

## Рудные районы с медно-порфировым оруденением – перспективная минерально-сырьевая база меди Южного Урала

А.В.АНДРЕЕВ, М.М.ГИРФАНОВ, Д.А.КУЛИКОВ, И.Ф.МИГАЧЁВ, О.В.МИНИНА, О.В.АВИЛОВА, А.А.КРАСНОСЕЛЬСКИХ, И.А.СТАРОСТИН, А.А.ЧЕРЕМИСИН (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 разработанной в ЦНИГРИ методики прогноза медно-порфировых месторождений в рамках впервые проведённого специализированного прогнозно-металлогенического районирования территории Южного Урала на медно-порфировое оруденение в пределах медно-порфировых металлогенических зон известные и прогнозируемые медно-порфировые рудные районы оконтурены как площади распространения массивов плутонитов продуктивной формации в выступах и относительно поднятых блоках фундамента среднедевонско-раннекаменноугольных вулкано-плутонических поясов с учётом положения известных месторождений, рудопроявлений и пунктов минерализации медно-порфирового и сопряжённых с ним рудноформационных типов. В пределах рудных районов выделены потенциальные рудные поля, эквивалентные медно-порфировым рудно-магматическим системам и отмеченные ареалами развития рудоносных порфировых интрузивов, проявлений и точек минерализации меди и сопутствующих металлов, а также геохимическими аномалиями Cu, Mo и элементов-спутников (Zn, Pb, Ag, Au), аномалий вызванной поляризации и магнитного поля. На наиболее изученных площадях оконтурены поисковые участки, предположительно фиксирующие внутренние рудоносные зоны медно-порфировых рудно-магматических систем. Рудные районы и рудные поля ранжированы по степени перспективности на возможность обнаружения медно-порфировых месторождений.

*Ключевые слова:* медно-порфировые рудные районы и рудные поля, рудоносные плутоногенные формации, поисковые признаки медно-порфирового оруденения.

Андреев Антон Вадимович  
Гирфанов Михаил Миргалимович  
Куликов Данила Алексеевич  
Мигачёв Игорь Фёдорович  
Минина Ольга Васильевна  
Авилова Ольга Владимировна  
Красносельских Андрей Андреевич  
Старостин Иван Александрович  
Черемисин Алексей Аркадьевич



aandreev@tsnigri.ru  
girfanov@tsnigri.ru  
kulikov@tsnigri.ru  
mifigor@yandex.ru  
metalogeny@yandex.ru  
avilova@tsnigri.ru  
kranoselskih@tsnigri.ru  
starostin@tsnigri.ru  
soteo@yandex.ru

## Ore Districts with Porphyry Copper Mineralization – Prospective Mineral Base in the Southern Urals

A.V.ANDREEV, M.M.GIRFANOV, D.A.KULIKOV, I.F.MIGACHEV, O.V.MININA, O.V.AVILOVA, A.A.KRASNOSELSKIH, I.A.STAROSTIN, A.A.CHEREMISIN (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

Porphyry copper ore districts, as well as ore fields and prospecting sites, both previously known and newly forecasted, were outlined within the distinguished porphyry copper metallogenic zones as part of the first implemented program of specialized metallogenic zoning of the whole Southern Urals territory for porphyry copper type mineralization. This metallogenic zoning was based on a forecasting methodology developed in TsNIGRI. The porphyry copper ore districts are outlined as distribution areas of intrusive massifs of the productive plutonic association confined to the uplifted blocks of the mid-Devonian–early Carboniferous volcanic-plutonic belts basement. Such zoning also takes into account the location of known ore deposits, prospects and manifestations associated with porphyry copper and its related ore formational types. Potential ore fields distinguished within the ore districts correspond to porphyry copper ore-magmatic systems and are marked by clusters of ore-bearing porphyry intrusions; groups of mineral occurrences and manifestations of copper and related metals; geochemical anomalies of Cu, Mo, and their accompanying elements (Zn, Pb, Ag, Au); and geophysical IP and magnetic anomalies. Prospecting sites were only

delineated for well studied areas. These prospecting sites presumably correspond to ore-bearing inner zones of the porphyry copper ore-magmatic systems. The ore districts and ore fields are ranked according to their potential for porphyry copper deposits discovery.

*Key words:* porphyry copper ore districts and fields, ore-bearing plutonic associations, porphyry copper ore mineralization indicators.

В 2014–2017 гг. ФГУП ЦНИГРИ выполнен комплекс прогнозно-металлогенических и поисково-ревизионных работ по оценке перспектив выявления месторождений медно-порфиrowого типа на Южном Урале. Возможность обнаружения там подобных месторождений обсуждалась в работах Б.Д.Магадеева (1970, 1975), И.Б.Федоровой (1971), В.И.Воробьева (1971), И.Г.Павловой (1978), С.Т.Агеевой, А.Г.Волчкова, О.В.Мининой (1982, 1984), Л.Н.Ромашовой (1984), А.И.Грабежева и Е.А.Белгородского (1986, 1991, 1992), Е.С.Кондаря (1997, 2013), А.И.Кривцова (1999), А.И.Грабежева (2011, 2012) и др. К настоящему времени в регионе выявлено, разведано и подготовлено к эксплуатации два месторождения этого типа – Михеевское и Томинское с запасами промышленных категорий около 1,5 и 2 млн. т меди, соответственно, при среднем содержании меди около 0,45%, молибдена – 0,004–0,005%, золота – 0,08–0,18 г/т. На базе Михеевского месторождения в 2010 г. ОАО «Русская медная компания» создан горно-обогатительный комбинат, где начались добыча руды карьером и производство медного концентрата на обогатительной фабрике. На Томинском месторождении проводятся горно-подготовительные работы, на проявлениях Биргильдинское, Западное и Тарутинское – оценка их как потенциальных месторождений. Вместе с тем большинство медно-порфиrowых проявлений, выявленных и в разной степени изученных в 1960–1980-х годах, ещё не получило современной геологической и геолого-экономической оценки.

