибазальт-риолитовая Центрально-Магнитогорского ВПП; *7* – габбро-тоналит-гранодиорит-гранитовая Восточно-Уральского гранитоидного пояса; *8–10* – массивы рудоносных плутоногенных формаций ВПП, сопровождающиеся медно-порфировым и сопряжённым с ним оруденением: *8* – диоритовые, *9* – гранодиоритовые и гранитовые, *10* – монцонитовые; *11–15* – формационные комплексы фундамента ВПП: *11* – дифференцированные базальт-риолитовые колчеданоносные, *12* – однородные базальтовые и кремнисто-базальтовые (в сочетании с базит-гипербазитовыми и без них), *13* – базит-гипербазитовые, серпентинитовые, *14* – терригенные и вулканогенно-терригенные сланцевые (рифейские, палеозойские), *15* – гнейсовые и кристаллосланцевые (архейские, протерозойские); *16–19* – месторождения и проявления ВПП и их фундамента: *16* – скарновые: *а* – магнетитовые, *б* – медно-магнетитовые и меднорудные, *17* – золото-сульфидно-кварцевые жильно-штокверковые и золото-порфировые: *а* – рядовые, *б* – крупные, *18* –золоторудные стратоидные, *19* – медно-цинковоколчеданные; см. услов. обозн. к рис. 1; *цвета ВПП те же, что на рис. 1

Ирендыкский ВПП **(D_1–D_2e_2)** в Западно-Магнитогорской СФЗ выражен системой протяжённых гряд вулканических построек, которые на южном фланге распадаются на отдельные вулканические сооружения и ареалы удалённых вулканомиктовых фаций. Пояс сложен вулканитами базальт-андезибазальтовой формации (ирендыкская свита, D_1–D_2e). Интрузивные комагматы вулканитов слагают небольшие штокообразные тела и дайки, принадлежащие салаватскому и кураганскому комплексам (D_2e_2) габбро-диорит-плагиогранитовой формации. Базальт-андезибазальтовая и габбро-диорит-плагиогранитовая формации образуют ВПА, продуктивную на медно-порфировые и золото-сульфидно-кварцевые руды (рис. 3).

Северо-Ирендыкская медно-порфировая металлогеническая зона охватывает северный и западный фланги Ирендыкского пояса (рис. 4), где в выступах фундамента развиты многочисленные массивы плутонитов рудоносной формации и сконцентрированы малые медно-порфировые месторождения (Поляковское, Дунгурай, Нуралинское, Салаватское, Вознесенское) и проявления (Троицкое, Ново-Берёзовское, Узункулевское и др.), локализованные в эндо- и экзоконтактовых частях штоков и даек порфировидных диоритов, кварцевых диоритов, диорит-порфиритов салаватского комплекса. С интрузивами этого комплекса сопряжены также мелкие месторождения золото-сульфидно-кварцевой (Красная жила) и золото-порфировой (Тыелгинское, Наилинское и др.) формаций. Золотоносные стратоидные залежи ряда месторождений (Камышканское, Малый Каран) приурочены к литолого-стратиграфическому уровню нижней части разреза базальт-андезибазальтовой формации [7]. Кроме того, в этой МЗ установлены комплексные рудные узлы (КРУ), отвечающие рудно-магматическим системам (РМС). Так, Круглогорский КРУ, образованный вулканитами и плутонитами рудоносной андезибазальт-андезит-габбро-диоритовой ВПА, включает титаномагнетитовую минерализацию в габброидах, скарновые магнетитовые (Круглогорское месторождение) и стратоидные медно-кобальтовые (Медногорское проявление) залежи в андезибазальтах – во внутренней зоне РМС, а вулканогенные и вулканогенно-осадочные руды железа, меди и золота (золоторудные тела Колющинского месторождения, штокверковые золото-порфировые месторождения Николаевское, Кощеевское, Васянинское) – во внешней. В целом Северо-Ирендыкская МЗ рассматривается в качестве потенциально перспективной на медно-порфировое и сопряжённое золото-сульфидно-кварцевое оруденение.

Гумбейский ВПП **($D_{2–3}$)** объединяет вулканиты базальт-андезибазальтовой (гумбейская свита, D_2e–gv_1), вулканогенно-терригенной дацит-риодацитовой (новобуранная толща, D_2gv_1–D_3fr_1) формаций и плутониты краснинского габбродиорит-гранодиорит-гранитового комплекса ($D_{2–3}$). Гряда вулканитов с редкими телами плутонитов, как и Ирендыкская, протягивается в меридиональном направлении более чем на 300 км в Восточно-Магнитогорской СФЗ. Присутствие в верхней части разреза значительного объёма кислых вулканитов отличает Гумбейский ВПП от типичных базальтоидных поясов (см. рис. 3). На восточном фланге Гумбейской вулканической гряды размещена Копаловская ветвь пояса, сформированная в обстановке депрессионных структур в ходе накопления вулканогенно-осадочных амурской, селенодольской и копаловской толщ ($D_{2–3}$), которые по возрасту, составу и петрохимическим характеристикам вулканитов близки породам гумбейской свиты. Здесь, в разрезе карбонатно-терригенной базальт-андезибазальтовой формации локализовано Амурское стратиформное цинково-колчеданное месторождение, а в вышележащей субщелочной кремнисто-базальт-андезитовой – стратоидные золото-сульфидно-кварцевые проявления.

По времени становления и составу вулканитам Гумбейского пояса близки плутониты габбродиорит-гранодиорит-гранитовой формации в массивах краснинского комплекса ($D_{2–3}$). Мелкие тела гранитоидов прорывают вулканиты основной ветви Гумбейского ВПП, а крупные – базальтоидные толщи фундамента ($D_{1–2}$) в его южной перивулканической зоне. К ним приурочены небольшие медно-порфировые проявления: Малдыгусайское – в гранодиоритах Кошенсайского массива, Джаилган – в одноимённом интрузиве кварцевых диоритов. Выделенная здесь *Домбаровско-Ащебутакская медно-порфировая металлогеническая зона* представляет собой крупный выступ фундамента с интрузивами рудоносных формаций на южных флангах Гумбейского и соседнего Центрально-Магнитогорского (C_1) поясов (см. рис. 4).

В Гумбейском ВПП известны и отрабатывались многочисленные малые штокверковые месторождения золото-сульфидно-кварцевой (Алтын, Джугофаровский прииск и др.) и золото-кварцевой (Шафиковский прииск, Роза и др.) формаций в вулканитах той же продуктивной ВПА. Отличительной чертой металлогении этого пояса является присутствие средних и малых месторождений золото-серебряной адуляр-вторичнокварцитовой формации (Западный и Южный Куросан, Промежуточное, Красинское), также локализованных в вулканитах базальт-андезибазальтовой формации вблизи массивов краснинского комплекса. Не исключено, что некоторые из золоторудных и золото-серебряных месторождений и проявлений приурочены к периферическим зонам медно-порфировых РМС, что ранее не учитывалось при постановке детальных поисковых работ на этих объектах.

Верхнеуральский ВПП **(D_3–C_1)** прослеживается в виде нескольких магматических ареалов в области сочленения Восточно- и Центрально-Магнитогорской СФЗ. Отличительной чертой является участие в его строении двух ВПА: ранней нормальнощелочной (аблязовской) и поздней субщелочной (верхнеуральской).