В результате проведённого в ЦНИГРИ специализированного прогнозно-металлогенического районирования территории Южного Урала на медно-порфиrowое оруденение построены прогнозно-металлогенические карты с выделением и оконтуриванием рудно-металлогенических таксонов разного ранга – от металлогенических провинций до рудных полей. Медно-порфиrowые металлогенические провинции (Тагильско-Магнитогорская и Восточно-Уральская), основу которых составляют палеозойские вулканоплутонические пояса (ВПП), а также оконтуренные в их пределах медно-порфиrowые металлогенические зоны (МЗ) как ареалы развития продуктивных вулканоплутонических ассоциаций и формаций рассмотрены в статье О.В.Мининой и И.Ф.Мигачёва в настоящем сборнике. Специализированное средне- и крупномасштабное (1:200 000–1:50 000) металлогеническое районирование с использованием комплектов карт ГГК-200 (новая серия), данных поисковых, оценочных и разведочных работ на площа-

дях с прогнозируемым и известным медно-порфиrowым оруденением позволило выделить и оконтурить в МЗ потенциальные медно-порфиrowые рудные районы (РР), рудные поля, а в отдельных случаях – поисковые участки (О.В.Минина, И.Ф.Мигачёв, 2018, рис. 4).

На основе базовых методических разработок ЦНИГРИ [7,8] медно-порфиrowые рудные районы (известные и прогнозируемые) оконтурены как площади распространения массивов плутонов продуктивной формации в выступах и относительно поднятых блоках фундамента ВПП, наиболее благоприятных для становления медно-порфиrowых рудно-магматических систем (РМС). Границами РР служат блокоразделяющие разломы субмеридионального (уральского) и поперечного направлений; их площади варьируют от 170 до 650 км<sup>2</sup>, что отвечает типовым параметрическим характеристикам [12]. При оконтуривании РР учитывалось положение известных месторождений, рудопроявлений и пунктов минерализации медно-порфиrowого и сопряжённых с ним рудноформационных типов, таких как медно-железо-скарновый, золото-сульфидно-кварцевый и другие [5]. Принималось во внимание наличие геохимических аномальных зон – литохимических ореолов Cu и элементов-спутников, геофизических аномалий и других признаков. Во всех вариантах детальных прогнозных построений в качестве поисковых критериев и признаков использованы элементы строения медно-порфиrowых РМС. Потенциальные рудные поля, эквивалентные таким системам [9], выделялись как ареалы развития рудоносных порфиrowых интрузивов, завершающих становление продуктивных плутоногенных формаций, с учётом распределения по площади проявлений и точек минерализации меди и сопутствующих металлов, а также геохимических аномалий Cu, Mo и элементов-спутников (Zn, Pb, Ag, Au), аномалий вызванной поляризации (ВП) и магнитного поля. На наиболее изученных площадях оконтурены поисковые участки, предположительно фиксирующие внутренние рудоносные зоны медно-порфиrowых РМС.

**В Тагильско-Магнитогорской металлогенической провинции** потенциальные медно-порфиrowые рудные районы (ПРР) выделены в Северо-Ирендыкской, Верхнеуральской и Домбаровско-Ащевутакской МЗ.

В *Северо-Ирендыкской МЗ* они оконтурены по границам ареалов распространения интрузивов рудоносного салаватского комплекса габбро-диорит-плагиогранитовой формации D<sub>2</sub>, прорывающих как вулканы комагматичной базальт-андезитобазальтовой формации

Ирендыкского ВПП, так и породы его основания – пара- и ортосланцы ордовика и силура, базальтоиды, габбриды, ультрабазиты и серпентиниты. Районы характеризуются сложной блоковой внутренней структурой за счёт развития систем диагональных разрывных нарушений северо-восточной и северо-западной ориентировки и субмеридиональных тектонических швов глубокого заложения (зона Главного Уральского разлома и др.). В Северо-Ирендыкской МЗ с севера на юг оконтурено четыре ПРР: Круглогорский, Вознесенский, Узункулевский, Салаватский. Наиболее перспективными на промышленное медно-порфировое рудообразование являются Салаватский и Вознесенский районы.

Основным объектом *Салаватского ПРР* площадью 170 км<sup>2</sup> является одноимённое медно-порфировое рудопроявление – потенциальное месторождение, тяготеющее к западной фланговой зоне Ирендыкского ВПП. Окружающее его потенциальное рудное поле (ПРП) отвечает ареалу развития нескольких тел диорит-порфиритов салаватского комплекса, прорывающих базальт-андезиобазальтовые вулканы пояса и сливающихся на глубине в единый массив размером 2×1 км. По данным работ [6, 10], крутопадающая минерализованная зона, сложенная вкрапленными халькопирит-пиритовыми рудами в пропилитах и серицит-хлорит-кварц-альбитовых метасоматитах, конформна рудоносному интрузиву и локализована в его центральной части. Среднее содержание меди, в зависимости от бортового, составляет 0,4–1%, молибдена – 0,0008–0,001%, золота – до 0,2 г/т. По материалам предшествующих геологоразведочных работ (ГРР) в ФГУП ЦНИГРИ были переоценены и апробированы прогнозные ресурсы меди кат. P<sub>1</sub> Салаватского месторождения, составившие 990 тыс. т меди при C<sub>ср</sub> 0,48%. Данное месторождение было рекомендовано к лицензированию. Геолого-экономическая оценка этого объекта по укрупнённым показателям свидетельствует об экономической целесообразности его разработки.

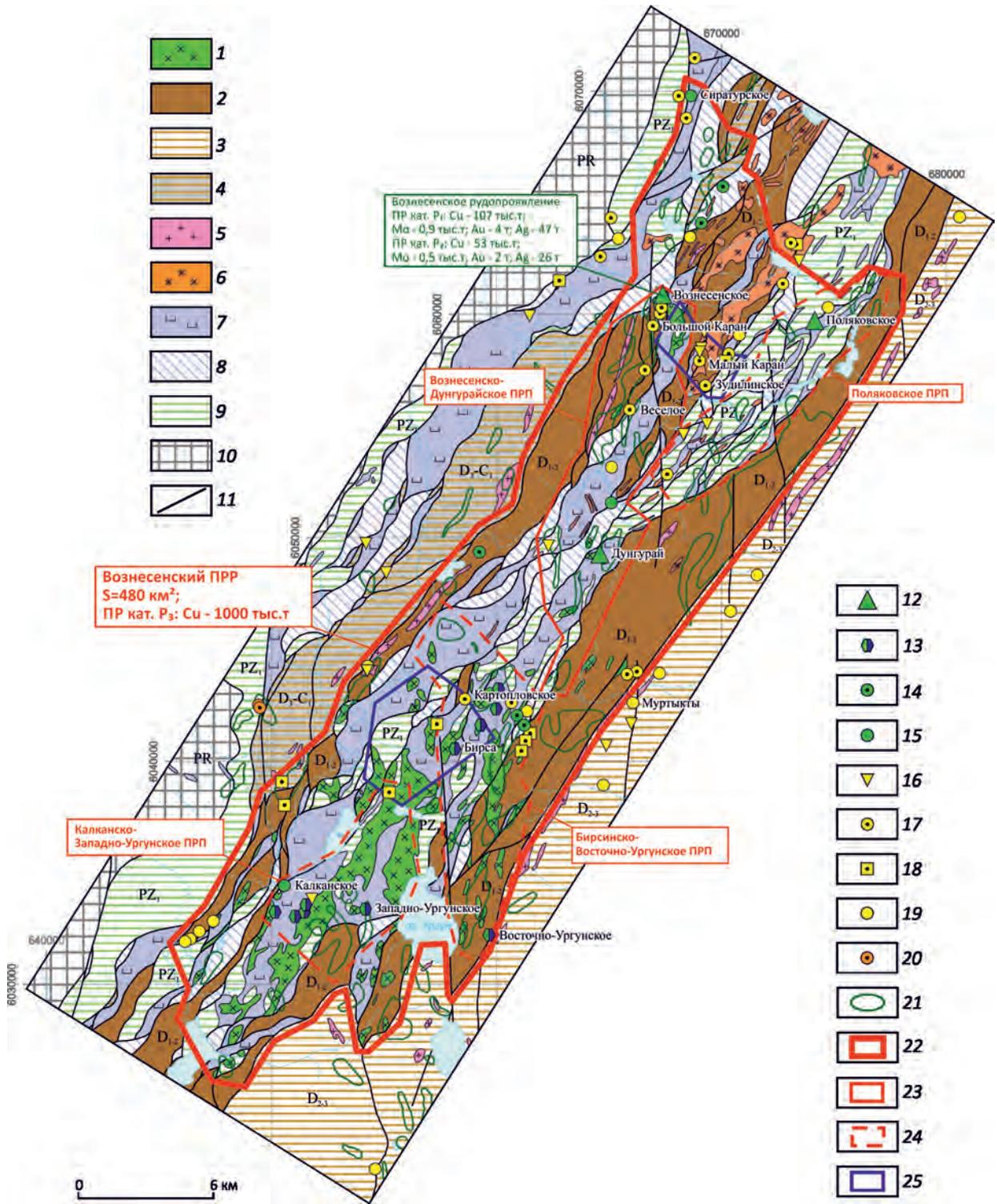
За пределами Салаватского ПРП известно несколько слабо изученных мелких проявлений медной минерализации (Искаковское, Бурунгуловское, Сейткуловское, Абдулгазинское), приуроченных к дайкам диоритов, плагиогранитов, фельзитов, в ряде случаев с небольшими метасоматическими ореолами, характерными для медно-порфировых объектов. Слабая проявленность поисковых признаков медно-порфирового рудообразования за пределами ПРП не позволяет достоверно оценить ресурсный потенциал Салаватского ПРР в целом.

*Вознесенский ПРР* площадью 480 км<sup>2</sup> выделяется на западном фланге Северо-Ирендыкской МЗ, представляющей собой крупный выступ фундамента в западной перивулканической зоне Ирендыкского ВПП (рис. 1). Основным структурным элементом этого района является магматогенное поднятие, сложенное породами силурийского известково-кремнисто-диабазового комплекса с телами пироксенитов и серпентинитов,

трассирующими вместе с вулканиками зону Главного Уральского разлома. Поднятие характеризуется длительным унаследованным развитием и вмещает интрузивы продуктивной габбро-диорит-плагиогранитовой (салаватский комплекс) (D<sub>2</sub>) и габбро-гранодиорит-сиенитовой (C<sub>1-2</sub>) формаций.