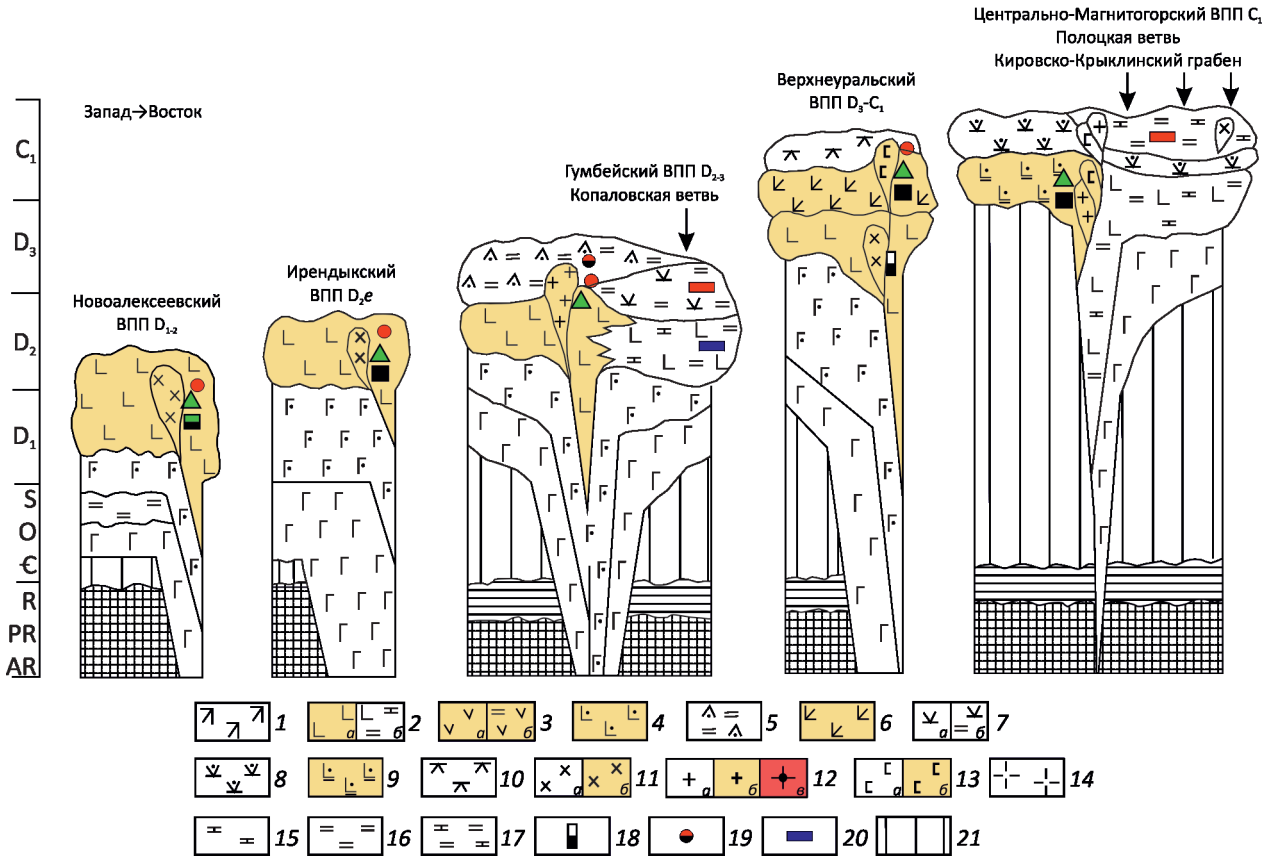


Рис. 3. Формационно-металлогенические ряды вулкано-плутонических поясов Тагильско-Магнитогорской провинции:

1–10 – вулканогенные формации ВПП*: *1* – высокотитанистых базальтов, *2* – базальт-андезибазальтовая, базальтовая: *а* – вулканогенная, *б* – вулканогенно-карбонатно-терригенная, *3* – базальт-андезибазальт-андезитовая (дацитовая), андезитовая: *а* – вулканогенная, *б* – вулканогенно-терригенная, *4* – базальт-андезибазальт-дацит-риодацитовая, базальт-андезибазальт-риолитовая, *5* – дацит-риодацитовая вулканогенно-терригенная, *6* – субщелочная базальт-андезибазальт-андезит-дацит-риолитовая, абсарокит-шошонитовая, *7* – субщелочная базальт-андезибазальт-андезитовая, базальт-андезитовая, базальт-андезит-дацитовая: *а* – вулканогенная, *б* – вулканогенно-терригенная, *8* – субщелочная базальт-риолитовая, *9* – субщелочная базальт-андезибазальт-риолитовая, *10* – субщелочная андезит-дацитовая; *11–14* – плутоногенные формации ВПП: *11* – габбро-диорит-(тоналит)-плагиогранитовая серия (*а*), в том числе габбро-диоритовая, диоритовая, диорит-плагиогранитовая и габбро-плагиогранодиорит-адамеллитовая формации (*б*), продуктивные на медно-порфировое и сопряжённое оруденение, *12* – габбро-тоналит-гранодиорит-гранитовая серия (*а*), в том числе диорит-гранодиорит-плагиогранитовая, габбро-гранодиоритовая, субщелочная габбродиорит-гранодиорит-гранитовая формации (*б*), продуктивные на медно-порфировое и сопряжённое оруденение, и габбро-гранодиорит (тоналит)-плагиогранит-адамеллитовая формация (*в*), продуктивная на золото-сульфидно-кварцевое и золото-порфировое оруденение, *13* – монцонитоидные формации: *а* – монцогаббро-монцодиоритовая, монцодиорит-граносиенит-лейкогранитовая, граносиенит-гранитовая и *б* – габбродиорит-монцонит-сиенитовая, продуктивная на медно-порфировое оруденение, *14* – формации гранит-лейкогранитовой серии (C_2–P) нерасчленённые; *15–17* – осадочные формации: *15* – карбонатные и терригенно-карбонатные, *16* – терригенные, *17* – (вулканогенно)-карбонатно-терригенные; *18–20* – месторождения и проявления ВПП: *18* – медно-титаномагнетитовые, *19* – золото-серебряные, *20* – цинковоколчеданные и свинцово-цинковые стратоидные; *21* – перерывы в осадконакоплении и магматизме; см. услов. обозн. к рисункам 1 и 2; *вулкано-плутонические ассоциации и формации, продуктивные на медно-порфировые и сопряжённые руды, на колонках выделены цветом

Для аблязовской ВПА (D_3) доказана комагматичность вулканитов базальт-андезибазальтовой формации в объёме аблязовской (воронинской) толщи и плутонитов погорельского габбро-(диоритового) комплекса. Верхнеуральская ВПА (D_3fm–C_1), следующая за аблязовской, образована трахибазальт-трахиандезибазальтовой (новоивановская и бугодекская свиты, D_3fm_1), трахиандезит-трахидацитовой (шумилинская свита, D_3fm–C_1t), габбродиорит-монцонит-сиенитоваой (верхнеуральский комплекс) и граносиенит-гранитовой (северокассельский комплекс) формациями. Рудоносный верхнеуральский комплекс (D_3) представлен

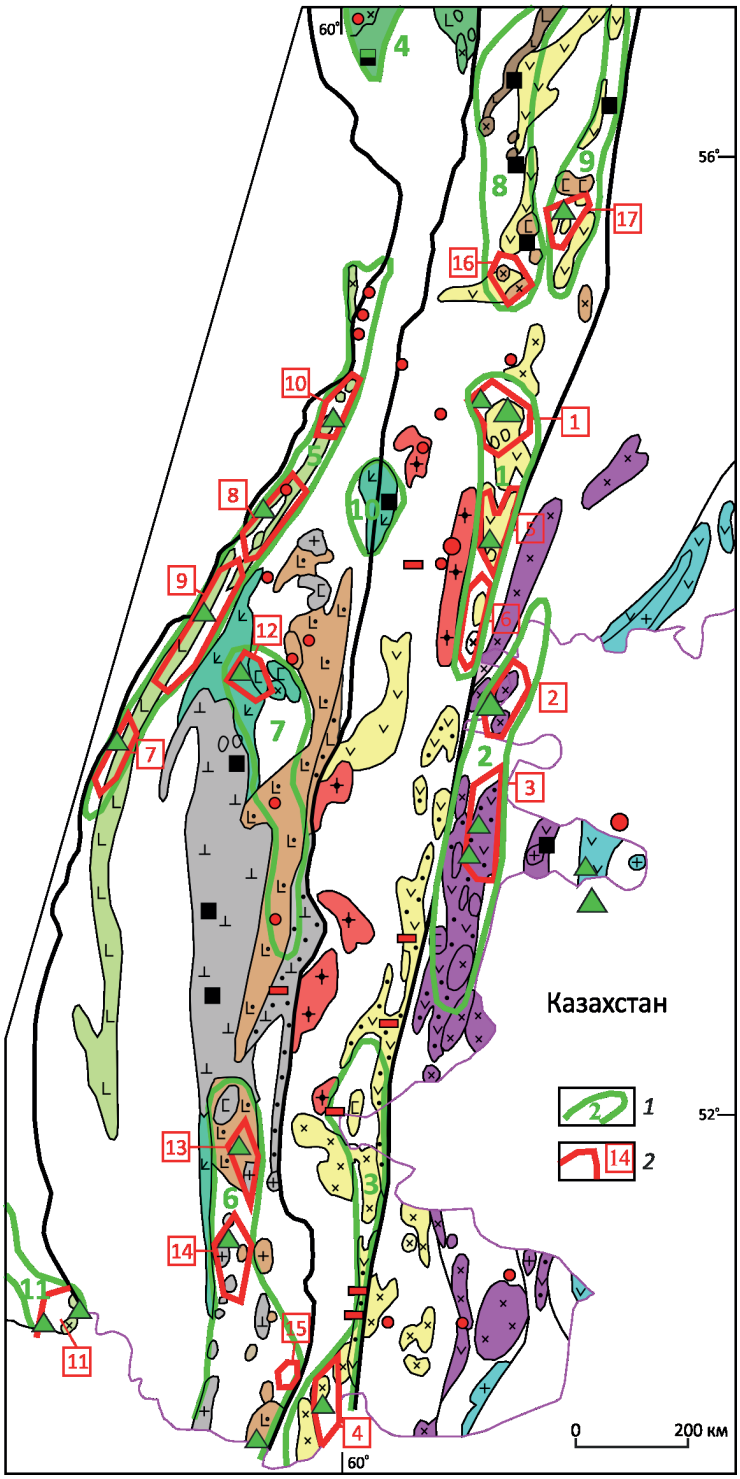


Рис. 4. Медно-порфировые металлогенические зоны и рудные районы Южного Урала:

1 – металлогенические зоны и их номера: 1 – Увельская, 2 – Тарутинско-Новониколаевская, 3 – Еленовско-Синешиханская, 4 – Гумешевская, 5 – Северо-Ирендыкская, 6 – Домбаровско-Ащебутакская, 7 – Верхнеуральская, 8 – Алапаевско-Теченская, 9 – Тахталымско-Крайчиковская, 10 – Краснокаменская, 11 – Медногорская; *2* – известные и потенциальные рудные районы и их номера (числа в квадратиках): 1 – Биргильдинско-Томинский, 2 – Тарутинский, 3 – Новониколаевский, 4 – Еленовский, 5 – Зеленодольский, 6 – Кособродский, 7 – Салаватский, 8 – Вознесенский, 9 – Узункулевский, 10 – Круглогорский, 11 – Хабарнинский, 12 – Верхнеуральский, 13 – Кусемский, 14 – Ансукпайский, 15 – Джаилганский, 16 – Тептяргинский, 17 – Тахталымский; см. услов. обозн. к рисунками 1–3

кварцевыми монцонитами, монцодиоритами, кварцевыми монцодиоритами, умеренно щелочными оливиновыми габбро и лейкогаббро, сиенитами и кварцевыми сиенитами. Расположенная восточнее небольшая Краснокаменская ветвь Верхнеуральского ВПП состоит из образований субщелочной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации (шелудивогорская и краснокаменская толщи, D_3) и краснокаменского габбро-сиенитового комплекса, образующих ВПА (D_3).

В пределах основной ветви пояса оконтурена субмеридиональная *Верхнеуральская медно-порфировая металлогеническая зона*, охватывающая два относительно поднятых блока фундамента, вмещающих массивы рудоносных плутонитов (см. рис. 4). В северном блоке основным рудным объектом является Верхнеуральское молибден-медно-порфировое проявление, приуроченное к западной части одноимённого интрузива габбродиорит-монцонит-сиенитовой формации. В этом массиве известны также проявления скарново-магнетитовой минерализации, а в породах его рамы – золото-кварцевое (Верхнеуральское месторождение) и золото-полисульфидное оруденения во вторичных кварцитах. Золото-сульфидно-кварцевые проявления присутствуют также в экзо-, эндоконтактовой зоне Северокассельского граносиенит-гранитного интрузива. Золоторудные поля отмечены комплексными литохимическими ореолами Ag, Au, Cu и Mo, что может служить признаком их принадлежности к периферическим частям медно-порфировой РМС и свидетельствовать о перспективах выявления промышленных медно-порфировых руд на глубоких горизонтах и флангах золоторудных объектов. Таким образом, металлогеническая характеристика Верхнеуральского ВПП определяется верхнеуральской ВПА (D_3–C_1), продуктивной на медно-порфировые и сопряжённые золото-сульфидно-кварцевые руды, проявления которых сконцентрированы в Верхнеуральской МЗ, перспективной на выявление медно-порфировых месторождений.

Центрально-Магнитогорский ВПП **(C_1)** расположен в одноимённой СФЗ, которая представляет собой крупный блок докембрийских сиалических пород, разделявший Западно- и Восточно-Магнитогорский колчеданоносные пояса и перекрытый каменноугольными отложениями мощностью до 5 км [5]. Рядом исследователей [13 и др.] магматические образования C_1 Центрально-Магнитогорского ВПП рассматриваются как продукты тектономагматической активизации, в ходе которой вулканизм контролировался Магнитогорско-Богдановским грабеном, а плутонизм распространялся на более обширные площади. Пояс образован тремя вулкано-плутоническими ассоциациями C_1: берёзовской, греховской (магнитогорская серия) и полоцкой (см. рис. 3). Ранняя берёзовская ВПА включает берёзовский вулканический комплекс (одноимённая свита) и большой объём плутонитов куйбасовского и мосовского комплексов. Вулканиты вместе с экструзивными и субвулканическими образованиями составляют трахибазальт-трахиандезибазальт-риолитовую формацию. В относительно поднятых блоках фундамента существенную роль приобретают плутониты куйбасовского габбро-гранодиоритового и мосовского монцонит-граносиенит-гранитового комплексов. Греховская ВПА (C_1v) представлена одноимённым вулканическим трахибазальт-трахириолитовым и богдановским (монцо) габбро-монцодиоритовым комплексами.

Узкие трогообразные прогибы на восточном фланге пояса, трассирующие зоны глубинных разломов, выделяются в качестве его Полоцкой ветви. Полоцкая ВПА, синхронная магматитам берёзовской и греховской ВПА, образована вулканогенно-терригенной субщелочной базальт-риолитовой серией формаций (караганская, C_1t–v_1, полоцкая, C_1v и каменская, C_1v_2 толщи). В горизонтах углеродисто-терригенно-карбонатных отложений каменской толщи локализованы стратиформные золото-сульфидно-кварцевые залежи Кировско-Кваркенского золоторудного района. Комагматичные плутониты габбро-плагиогранит-граносиенитовой формации слагают тела петропавловского комплекса.

Центрально-Магнитогорский ВПП известен своими крупными железорудными месторождениями. В качестве продуктивных выступают плутониты берёзовской ВПА: богатые титаномагнетитовые руды локализованы в габброидах куйбасовского комплекса, а основной объём скарново-магнетитовых руд, ассоциирующих с гранитоидами, – в известняках свиты горы Магнитной в основании вулканогенного разреза. С гранитоидами берёзовской ВПА сопряжены и медно-порфировые проявления. Они приурочены к крупному выступу фундамента в южной перивулканической зоне пояса и входят в состав *Домбаровско-Ащебутакской медно-порфировой МЗ*, охватывающей также южный фланг Гумбейского ВПП (см. рис. 4). В связи с массивами куйбасовского и мосовского комплексов здесь известны Кусемское, Ансукпай и Северо-Карауссское медно-порфировые проявления. Наиболее значительное Кусемское проявление ассоциирует с северными апофизами Шиликтинского массива куйбасовского комплекса. В породах рамы интрузива присутствуют молибден-медно-магнетитовые скарны и мелкие золоторудные месторождения (Кусемское, Шиликтинское) и проявления. Присутствие молибден-медно-порфировых и сопряжённых скарновых (молибден-медно-магнетитовых) и золото-кварцевых проявлений, сконцентрированных вместе с интрузивами продуктивных формаций Гумбейского и Центрально-Магнитогорского поясов в крупном блоке их фундамента, позволяет рассматривать Домбаровско-Ащебутакскую МЗ в качестве потенциально перспективной на промышленное медно-порфировое оруденение.

Восточно-Уральская медно-порфировая провинция. Эта провинция охватывает Восточно-Уральское поднятие, состоящее из нескольких крупных выступов

архейских, протерозойских, вендских метаморфических и метаморфизованных пород и относительно опущенных блоков между ними, сложенных вулканогенными и вулканогенно-осадочными толщами ($Є_3$–D_1). Те и другие частично перекрыты терригенно-карбонатными отложениями (C_2) и рыхлым мезо-кайнозойским чехлом. Специфическими элементами строения поднятия являются рифтогенные грабен-синклинальные структуры субмеридионального простирания, выполненные существенно базальтоидными толщами ($D_{2–3}$) и вулканогенно-терригенными, терригенно-карбонатными и карбонатными породами ($C_{1–2}$). Прибортовые части этих структур нередко вмещают тела габбро-гипербазитов. Центральную часть поднятия рассекает Копейская шовная зона северо-восточной ориентировки, контролирующая положение ряда грабен-синклиналей и триасового Челябинского грабена.