В пределах этого района известно Вознесенское медно-порфировое рудопроявление, на котором неоднократно проводились ГРР, и многочисленные, слабо изученные проявления меди, золота, полиметаллов; широко проявлены вторичные ореолы рассеяния Cu и Mo. Вознесенское рудопроявление, изучавшееся в разные годы В.Б.Шишаковым [14] и А.И.Грабежеевым [3] с соавторами, приурочено к восточному флангу одноимённого диорит-плагиогранитового массива рудоносного салаватского комплекса. Прожилково-вкрапленная халькопирит-пиритовая (с борнитом и молибденитом) минерализация в метасоматитах альбит-хлорит-серицит-кварцевого состава образует рудную зону (600 × 150–200 м по бортовому содержанию меди 0,2%) близ меридионального простирания, конформную телу и дайкам плагиогранитов и протягивающуюся вдоль них. До начала XIX в. на рудопроявлении проводилась добыча окисленных руд до глубины 30 м. В 1950-х и 1980-х годах оно было опробовано и предварительно оценено бурением до глубины более 200 м. По результатам выполненной в ФГУП ЦНИГРИ переоценки Вознесенского рудопроявления апробированы следующие прогнозные ресурсы (ПР) категорий: P<sub>1</sub> – меди 107 тыс. т (ср. сод. 0,46%), золота 4 т (0,17 г/т), серебра 47 т (2 г/т), молибдена 0,9 тыс. т (0,004%); P<sub>2</sub> – меди 53 тыс. т (ср. сод. 0,41%), золота 2 т (0,17 г/т), серебра 26 т (2 г/т), молибдена 0,5 тыс. т (0,004%). Геолого-экономическая оценка по укрупнённым показателям может свидетельствовать о рентабельности его освоения открытым способом. Расположение в сфере влияния Учалинского горно-обогатительного комбината позволяет рассматривать этот объект как дополнение к перерабатываемым комбинатом медно-цинково-колчеданным рудам.

По совокупности поисковых признаков на площади Вознесенского ПРР выделены четыре потенциально рудных поля: Вознесенско-Дунграйское (с Вознесенским и Дунграйским медно-порфировыми и Весёлым полисульфидным рудопроявлениями), Поляковское (с Поляковским медно-порфировым и Таракановским полисульфидным проявлениями), Бирсинско-Восточно-Ургунское (с Баталинским и Восточно-Ургунским скарновыми, Картаполовским и Красная жила полисульфидными проявлениями), Калканско-Западно-Ургунское (с Западно-Ургунским и Южно-Калкановским скарновыми проявлениями). Все они содержат комплексные геохимические ореолы с содержанием меди более 10×10<sup>-3</sup>%. Незначительные размеры тел продуктивного салаватского комплекса, а также сочетание проявлений медно-порфирового и золото-полисульфидно-кварцевого типов указывают на небольшой уровень



эрозионного среза ПРР. Наличие проявлений, собственных медно-порфировым рудно-магматическим системам, позволяет прогнозировать и оценивать ПР меди Вознесенского ПРР по кат. P<sub>3</sub> в количестве 1000 тыс. т при прогнозируемом содержании 0,44%. Таким образом, в пределах Вознесенского ПРР можно прогнозировать выявление одного-двух объектов, сопос-

тавимых по параметрам с потенциальными медно-порфировыми месторождениями других районов Южного Урала. Вознесенский ПРР является наиболее перспективным на выявление месторождений медно-порфирового типа в Тагильско-Магнитогорской провинции.

**Узункулевский ПРР** площадью 640 км<sup>2</sup> менее изучен в отношении медно-порфирового оруденения,

Рис. 1. Вознесенский прогнозируемый медно-порфировый рудный район:

1–2 – рудоносная вулcano-плутоническая ассоциация (ВПА) Ирендыкского ВПП: 1 – габбро-диорит-плаггиогранитовая формация (салаватский комплекс,  $D_2$ ), продуктивная на медно-порфировое и золотое оруденение, 2 – базальт-андезибазальтовая формация (ирендыкская свита,  $D_{1-2}$ ), рудовмещающая для медно-порфирового и золотого оруденения; 3–6 – образования, перекрывающие и прорывающие рудоносную ВПА: 3 – вулканы колчеданосной базальт-риолитовой ( $D_{2-3}$ ) и базальт-андезибазальтовой ( $D_3$ ) формаций (нерасчленённые), рудовмещающие для более позднего медно-цинково-колчеданного и золотого оруденения, 4 – отложения граувакковой формации (злаирская свита,  $D_3-C_1$ ) в наложенных прогибах, 5 – худолазовский габбро-плаггиогранитовый комплекс ( $C_1$ ), 6 – балбукский монцодиорит-сиенит-лейкогранитовый комплекс ( $C_{1-2}$ ), продуктивный на золотое оруденение; 7–10 – комплексы субстрата и рамы Ирендыкского ВПП: 7–8 – габбро-ультрамафитовый ( $O_{1-2}$ ): 7 – габброиды и ультрамафиты, 8 – серпентинитовый меланж с фрагментами  $PZ_1$  толщ, 9 – ордовикско-силурийские вулканогенно-терригенно-сланцевые, нерасчленённые, 10 – докембрийские метаморфические; 11 – дизъюнктивные тектонические нарушения; 12–21 – поисковые признаки медно-порфирового оруденения: 12–20 – проявления минерализации, свойственной медно-порфировым рудно-магматическим системам (РМС): 12 – медно-порфирового типа, 13–20 – сопутствующих типов: 13 – медно-железо-скарновое, 14 – медно-золото-сульфидно-кварцевое, 15 – медного неясной рудно-формационной принадлежности, 16 – золото-сульфидное, 17 – золото-сульфидно-кварцевое, 18 – золото-кварцевое жильного, 19 – золота неясной рудно-формационной принадлежности, 20 – золото-серебро-сульфидно-кварцевое жильного; 21 – комплексные геохимические ореолы с содержанием меди более  $10 \cdot 10^{-3} \%$ ; 22–24 – медно-порфировые металлогенетические таксоны: 22 – Вознесенский прогнозируемый рудный район (ППР), 23–24 – потенциальные рудные поля (ППР): 23 – с высокими перспективами на выявление промышленного медно-порфирового оруденения: Вознесенско-Дунграйское ПРП (первой очереди), 24 – перспективные (второй очереди): Поляковское ПРП, Калканско-Западно-Ургунское ПРП, Бирсинско-Восточно-Ургунское ПРП; 25 – площади действующих лицензий (золото коренное и россыпное)