Провинция объединяет несколько ВПП – Алтынайский ($D_{2–3}$), Увельско-Еленовский, Катенинский (D_3–C_1) (см. рисунки 1 и 2). Пояса приурочены к рифтогенным грабен-синклинальным структурам, при этом вулканогенно-терригенные отложения развиваются преимущественно в самих прогибах, а вулканогенные и плутоногенные – на их «плечах» и выклинках, объединяя отдельные грабен-синклинали в единые пояса. Таким образом, система рифтогенных прогибов определяет область развития и конфигурацию поясов, которые включают не только медно-порфировые проявления, но и месторождения, наиболее значительными из которых являются Михеевское и Томинское. В смежных (с востока) структурах Зауралья размещены небольшие по площади фрагменты Валерьяновского ВПП (C_1), а на западном фланге провинции – крупные интрузивы Восточно-Уральского (также C_1) гранитоидного пояса. Строение поясов Восточно-Уральской провинции отражено на рис. 5.

Алтынайский ВПП **($D_{2–3}$)** выделяется в Алапаевско-Адамовской СФЗ, где протягивается в север-северо-восточном направлении, продолжаясь в структурах Среднего Урала. В его составе выделяются две ВПА – касаргинско-тептяргинская (D_2) и надыровомостовская ($D_{2–3}$). Первая из них образована вулканитами базальт-андезибазальтовой формации (маминская толща, D_2), небольшими интрузивами габбро-диорит-плагиогранитовых касаргинско-тептяргинского и баклановского (D_2), а также массивами алтынайского (D_2) габбро-диорит-гранодиоритового комплексов (см. рис. 5). Надыровомостовскую ВПА образуют вулканиты базальт-андезибазальтовой формации ($D_{2–3}$), а также массивы черкасовского диоритового и надыровомостовского монцонитоидного габбро-диорит-гранодиоритового комплексов.

В западной части пояса выделяется *Алапаевско-Теченская медно-порфировая металлогеническая зона* (см. рис. 4), которая с учётом данных А.И.Грабежева с соавторами [3] может быть продолжена далее на север, в структуры Среднего Урала. Основу для оконтуривания МЗ составляют ареалы развития плутонитов Алтынайского пояса, с которыми пространственно и во времени связаны медно-порфировые проявления, а также сопряжённые скарновые медно-магнетитовые и магнетитовые месторождения и проявления. В породах базальт-андезибазальтовой формации известно золото-кварц-сульфидное оруденение.

С интрузивами касаргинско-тептяргинского комплекса ассоциируют меднопорфировые (Тептяргинское, Темряковское) проявления, а также разрабатывавшиеся ранее Зырянкульское и Кульмяковское малые месторождения скарновых медно-магнетитовых руд. Аналогичные проявления приурочены к массивам алтынайского комплекса, причём медно-порфировое оруденение распространено в северном продолжении МЗ в Артёмовском, Белозёрском и Алтынайском массивах. С интрузивами надыровомостовского комплекса связано Теченское скарново-магнетитовое месторождение, а в Пороховском блоке известны сульфидные проявления с рудно-метасоматической зональностью, близкой медно-порфировым РМС. С учётом того, что в Алапаевско-Теченской МЗ присутствуют массивы трёх рудоносных интрузивных комплексов, с которыми ассоциируют медно-порфировые и скарновые медно-магнетитовые проявления, она относится к числу потенциально перспективных на обнаружение медно-порфировых месторождений, представляя собой южное продолжение Алапаевско-Сухоложской медно-порфировой зоны, выделенной на Среднем Урале [12].

Увельско-Еленовский ВПП **(D_3–C_1)** – наиболее крупный в регионе, с месторождениями и проявлениями медно-порфирового типа – расположен в Алапаевско-Адамовской СФЗ Восточно-Уральского поднятия, где протягивается в север-северо-восточном направлении вдоль Копейской шовной зоны на 700 км, через всю территорию Южного Урала, имея продолжение как в северном, так и в южном направлениях (см. рис. 1). Основанием пояса служат блоки пород разного состава и возраста. В его строении участвует несколько ВПА, сменяющих друг друга во времени (вверх по разрезу) и по латерали и отвечающих трём этапам его становления: D_3 джабыгасайская, D_3–C_1 березняковская, C_1 таяндинская и бекленищевская. По простиранию характер геоструктур, составляющих Увельско-Еленовский ВПП, существенно меняется. В южном звене он представлен системой грабен-синклиналей (Еленовско-Кумакская и др.), разделённых выступами фундамента, в среднем – Айдырлинско-Брединским прогибом протяжённостью 180 км, в северном звене – отдельными ареалами вулканитов и плутонитов в выступах допозднедевонского основания. В том же направлении в разрезе пояса более ранние ВПА наращиваются и частично замещаются более поздними.

Формационно-металлогенический ряд пояса (см. рис. 5) открывает джабыгасайская ВПА (D_3), проявленная

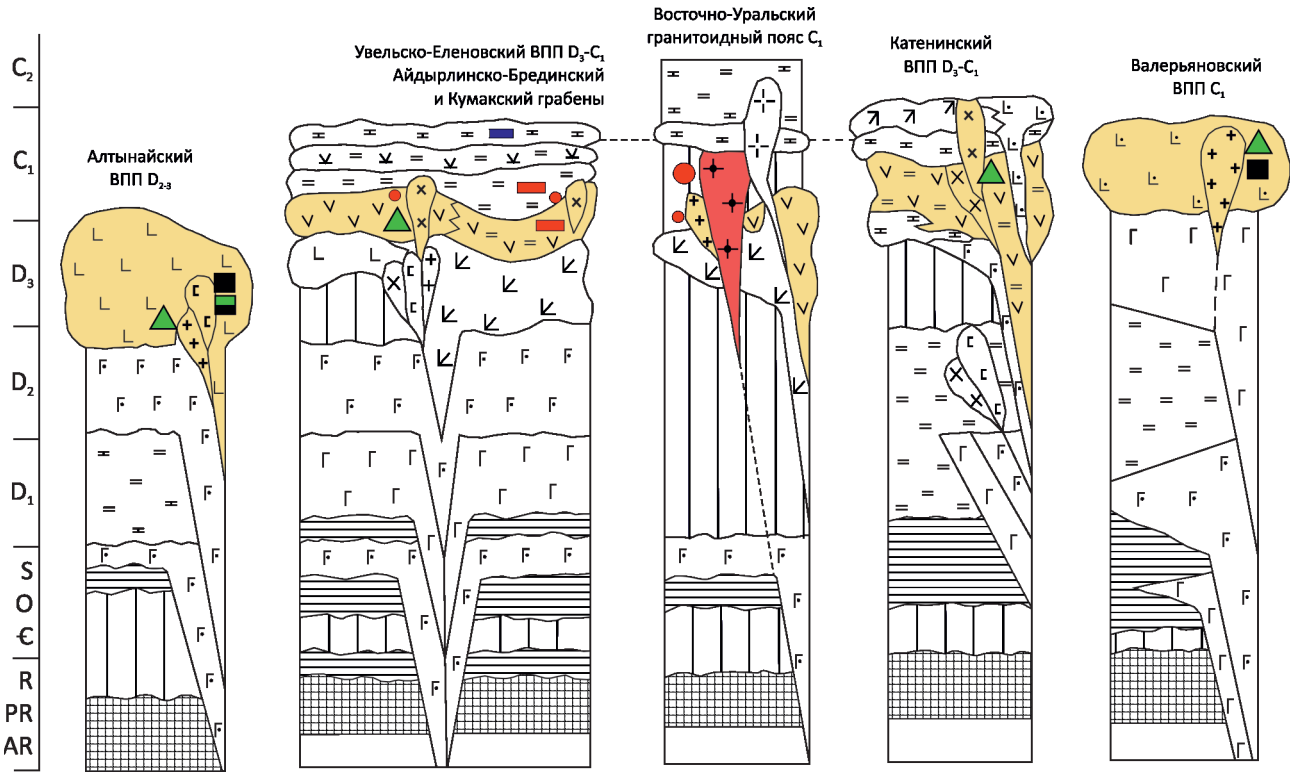


Рис. 5. Формационно-металлогенические ряды вулкано-плутонических поясов Восточно-Уральской провинции:

см. услов. обозн. к рис. 3

в основном в южном звене пояса. Её вулканогенная часть представлена породами нормальной и субщелочной базальт-андезибазальт-андезитовой формации (D_3) островодужного типа, получившей развитие южнее, на территории Казахстана. Плутониты ($D_3 fr–fm_1$) возрастного интервала размещены в выступах фундамента, осложняющих и ограничивающих Еленовско-Кумакский грабен, где представлены значительными по размерам, нередко полиформационными плутонами габбро-диорит-плагиогранитовой (джабыгасайский и коскольский комплексы), монцодиорит-граносиенит-лейкогранитовой (урускискенский комплекс) и гранодиорит-гранитовой (среднеушкатинский комплекс) формаций.