однако и здесь проведёнными геологоразведочными работами выявлен ряд проявлений этого типа, и по совокупности геолого-поисковых признаков выделены Ильгибановское, Кутуевское и Узункулевское ПРП с одноимёнными медно-порфировыми проявлениями, а также Казаккуловское и Аслаевское ПРП с медно-рудными проявлениями неясной рудноформационной принадлежности. С учётом степени проявленности поисковых признаков наиболее перспективными на выявление промышленного медно-порфирового оруденения являются Кутуевское, Узункулевское и северная часть Казаккуловского ПРП. Здесь предшествующими геолого-съёмочными и поисковыми работами закартированы интрузивы рудоносного салаватского комплекса, установлены сближенные ареалы комплексных  $Cu$ -содержащих литохимических аномалий, выявлены рудопроявления (Кутуевское и Узункулевское) и точки минерализации, предположительно относящиеся к медно-порфировому и сопряжённым с ним типам оруденения. Учитывая слабую изученность, для Узункулевского района оценены ПР меди кат.  $P_3$  – 800 тыс. т при прогнозируемом содержании 0,44%.

**Круглогорский ПРП** площадью 260 км<sup>2</sup> расположен в северном замыкании Северо-Ирендыкской МЗ. Здесь известно около сотни проявлений меди и золота, большинство из которых обрабатывалось с поверхности в XIX–начале XX вв. Значительная их часть ассоциирует с андезибазальт-диоритовой ВПА Ирендыкского пояса. Среди них – наиболее значительное в районе золото-железо-скарновое Круглогорское месторождение (запасы золота 39 т), меднорудное Медногорское проявление, а также многочисленные мелкие золото-рудные месторождения и проявления (Колющинское, Кошеевское, Васянинское), сопряжённые с небольшими интрузивами и полями даек продуктивного

салаватского комплекса. Переоценённые прогнозные ресурсы Медногорского проявления по кат.  $P_1$  составили  $Cu$  18,3 тыс. т и  $Au$  3,6 т. Геолого-экономическая оценка этого объекта по укрупнённым показателям определила его нулевую рентабельность для отработки, однако несколько сближенных объектов такого типа и масштаба могут представлять экономический интерес.

Ассоциация большинства известных в Круглогорском ПРП золотых и медных проявлений с интрузивами продуктивного на медно-порфировое оруденение салаватского комплекса позволяет предполагать их принадлежность верхним или фланговым частям медно-порфировых РМС [5]. С учётом этого Круглогорский район отнесён к ПРП с неясной перспективностью, в котором оценка возможности выявления промышленных медно-порфировых объектов требует его целенаправленного доизучения.

Медно-порфировый **Верхнеуральский ПРП** площадью 183 км<sup>2</sup> выделяется на северном фланге *Верхнеуральской МЗ*, в относительно поднятом блоке фундамента, вмещающем массивы плутонитов одноимённого ВПП. Основным объектом является Верхнеуральское медно-порфировое рудопоявление с авторскими прогнозными ресурсами меди 220 тыс. т, изучавшееся в разные годы А.Т.Гаевым, О.В.Мининой, Д.Н.Салиховым, В.М.Мосейчуком и др. Медно-порфировое оруденение локализовано в Верхнеуральском массиве одноимённого рудоносного комплекса габбродиорит-монцит-сиенитовой формации ( $D_3$ ), прорывающем коагматичные вулканы андезибазальтовой формации и колчеданосные толщи фундамента пояса ( $D_2$ ). Прожилково-вкрапленная молибденово-медная минерализация приурочена к телам порфировидных кварцевых монцодиоритов второй фазы верхнеуральского комплекса, которые участками превращены в

калишпат-карбонат-кварц-серицитовые метасоматиты со штокверком карбонат-кварц-сульфидных прожилков. Под зоной окисления и вторичного сульфидного обогащения с глубины 94 м скважинами вскрыты первичные молибденит-халькопирит-пиритовые руды с содержанием Cu не более 1%, Mo – 0,005%. В породах рамы интрузива локализованы сопряжённое золото-кварцевое и золото-полисульфидное оруденение (Верхнеуральское месторождение) и комплексные литохимические ореолы Ag, Au, Cu, фиксирующие внешнюю зону медно-порфировой РМС. В обрамлении Северокасельского интрузива также размещены золоторудные поля с ореолами Mo и Cu.

Несмотря на небольшой объём медно-порфировой минерализации и низкое содержание меди, присутствие на площади неизученных тел рудоносной второй фазы кварцевых монцодиоритов верхнеуральского комплекса и золото-полисульфидно-кварцевых проявлений, характерных для периферии медно-порфиновых РМС, Верхнеуральский ПРП отнесён к числу площадей с неясной перспективностью в отношении медно-порфинового оруденения, требующих более детального специализированного доизучения.

В *Домбаровско-Ащевбутакской МЗ*, охватывающей крупный выступ фундамента на южных флангах Гумбейского  $D_{2-3}$  и Центрально-Магнитогорского  $C_1$  ВПП, выделены медно-порфиновые *Кусемский* (250 км<sup>2</sup>) и *Ансукпайский* (415 км<sup>2</sup>) ПРП. Медно-порфиновые рудопроявления Кусемское, Ансукпайское, Северо-Карасусское, Мусогатское, Джаилганское, Малдыгулайское и др. приурочены к массивам краснинского ( $D_3$ ) и куйбасовского ( $C_1$ ) габбро-диорит-гранитовых комплексов, включающих разности пород монцитонитоидного ряда. Основным элементом строения наиболее изученного Кусемского ПРП является Шиликтинский интрузив куйбасовского комплекса, составляющий основу комплексной РМС. С его северным выходом сопряжено Кусемское молибден-медно-порфиговое проявление, представленное брекчиевидными кварцитами с вкрапленностью, мелкими гнездами и прожилками пирита, халькопирита и молибденита с максимальным содержанием Mo 0,126%, Au 0,1 г/т, Ag 0,2–5 г/т. В юго-западной и южной экзоконтактных зонах Шиликтинского интрузива известно несколько медно-порфиновых проявлений (Северо-Кусемское, Шиликтинское, Ириктинское, Суундукская балка) в вулканитах Гумбейского ВПП, а в северо-восточной приконтактной зоне развиты эпидот-гранат-пироксен-магнетитовые скарны с Cu и Mo. В западном экзоконтакте массива локализованы также мелкие золото-кварцевые месторождения (Кусемское, Шиликтинское) и рудопроявления, выработанные в основном до уровня грунтовых вод и не дающие информации о более глубоких горизонтах РМС.

Медно-порфиновые рудопроявления обоих ПРП крайне слабо изучены, промышленно значимых содержаний меди не выявлено. Вместе с тем присутствие

многочисленных проявлений минерализации, свойственной разным частям медно-порфиновых РМС, указывает на возможные перспективы обнаружения здесь промышленного медно-порфинового оруденения. Тем не менее объёмы проведённых ранее металлотрических исследований и бурения недостаточны для однозначной оценки этих перспектив. С учётом всех данных Кусемский и Ансукпайский ПРП отнесены авторами к числу медно-порфиновых районов с неясными перспективами, требующих специализированного доизучения.

**В Восточно-Уральской металлогенической провинции** известные и потенциальные медно-порфиновые рудные районы оконтурены в металлогенических зонах Увельско-Еленовского (Тахталимский, Биргильдинско-Томинский, Зеленодольский, Кособродский и Еленовский), Катенинского (Тарутинский и Новониколаевский) и Алтынайского ВПП.

В наиболее перспективной *Увельской МЗ* Увельско-Еленовского пояса в качестве продуктивного на медно-порфиговое оруденение выступает биргильдинско-томинский диоритовый комплекс ( $D_3-C_1$ ), представляющий плутониты ранней березняковской ВПА. Диориты и кварцевые диориты слагают мелкие штоки и дайки среди ранне-среднепалеозойских островодужных базальтоидных комплексов фундамента пояса либо коагматичных андезитовидных вулканогенных толщ. Ареалы распространения интрузивов рудоносного комплекса являются основой для оконтуривания известных (Биргильдинско-Томинского) и прогнозируемых (Зеленодольского и Кособродского) медно-порфиновых рудных районов.

**Биргильдинско-Томинский рудный район (РР)** площадью 525 км<sup>2</sup> расположен в 20–30 км юго-западнее г. Челябинск. Его контуры определяет ареал развития вулканитов и плутонитов рудоносной березняковской ВПА ( $D_3-C_1$ ). В южной части РР выделено Томинско-Березняковское рудное поле, где в интрузивах диоритов-кварцевых диоритов биргильдинско-томинского комплекса локализовано золото-медно-порфиговое Томинское месторождение с общими запасами Cu 1731 тыс. т и Au около 23 т, его участок Калиновский (Cu 250 тыс. т) и мелкое Биргильдинское месторождение. На Томинском месторождении первичные руды сложены пиритом, халькопиритом, халькозином, молибденитом, присутствуют также руды окисленные и вторичного сульфидного обогащения. Средние содержания составляют: Cu 0,41–0,64%, Mo 0,001–0,003%, Au 0,1–0,2 г/т, серебра 0,75–1,0 г/т. В экстрозивно-субвулканическом массиве кварцевых диоритов-андезитов локализован золото-сульфидный штокверк эксплуатирующегося Березняковского золото-порфинового месторождения (золота около 105 т), который вместе с медно-порфиновыми рудами образует Томинско-Березняковскую РМС [4]. Все месторождения и более мелкие объекты этого ПРП находятся в распределённом фонде недр; площадь действующих лицензий составляет 100 км<sup>2</sup>.

На свободной от лицензий части Биргильдинско-Томинского РР (420 км<sup>2</sup>), относящейся к нераспределённому фонду недр, по совокупности геолого-поисковых признаков выделены Восточно-Томинское и Биксизакское ПРП, соответствующие локальным медно-порфировым РМС. В их пределах известны недостаточные изученные медно-порфировые (Мичуринское, Тугундинский рудник), медно-золото-полисульфидно-кварцевые, медно-железо-скарновые, медно-полиметаллические (Биксизакское), золото-сульфидно-кварцевые (Южно-Челябинское) и свинцово-цинковые (Восточное) проявления, некоторые из которых могут принадлежать фланговым или надрудным частями медно-порфировых объектов, что позволяет прогнозировать и оценивать ПР по категории Р<sub>3</sub>. Для Биргильдинско-Томинского РР (за пределами лицензионных площадей) оценённые ПР меди кат. Р<sub>3</sub> составили 600 тыс. т при прогнозируемом содержании меди 0,42%. Таким образом, в этой части рудного района можно рассчитывать на выявление двух небольших медно-порфировых объектов около 300 тыс. т меди каждый, сопоставимых по параметрам с Биргильдинским месторождением.

**Зеленодольский ПРП** площадью 415 км<sup>2</sup> выделен в средней части Увельской МЗ, где охватывает одноимённый ареал развития интрузивов рудоносного биргильдинско-томинского комплекса (рис. 2). Здесь выявлено Зеленодольское медно-порфировое рудопроявление, известно большое количество слабо изученных проявлений меди, золота, полиметаллов, широко проявлены вторичные ореолы рассеяния Cu и Mo. По совокупности геолого-поисковых признаков на площади Зеленодольского ПРП выделены Зеленодольское, Кичигинское, Кабанское и Поляновское ПРП.