Следующая по времени березняковская ВПА (D_3–C_1), слагающая основной объём пояса, образована рядом вулканогенно-терригенных, вулканогенных и плутоногенных формаций, определяющих её состав как андезит-диоритовый. Вулканогенный разрез соответствует объёму березняковской и кургинской толщ (D_3–C_1) и по составу отвечает в основном андезитовой формации. Стратифицированные отложения вмещают мелкие экструзивы, штоки и дайки андезитов, дацитов, риодацитов, риолитов березняковского комплекса. В южном звене пояса вулканиты березняковской ВПА выполняет Еленовско-Кумакский грабен, в среднем – Айдырлинско-Брединский прогиб. В строении разреза здесь преобладают пирокластические и вулканомиктовые фации с прослоями терригенных пород. С образованиями андезитовой формации пространственно и во времени тесно связаны породы вышележащей терригенной угленосной брединской свиты (C_1). В северном, наиболее протяжённом (более 300 км) звене Увельско-Еленовского ВПП вулканиты (преимущественно андезиты) березняковской ВПА участвуют в строении нескольких пространственно разобщённых ареалов, в совокупности образующих цепь север-северо-восточного простирания. Наиболее значительные по размерам Томинский, Зеленодольский и Кособродский ареалы отличаются присутствием массивов комагматичных плутонитов. Здесь в ходе ГДП-200 (1999) установлен фаунистически охарактеризованный возраст березняковской толщи – $D_3 fm–C_1 t$.

Плутоногенные члены березняковской ВПА представлены массивами диорит-плагиогранитового ряда нескольких интрузивных комплексов: биргильдинско-томинского и мариинского (D_3–C_1), кумакского и кокпектысайского (C_1). Породы биргильдинско-томинского диоритового комплекса слагают небольшие штокообразные тела и дайки в северной половине пояса, в выступах фундамента и ареалах вулканитов

березняковской ВПА. Абсолютный возраст диоритов Зеленодольского массива, определённый K-Ar методом, отвечает D_3–C_1. Породами марииновского диорит-плагиогранитового комплекса сложен Смолинский массив в восточной части полиформационного Челябинского плутона. К возрастной группе C_1 в южном звене пояса относятся мелкие тела и дайки золотоносного кумакского диорит-(гранодиорит)-плагиогранитового комплекса, прорывающие вулканогенно-терригенные образования березняковской ВПА, включая брединскую (C_1) толщу. Аналогичное положение занимают тела кокпектысайского габбро-диорит-плагиогранитового комплекса (C_1) в Наследницкой грабен-синклинали. Мелкие порфировые штоки и дайки еленовского диорит-гранодиоритового комплекса сконцентрированы в одноимённом магматогенном поднятии.

Образования более поздней таяндинской ВПА (C_1) в северной половине пояса несогласно перекрывают отложения березняковской ВПА. Нижняя часть разреза представлена толщами субщелочных вулканитов (от базальтов до риолитов), вулканогенно-осадочных и осадочных пород (березиновская и дербишевская толщи, C_1). Залегающая выше таяндинская толща (C_1) по составу отвечает субщелочной базальт-андезит-диорит-порфиритовой формации. Плутоногенной составляющей таяндинской ВПА, вероятно, является близкий ей по времени вознесенский габбро-диорит-плагиогранитовый комплекс (C_1). Ареал развития бекленищевской ВПА (C_1) образует северо-западную ветвь Увельско-Еленовского ВПП и продолжается в восточных зонах Среднего Урала. Вулканогенные члены представлены породами субщелочной базальт-(андезит-дацит)-риолитовой формации (бекленищевская свита, C_1t–v) и по латерали замещают совозрастные континентальные угленосные отложения. В рамках того же интервала сформирован маминский гранодиорит-гранитовый комплекс (C_1), с которым связано золото-кварцевое оруденение. Разрез Увельско-Еленовского ВПП завершается визе-серпуховскими тугундинской и биргильдинской терригенно-карбонатными толщами.

Металлогеническую характеристику Увельско-Еленовского ВПП определяет березняковская ВПА (D_3–C_1), сопровождающаяся промышленным медно-порфировым и золотым оруденением. Образования березняковского и брединского вулканогенно-терригенных комплексов вместе с сопровождающими их экструзивно-субвулканическими телами андезитов-дацитов-риодацитов, дайками и силлами кумакского диорит-плагиогранитового комплекса вмещают месторождения золото-сульфидно-кварцевой формации. Золотоносные стратоидные залежи метасоматитов, жилы и штокверки в Кумакском, Айдырлинско-Синешиханском и Брединском рудных районах локализованы на двух литолого-стратиграфических уровнях: нижнем – в андезитовой березняковской толще (D_3–C_1) и верхнем – в углеродисто-вулканогенно-карбонатно-терригенной брединской свите (C_1). С массивами биргильдинско-томинского диоритового комплекса в центральном и северном звеньях пояса сопряжены медно-порфировые (Томинское, Биргильдинское), золото-порфировые (Берёзовское, Николо-Святительское) месторождения, а также скарновые медно-магнетитовые проявления. Дайки еленовского диорит-гранодиоритового комплекса выступают в качестве продуктивных на одноимённом молибден-медно-порфировом месторождении. С учётом размещения массивов рудоносных формаций, месторождений и проявлений медно-порфировых и сопряжённых руд в Увельско-Еленовском ВПП оконтурены Увельская, Еленовско-Синешиханская и Тахталымско-Крайчиковская медно-порфировые металлогенические зоны (см. рис. 4).

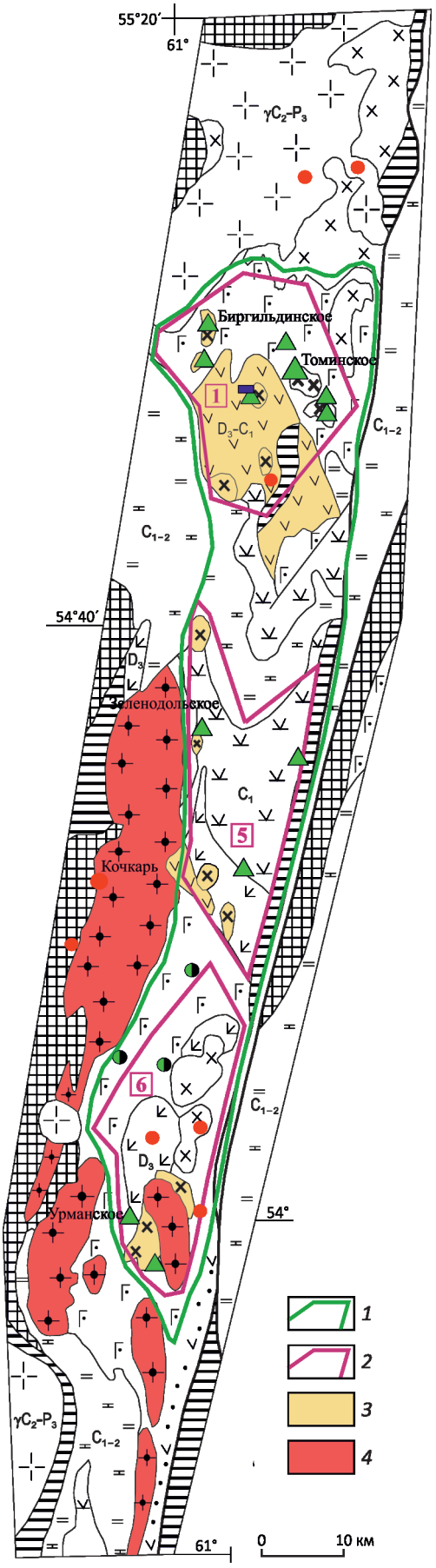
Увельская МЗ, охватывающая среднее звено пояса, представляет собой выступ ордовикско-силурийского базальтоидного фундамента размером 20×150 км, вытянутый в меридиональном направлении. Породы березняковской ВПА слагают здесь три ареала площадью 30−50 км^2, в каждом из которых присутствуют массивы рудоносного биргильдинско-томинского комплекса, а также проявления и месторождения медно-порфирового типа (рис. 6). Наиболее значительные рудные объекты сосредоточены в северном ареале, определяющем положение Томинского золото-меднорудного района. Здесь промышленное меднопорфировое и сопряжённое золото-сульфидно-кварцевое, золото-порфировое оруденение ассоциирует с плутонитами березняковской ВПА. Основной объект – Томинское медно-порфировое месторождение локализовано в эндо-, экзоконтактовой зоне массива диоритов-кварцевых диоритов. Другие месторождения и проявления этого типа (Калиновское, Биргильдинское, Южно-Биргильдинское) ассоциируют с небольшими интрузивами и дайками. В 46 км к югу от Томинского находится Зеленодольское мелкое медно-порфировое месторождение, а ещё южнее – Искровское и Урманское медно-порфировые проявления.

С массивами биргильдинско-томинского комплекса также ассоциирует золото-сульфидно-кварцевое оруденение. На Березняковском месторождении золоторудный штокверк локализован в экструзивно-субвулканическом массиве порфировых диоритов-андезитов [2]. На Николо-Святительском месторождении золото-сульфидно-кварцевый штокверк в кварцевых диоритах, возможно, представляет верхнюю часть медно-порфировой РМС, поскольку ниже него скважинами вскрыта медно-порфировая минерализация. В связи с более поздней таяндинской ВПА (C_1) в Увельской МЗ известны стратиформные полиметаллические проявления в карбонатных прослоях среди пород базальт-андезит-диорит-порфиритовой формации, а также в карбонатной биргильдинской толще (C_1).

Широкое распространение массивов рудоносного биргильдинско-томинского комплекса, с которым

Рис. 6. Увельская медно-порфировая металлогеническая зона:

1 – контур Увельской медно-порфировой металлогенической зоны; *2* – известные (1 – Биргильдинско-Томинский, 5 – Зеленодольский) и потенциальный (6 – Кособродский) медно-порфировые рудные районы (цифры в квадратиках); ВПА и формации, продуктивные: *3* – на медно-порфировое и *4* – золото-сульфидно-кварцевое оруденение; см. услов. обозн. к рисункам 1–3



сопряжены медно-порфировые, золото-сульфидно-кварцевые и золото-порфировые объекты, в благоприятной обстановке крупного выступа фундамента Увельско-Еленовского ВПП ставит Увельскую МЗ в число наиболее перспективных на обнаружение новых медно-порфировых месторождений.

Еленовско-Синешиханская МЗ оконтурена на южном фланге Увельско-Еленовского ВПП. Основными элементами её строения являются Еленовско-Кумакская, Синешиханская и Наследницкая грабен-синклинальные структуры, а также выступы фундамента в их бортах и внутренних частях. Депрессионные структуры выполнены стратифицированными толщами березняковской ВПА со стратоидными золото-сульфидно-кварцевыми месторождениями Кумакского и Айдырлинско-Синешиханского рудных районов, а выступы фундамента вмещают массивы плутонитов этой и предшествующей джабыгасайской ВПА. В южном замыкании Еленовско-Кумакского грабена в Еленовском магматогенном поднятии (медно-порфировом рудном районе) размещено небольшое отработанное Еленовское месторождение, а также проявления Ушкотинское, Тритикольское, Участок № 3 и Восточная зона. На Еленовском месторождении в качестве рудоносных выступают дайки диоритов-плагио-гранитов березняковской ВПА. В Еленовско-Синешиханской МЗ, как и в Увельской, проявлено пространственное совмещение медно-порфирового и золотого оруденения, ассоциирующего с плутонитами джабыгасайской и березняковской ВПА. В выступе фундамента, ограничивающем с востока Еленовско-Кумакский грабен, в гранитоидах джабыгасайского комплекса (D_3) известно более тридцати мелких месторождений золото-кварцевого и золото-сульфидно-кварцевого типов. Со штоками и дайками гранит-порфиров ассоциируют золото-порфировые проявления с повышенным содержанием меди до 0,1% – Сабержан, Верблюжья гора, Березитовый Увал, а также Южно-Кокпетинское медно-порфировое проявление.

Перспективы Еленовско-Синешиханской МЗ на медно-порфировое оруденение основываются не только на присутствии здесь Еленовского месторождения и проявлений этого типа, но и на широком распространении сопряжённых золото-сульфидно-кварцевых и золото-порфировых объектов в связи с вулканитами и плутонитами джабыгасайской и березняковской ВПА.

Наиболее перспективны выступы фундамента на участках сужения и замыкания Еленовско-Кумакского грабена: южный (Еленовский) и северный (Петропавловский), а также примыкающие к бортам грабена блоки с телами плутонитов продуктивных формаций.

Тахталымско-Крайчиковская МЗ охватывает северный фланг Увельско-Еленовского ВПП, где на базальтоидном субстрате (S–D) размещены небольшие ареалы вулканитов и плутонитов березняковской ВПА. С массивами биргильдинско-томинского диоритового комплекса сопряжены Тахталымское, Бараковское и Халитовское медно-порфировые, а также Крайчиковское, Усть-Багарякское и другие скарновые медно-магнетитовые проявления. Здесь же в монцодиоритах надыровомостовского комплекса Алтынайского ВПП локализовано Чекуровское медно-молибден-порфировое проявление. Присутствие в Тахталымско-Крайчиковской МЗ медно-порфировых и скарновых медно-магнетитовых проявлений, сопряжённых с массивами биргильдинско-томинского комплекса, позволяет рассматривать эту зону в качестве потенциально перспективной в отношении медно-порфирового оруденения.

Катенинский ВПП **(D_3–C_1)**, как и Увельско-Еленовский, протягивается вдоль Копейского глубинного разлома, но с его восточной стороны (см. рис. 1). Пояс размещён в структурах Троицко-Карашатауского антиклинория с крупными выступами гнейсов PR_1 и разделяющими их синклинорными структурами с базальтоидными и вулканогенно-терригенными толщами от $Є_1$ до D_1. Выступы фундамента осложнены системой субмеридиональных рифтогенных грабен-синклиналей (Михеевская, Катенинская, Каутканская, Сарыобинская и др.), в строении которых участвуют продукты базальтоидного магматизма океанического и островодужного типов $D_{1–2}$ и C_1. Система таких прогибов протяжённостью около 400 км контролирует положение ВПА и формаций D_3–C_1 возраста и тем самым определяет положение Катенинского ВПП. Их южным продолжением на территории Казахстана является крупный Иргизский прогиб, образованный базальтоидными формациями C_1 островодужного типа [1].

Ранние члены Катенинского пояса представлены ащисуйской ВПА (D_3–C_1), включающей породы вулканогенно-терригенной андезибазальт-андезитовой формации (ащисуйской толщи) и диорит-плагиогранитового ульяновского комплекса (см. рис. 5). Существенно вулканогенный тип разреза и максимальная мощность (800 м) андезибазальт-андезитовой формации характерны для северного звена пояса. По латерали (как в северном, так и в южном направлениях) её мощность сокращается, и в разрезе основную роль приобретают терригенные породы с известняковыми рифовыми постройками. По данным Е.А.Белгородского и др. [9], становление андезибазальт-андезитовой формации в рамках того же временного интервала D_3–C_1 сопровождает и завершает ульяновский диорит-плагиогранитовый комплекс.

Со следующим этапом становления Катенинского ВПП связано накопление вулканитов базальт-андезит-дацитовой и высокотитанистой базальтовой формаций (аккаргинская и кайрактинская толщи (C_1v–s), соответственно), а также становление интрузивов гранитоидов катенинского и рудоносного михеевского комплексов (C_1). Наибольшее распространение эта ассоциация получила в южном звене пояса, в Шалкарском грабене, где с массивами диорит-плагиогранитового состава связаны проявления сульфидно-магнетитовых скарнов. Шалкарский грабен является северным продолжением Иргизского прогиба на территории Казахстана, где в массивах габбро-диорит-плагиогранитовой формации локализованы медно-порфировые проявления Аралтогай и Киимжайган II [1]. Вулканиты формации высокотитанистых базальтов наращивают разрез ащисуйской ВПА в рифтогенных грабен-синклиналях, а интрузивы катенинского (кокпектысайского) габбро-диорит-плагиогранитового комплекса (C_1) формируются в примыкающих к ним выступах фундамента. Становление пояса завершают плутониты габбро-диорит-плагиогранодиорит-адамеллитовой формации, отвечающей рудоносному михеевскому (C_1) комплексу [9]. Мелкие тела локализованы во внутренних и прибортовых частях грабен-синклиналей в районе Михеевского и Новониколаевского медно-порфировых месторождений, а более крупный Карамысовский интрузив с Тарутинским месторождением – в выступе фундамента. Михеевский от диорит-плагиогранитового ульяновского комплекса отделяет накопление базальтов кайрактинской толщи.