Основным объектом Зеленодольского ПРП является одноимённое медно-порфировое рудопроявление с завершённой стадией оценочных работ. Кроме того, на этой площади выявлено несколько проявлений и пунктов минерализации меди и золота (в т.ч. порфирового типа). Зеленодольское рудопроявление площадью 4 км<sup>2</sup>, располагающееся в центральной части рудного поля, представлено штокверками прожилково-вкрапленных медных руд в эндо- и экзоконтактных частях двух сближенных выступов массива кварцевых диорит-порфиров биргильдинско-томинского комплекса. Раму рудоносного интрузива составляют породы базальт-андезитовой толщи (D<sub>3</sub>), которые вместе с ним на западном фланге рудного поля подверглись метаморфическому воздействию Коелгинского массива плагиогранитов (C<sub>1</sub>). Субмеридиональная минерализованная зона протяжённостью 2800 м охватывает оба интрузивных выступа и провис пород кровли между ними длиной 500–750 м.

Оценка ПР категории Р<sub>1</sub> Зеленодольского рудопроявления дала следующие результаты: руды 140 млн. т, Cu 595 тыс. т (ср. сод. 0,42%); попутных компонентов – Mo 7 тыс. т (ср. сод. 0,006%), Au 27 т (сод. 0,21 г/т), Ag 213 т (сод. 1,67 г/т). Объект рекомендован к лицензированию.

Имеется возможность увеличения ПР за счёт слабо изученных флангов рудоносной зоны. Укрупнённая геолого-экономическая оценка эффективности освоения ресурсов Зеленодольского рудопроявления с учётом современных экономических условий показала, что его эксплуатация открытым способом характеризуется положительными экономическими показателями и наиболее эффективна при бортовом содержании меди 0,2%.

Достаточно высокими перспективами на обнаружение промышленного медно-порфирового оруденения обладают и другие рудные поля: Кабанское ПРП с Северо-Летягинским медно-порфировым, Кабанским медно-полисульфидно-кварцевым и более мелкими медными и золото-сульфидно-кварцевыми проявлениями, а также Поляновское ПРП с Сосновским медно-молибден-порфировым, Константиновским молибден-порфировым рудопроявлениями, Северо-Поляновским и Чернореченским рудопроявлениями прожилково-вкрапленных медно-цинковых руд. С учётом этих данных проведена оценка ПР меди кат. Р<sub>3</sub> Зеленодольского ПРП, которые составили 1000 тыс. т при прогнозируемом содержании меди 0,42%. Таким образом, в Зеленодольском ПРП на площадях Кабанского и Поляновского ПРП можно рассчитывать на выявление по крайней мере двух медно-порфировых объектов, сопоставимых по параметрам с оценённым Зеленодольским рудопроявлением.

**Кособродский ПРП** площадью 650 км<sup>2</sup> околонтурен в южной части Увельской МЗ с учётом распространения интрузивов рудоносного биргильдинско-томинского комплекса в выступе фундамента в одноимённом ареале березняковской ВПА. С массивами этого комплекса сопряжены слабо изученные Урманское и Искровское медно-порфировые рудопроявления, на которых в разные годы проводились поисковые работы единичными скважинами. Другие проявления прожилково-вкрапленных (цинково)-золото-медных и медных руд (Осейское, Кособродское, Санаторское, Белоключевское и другие) требуют уточнения рудно-формационной принадлежности. Широко развиты литохимические аномалии Cu, Zn, Mo, а также золото-сульфидно-кварцевые жилы.

В Кособродском ПРП выделены и околонтурены шесть прогнозных площадей в ранге ПРП: Никольское, Западно-Кособродское, Каменское, Санаторское, Восточно-Каменское и Урманско-Искровское. Только в последнем известны проявления медно-порфирового типа: Искровское рудопроявление, представленное на поверхности бурными железняками, как и Урманское локализовано в андезибазальтах березняковской ВПА в экзоконтактах тел диоритов и плагиогранитов рудоносного комплекса. В Санаторском ПРП выявлены комплексные геохимические ореолы рассеяния Cu и Mo, в Восточно-Каменском ПРП известно молибден-порфировое рудопроявление Молибденитовое. Для этих и других ПРП Кособродского рудного района характерно присутствие золото-медно-полисульфидно-кварцевых проявлений неясного рудноформационного типа и