Металлогенический профиль Катенинского ВПП определяют массивы михеевского комплекса габбро-диорит-плагиогранодиорит-адамеллитовой формации, продуктивной на медно-порфировые руды. В его центральном звене выделена *Тарутинско-Новониколаевская медно-порфировая МЗ*, отвечающая крупному сиалическому блоку с максимальным количеством рифтогенных грабен-синклинальных структур и выступов фундамента, вмещающих массивы рудоносного михеевского комплекса. В пределах МЗ расположены отрабатывающееся в настоящее время Михеевское месторождение и все известные проявления медно-порфирового типа (Новониколаевское, Западное, Восточное, Ново-Катенинское, Южно-Степное, Карамысовское). На некоторых из них проявлена золото-полисульфидная минерализация, свойственная верхним частям медно-порфировых РМС, и комплексные геохимические ореолы надрудного типа. На северном фланге зоны размещено Тарутинское скарново-медно-порфировое месторождение (см. рис. 4). Присутствие Михеевского и Тарутинского месторождений, а также многочисленных слабо изученных медно-порфировых проявлений в условиях благоприятной геоструктурной обстановки свидетельствует о достаточно высоких перспективах Тарутинско-Новониколаевской МЗ на выявление новых медно-порфировых месторождений.

Небольшие фрагменты ***Октябрьско-Денисовской ветви Валерьяновского ВПП*** **(C_1)** выделяются на востоке Южного Урала (на границе с Казахстаном), в структурах Тургайского прогиба Зауралья. Ареал развития магматических образований C_1, сформированный на вулканогенных и терригенных толщах от S до D_3, примыкает с востока к зоне Тобольского глубинного разлома (см. рисунки 1 и 2). На территории Казахстана основной объём Валерьяновского пояса образован андезитовой (валерьяновская свита, $C_1v–s$) и габбро-диорит-гранодиоритовой (соколовско-сарбайский, михайловский и другие комплексы C_1) формациями, образующими ВПА, продуктивную на скарново-железорудное и медно-порфировое оруденение [1]. Магнетитовые руды сопряжены с ранними, более основными по составу членами ВПА и сосредоточены в крупнейших месторождениях Соколовско-Сарбайского рудного района. Медно-порфировое оруденение сопровождает поздние гранодиорит-плагиогранитовые порфировые фазы хорошо дифференцированных массивов. На территории Российской Федерации особенности строения Октябрьско-Денисовской ветви, почти полностью перекрытой чехлом Западно-Сибирской плиты, устанавливаются в основном по материалам бурения и геофизических исследований (см. рис. 5). С учётом состава пород, развитых в пространственно разобщённых участках, вулканогенная часть ВПА (кулыкольская, рытвинская, валерьяновская и толщи, $C_1v–s$) укладывается в рамки базальт-андезибазальт-риолитовой формации; плутоногенные члены представлены массивами диорит-гранодиорит-плагиогранитовой формации (барамбаевский комплекс, C_1).

В северо-восточном звене Александровско-Денисовской ветви пояса на территории Курганской области РФ массивы габбро-диоритов соколовско-сарбайского комплекса сопровождаются скарново-магнетитовым оруденением, представленным четырьмя месторождениями, в том числе Берёзовским и Глубоченским с повышенным содержанием меди. В южных звеньях распространены массивы диорит-гранодиорит-плагиогранитового барамбаевского комплекса C_1, с которыми сопряжены Подовинное и Красноярское медно-порфировые проявления, а также Южно-Ключевское (медно)-магнетитовое месторождение.

В казахстанской части Валерьяновского ВПП выявлены медно-порфировые месторождения (Баталинское, Бенкала Северная) и более 30 рудопроявлений. Баталинский медно-порфировый рудный район располагается в Октябрьско-Денисовской ветви пояса и с юга частично заходит на территорию РФ (см. рис. 4), где в связи с диорит-гранодиоритовым интрузивом барамбаевского комплекса известно Муртазинское молибден-медно-порфировое проявление, а также мелкое Карталы-Аятское месторождение скарново-магнетитовых руд. Расположенный в том же звене Варваринский комплексный рудный узел своим юго-западным флангом заходит с территории Казахстана на территорию Российской Федерации. Он включает одноимённое золото-сульфидно-кварцевое месторождение, медно-порфировые проявления, ассоциирующие с телами диоритов, а также скарново-магнетитовые залежи в вулканогенно-карбонатно-терригенной толще C_1 [4]. На территории РФ на площади, примыкающей к Варваринскому узлу и к Баталинскому медно-порфировому рудному району, возможно выявление золоторудных и медно-порфировых месторождений. Слабая изученность Октябрьско-Денисовской ветви ВПП, почти полностью перекрытой рыхлыми мезо-кайнозойскими отложениями, не позволяет выделить здесь медно-порфировые металлогенические зоны.

Восточно-Уральский гранитоидный плутонический пояс **(C_1–P)** образован мантийно-коровыми гранитоидами габбро-тоналит-гранодиорит-гранитной серии $C_{1–2}$ и следующими за ними продуктами C_2–P существенно гранитного магматизма. На Южном Урале основной ареал развития плутонитов этого пояса размещён в Алапаевско-Адамовской СФЗ, в её южной Кочкарьско-Адамовской подзоне с крупными Челябинско-Суундукским и Адамовско-Мугоджарским выступам PR_1–PZ_1 фундамента. На всём протяжении субмеридиональный пояс гранитоидных интрузивов примыкает к Увельско-Еленовскому и Алтынайскому ВПП и на отдельных участках совмещается с ними в пространстве, а с первым и во времени. Крупные, нередко полиформационные плутоны включают гранитоиды $C_{1–2}$, в том числе с золоторудной специализацией, и в несколько меньшем объёме гранитоиды C_2–P.

Гранитоиды $C_{1–2}$ габбро-тоналит-гранодиорит-гранитной серии представлены несколькими комплексами, среди которых пластовский гранодиорит-(тоналит)-плагиогранит-адамеллитовый, неплюевский гранодиорит-гранитовый, кособродский габбро-диорит-плагиогранитовый (C_1). Более поздние плутониты гранодиорит-гранитовой серии ($C_{1–2}$) включают массивы верхисетского, каменского, курайского и других комплексов, присутствующие как в южной, так и в северной частях Алапаевско-Адамовской СФЗ, а также (верхисетский) в выступах древнего фундамента Тагило-Магнитогорской мегазоны [3].

Наиболее существенное значение имеют массивы гранодиорит-тоналит-плагиогранит-адамеллитовой формации (C_1), с которыми ассоциируют и рядовые, и крупные золоторудные месторождения: Берёзовское на Среднем Урале, Кочкарьское на Южном Урале, Джетыгаринское в Северном Казахстане. С выделенной Н.А.Ершовой (1980) рудоносной адамеллит-плагиогранитовой субформацией связаны крупные золото-сульфидно-кварцевые месторождения, в том числе Кочкарьское в Пластовском интрузиве. Оруденение золото-сульфидно-кварцевого типа локализовано как в самих массивах (Кочкарь, Ново-Троицкое, Шершневское, Пановская Ляга), так и в их апикальных и

надинтрузивных зонах (Берёзовское, Быньговское на Среднем Урале) и обладает признаками «порфирового стиля» формирования. С массивами кособродского комплекса ассоциируют золото-сульфидно-кварцевые проявления, с неплюевским – золото-кварцевые. Более поздние гранитоиды (C_2–P) по составу группируются в монцодиорит-гранитовую, адамеллит-лейкогранитовую, гранитовую формации. Их становление происходило в активизационном режиме после накопления визе-башкирских молассовых и карбонатных толщ [5]. С этими гранитоидами ассоциирует преимущественно редкометалльное (молибденит-кварцевое), молибден-вольфрамовое, золото-вольфрамовое, иногда редкоземельное и незначительное золото-кварцевое оруденение.

Присутствие массивов гранодиорит-тоналит-плагиогранит-адамеллитовой формации с месторождениями золото-сульфидно-кварцевого типа, составляющими основной фонд золотодобывающей промышленности Урала, определяет золоторудную металлогеническую специфику Восточно-Уральского гранитоидного пояса. По мнению авторов данной статьи, этот пояс не обладает перспективами выявления медно-порфировых месторождений.

Таким образом, в результате проведённых прогнозно-металлогенических построений для территории Южного Урала установлено следующее:

1. Выделены две медно-порфировые металлогенические провинции – Тагильско-Магнитогорская и Восточно-Уральская, каждая из которых включает серию сближенных в пространстве ВПП, большей частью близких по времени образования, палеотектонической позиции, составу и последовательности формирования слагающих их ВПА.

Новоалексеевский ($D_{1–2}$), Ирендыкский (D_2), Гумбейский ($D_{2–3}$), Верхнеуральский (D_3–C_1) пояса Тагильско-Магнитогорской провинции представляют собой базальтоидные ВПП, сформированные непосредственно после становления колчеданоносных базальтоидных формаций. В качестве продуктивных на медно-порфировые руды в них выступают андезибазальт-диорит-плагиогранитовые ВПА островодужного типа. Принадлежащий той же провинции Центрально-Магнитогорский ВПП (C_1) является активизационной структурой в пределах крупного перекрытого сиалического блока, а образующие его ВПА и формации характеризуются большей частью повышенной щелочностью.

Вулкано-плутонические пояса (D_3–C_1) – Увельско-Еленовский и Катенинский, принадлежащие Восточно-Уральской провинции, сформированы в пределах Восточно-Уральского поднятия с крупными выступами допозднекембрийских метаморфических пород. Положение этих поясов контролируется узкими рифтогенными грабен-синклинальными структурами, располагающимися вдоль мобильных швов субмеридионального простирания. Их южным продолжением в Восточных Мугоджарах являются более крупные прогибы, образованные базальтоидными формациями островодужного типа с проявлениями колчеданных и медно-порфировых руд. Определённые черты развития сближают эти пояса с базальтоидными ВПП Тагильско-Магнитогорской провинции, что выражается прежде всего в преимущественно диоритовом составе массивов рудоносной формации. В то же время рудоносные ВПА этих поясов отделены от предшествующих колчеданоносных базальтоидных формаций становлением крупных плутонов габбро-диорит-плагиогранитовой и монцонит-граносиенит-лейкогранитовой формаций (D_3), которые сопровождают Увельско-Еленовский ВПП в его южном звене, а Катенинский – на всём его протяжении. Кроме того, от типичных базальтоидных поясов Тагильско-Магнитогорской провинции эти пояса отличаются значительным объёмом терригенных пород в разрезах вулканогенных формаций за счёт их накопления преимущественно в депрессионных структурах, а также присутствием в их составе пород с петрохимическими признаками как субщелочных рифтовых, так и известково-щелочных островодужных типов. Достаточно длительный характер развития рифтогенных структур во временном интервале ранний девон–ранний карбон определяет возможность присутствия в контролируемых ими ВПП Восточно-Уральской провинции нескольких плутоногенных формаций, продуктивных на медно-порфировые и сопряжённые с ними руды.

Алтынайский ВПП ($D_{2–3}$) является как бы «промежуточным звеном» между типичными базальтоидными (островодужного типа) ВПП Тагильско-Магнитогорской провинции и поясами Восточно-Уральской провинции, контролируемыми рифтогенными структурами. Присутствие среди плутонитов этого пояса достаточно крупных массивов гранодиоритов и субщелочных гранитоидов отражает его геотектоническую позицию на кратонизированном допалеозойском основании в незначительных по размерам рифтоподобных прогибах.

Гранитоидный Восточно-Уральский плутонический пояс, приуроченный к выступам древнего фундамента, образован крупными, нередко полиформационными гранитоидными интрузивами C_1–P возрастного интервала. Плутониты гранодиорит-тоналит-плагиогранит-адамеллитовой формации C_1, определяющей его золотую специализацию, по времени становления и пространственно в определённой мере сопряжены с Увельско-Еленовским ВПП.

2. Металлогения ВПП, имеющая комплексный характер, позволяет обозначить варианты пространственно-временных соотношений медно-порфировых и сопряжённых с ними во времени, а иногда и в пространстве рудных объектов разной рудно-формационной принадлежности. В большинстве поясов (Ирендыкском, Новоалексеевском, Гумбейском,

Верхнеуральском, Увельско-Еленовском) проявлена ассоциация медно-порфирового и золото-сульфидно-кварцевого оруденения с массивами одной и той же продуктивной плутоногенной формации. Возможно, золото-сульфидно-кварцевая минерализация в ряде случаев фиксирует периферические части медно-порфировых РМС. Для поясов, сформированных на относительно поднятых блоках и крупных выступах фундамента (Гумбейский, Центрально-Магнитогорский, Увельско-Еленовский) характерно участие в их строении совозрастных вулканогенно-терригенных прогибов (внутренних и периферических), включающих горизонты углеродисто-терригенных пород со стратоидными золото-сульфидно-кварцевыми месторождениями и проявлениями. Кроме того, во многих поясах широко проявлено совмещение во времени и пространстве медно-порфирового и скарнового медно-магнетитового оруденения, обусловленное их связью с интрузивами общей продуктивной формации.

3. ВПП или их части с месторождениями и проявлениями медно-порфирового типа в продуктивных ВПА представляют собой медно-порфировые металлогенические зоны, которые были ранжированы по степени перспективности на медно-порфировое оруденение. Перспективные МЗ (Тарутинско-Новониколаевская, Увельская и Еленовско-Синешиханская) включают как проявления, так и промышленные медно-порфировые месторождения; потенциально перспективные МЗ (Северо-Ирендыкская, Гумешевская, Верхнеуральская, Домбаровско-Ащебутакская, Алапаевско-Теченская, Тахталымско-Крайчиковская) характеризуются присутствием медно-порфировых и сопряжённых (медно-магнетитовых, золото-сульфидно-кварцевых и др.) проявлений; МЗ с неясной перспективностью (Медногорская, Краснокаменская) содержат некоторые косвенные признаки медно-порфировых объектов, но отличаются слабой изученностью. Медно-порфировые рудные районы (известные и прогнозируемые), оконтуренные в пределах металлогенических зон и также ранжированные по степени перспективности на обнаружение медно-порфировых месторождений, рассматриваются в статье А.В.Андреева с соавторами в этом сборнике.

Таким образом, проведённая на основе структурно-формационного и рудно-формационного анализов оценка перспектив территории Южного Урала на медно-порфировое оруденение с построением прогнозно-металлогенических карт, выделением и оконтуриванием разноранговых рудно-металлогенических таксонов (от металлогенических провинций до рудных районов) представляет собой комплексную научно-методическую основу для проектирования и производства ГРР различной степени детальности в этом регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агеева С.Т., Волчков А.Г., Левитан Г.М.* Медная и золотая минерализация в тектоно-магматической эволюции герцинид Востока Урала // Докл. АН СССР. 1986. Т. 287. № 1. С. 182–184.
2. *Березняковское* золото-порфировое месторождение (Южный Урал, Россия) / А.И.Грабежев, В.Н.Сазонов, В.В.Мурзин и др. // Геология рудных месторождений. 2000. Т. 42. № 1. С. 38–52.
3. *Гранитоидные* формации восточного склона Среднего и Южного Урала / Г.М.Левитан, Н.А.Ершова, М.С.Рапопорт и др. // Советская геология. 1979. № 12. С. 41–56.
4. *Злотник-Хоткевич А.Г., Черемисин А.А.* Полигенная золото-медная минерализация востока Урала // Отечественная геология. 1992. № 10. С. 17–25.
5. *Контарь Е.С., Либарова Л.Е.* Металлогения меди, цинка, свинца на Урале. – Екатеринбург: Уралгеолоком, 1997.
6. *Кривцов А.И.* Металлогения андезитоидных вулкано-плутонических поясов. Ч. II. – М.: ЦНИГРИ, 1999.
7. *Кучеревский П.Г., Минькин К.М., Реут И.Л.* Месторождения золото-кварц-сульфидных руд Южного Урала: критерии прогноза и поисков на примере Вознесенско-Присакмарской структурно-формационной зоны // Руды и металлы 2011. № 3–4. С. 110.
8. *Латерально-временные* ряды геологических и рудных формаций Западно-Магнитогорской мегазоны (с учетом данных высокочастотной сейсморазведки) / А.Г.Волчков, О.В.Минина, Ю.В.Никешин, С.А.Костюченко // Руды и металлы. № 3–4. 2011. С. 35–36.
9. *Медно-порфировый* Новониколаевский рудный узел / Е.А.Белгородский, С.А.Черкашов, А.И.Грабежев, Б.М.Шаргородский. – Свердловск: ИГГУроАНСССР, 1991.
10. *Мигачев И.Ф.* Положение андезитоидных вулкано-плутонических поясов в латерально-геоструктурных рядах // Отечественная геология. 2014. № 6. С. 3–12.
11. *Мигачев 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.
12. *Потенциально-промышленная* Алапаевско-Сухоложская медно-порфировая зона (Средний Урал) / А.И.Грабежев, А.В.Коровко и др. // Литосфера. 2015. № 3. С. 79–92.
13. *Салихов Д.Н., Мосейчук В.М., Холоднов В.В.* Каменноугольный вулкано-интрузивный магматизм Магнитогорско-Богдановского грабена в свете новых геолого-геохимических данных // Литосфера. 2014. № 5. С. 33–56.
14. *Эйнауди М.Т., Мейнерт Л.Д., Ньюбери Дж.* Скарновые месторождения // Генезис рудных месторождений. Т. 1. – М.: Мир, 1984.