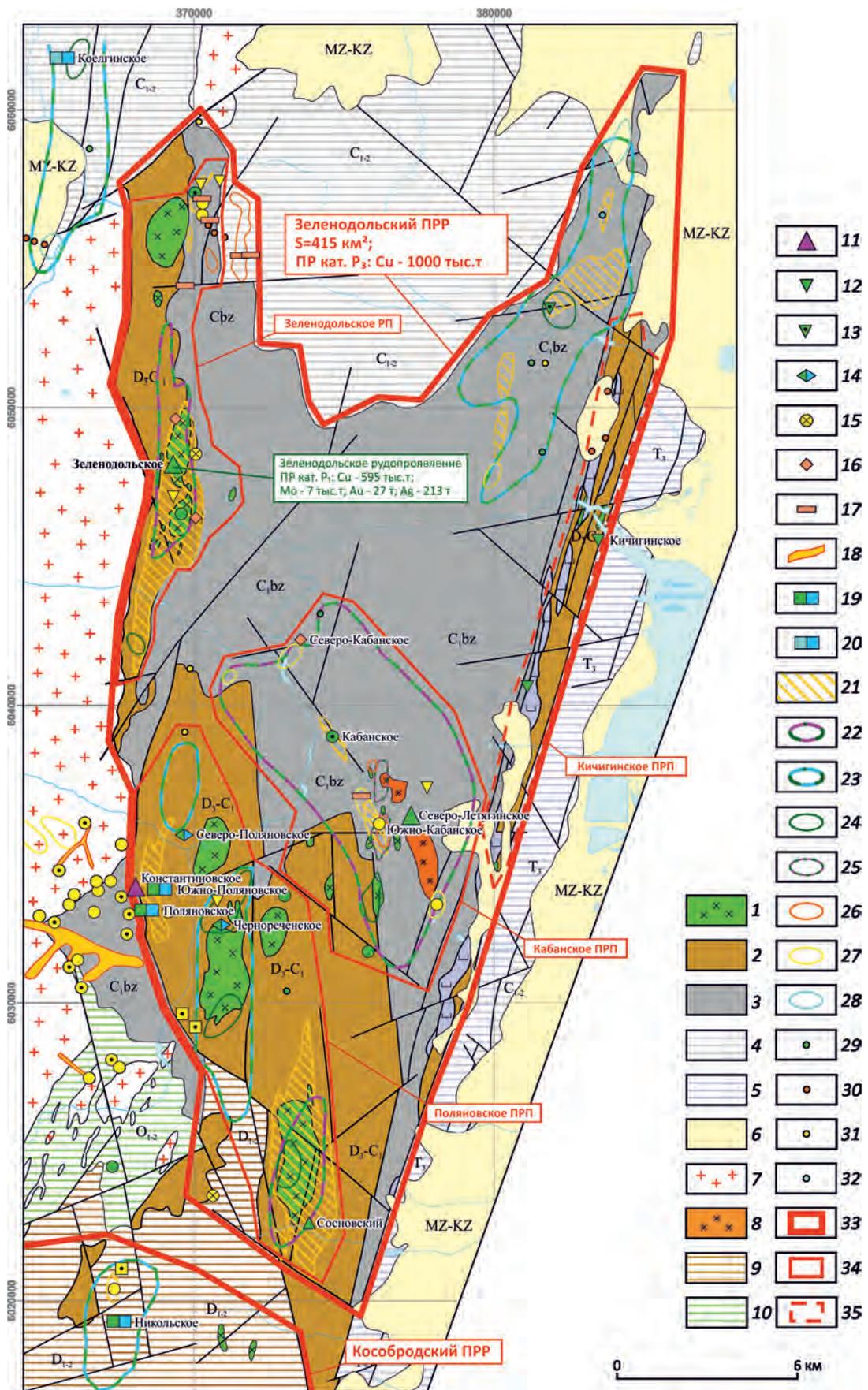


Рис. 2. Зеленодольский прогнозируемый медно-порфировый рудный район:

1–2 – формации рудоносной березняковской ВПА раннего этапа Увельско-Еленовского ВПП: 1 – диоритовая (биргильдинско-томинский комплекс,  $D_3-C_1$ ), продуктивная на медно-порфировое и золотое оруденение, 2 – базальт-андезитовая ( $D_3$ ) и андезитовая (березняковская толща,  $D_3-C_1$ ) формации нерасчленённые, рудовмещающие для медно-порфирового и золотого оруденения; 3–8 – образования, перекрывающие и прорывающие рудоносную ВПА: 3 – субщелочная базальт-андезит-дацитовая формация позднего этапа ВПП (березиновская толща,  $C_1$ ), 4 – терригенные и терригенно-карбонатные толщи ( $C_{1-2}$ ) нерасчленённые, 5 – триасовые терригенные толщи, 6 – мезозойско-кайнозойские рыхлые отложения повышенной мощности, 7 – пластовый тоналит-плаггиогранит-адамеллитовый комплекс ( $D_3-C_1$ ), продуктивный на золотое оруденение значительного масштаба, 8 – летьягинский монзонит-сиенитовый комплекс ( $C_{1-2}$ ), потенциально продуктивный на золотое оруденение; 9–10 – комплексы субстрата и рамы ВПП: 9 – базальтоидные вулканогенные и терригенно-вулканогенные толщи,  $D_{1-2}$ , в том числе колчеданосные, нерасчленённые – рудовмещающие для медно-порфирового и золотого оруденения, 10 – вулканогенно-терригенные толщи ордовика; 11–32 – поисковые признаки медно-порфирового оруденения: 11–18 – проявления минерализации, свойственной медно-порфировым РМС: 11 – (молибден)-медно-порфирового типа, 12–18 – сопутствующих типов: 12 – медно-кварц-карбонатного жильного, 13 – медно-серебро-кварц-баритового жильного, 14 – медно-цинкового прожилково-вкрапленного, 15 – золота вулканогенного, 16 – золото-лимонитового, 17 – золотоносных кор выветривания, 18 – россыпей золота, 19–20 – прочие рудопроявления: 19 – медно-цинково-колчеданные в вулканитах базальт-риолитовой формации ( $D_{1-2}$ ), 20 – стратиформные свинцово-цинковые в карбонатных толщах ( $C_{1-2}$ ), 21 – площадные ореолы метасоматических изменений хлорит-кварц-серицитового состава, 22–32 – геохимические ореолы и аномалии: 22–23 – комплексные геохимические ореолы ВОР, по материалам ГДП-200: 22 – медно-молибденовые, 23 – медно-цинковые, 24–28 – частные геохимические ореолы ВОР, по материалам работ масштаба 1:50 000 и детальнее: 24 – меди, 25 – меди и молибдена, 26 – золота, 27 – мышьяка, 28 – свинца, 29–32 – пункты с аномальным содержанием металлов в ВОР: 29 – меди, 30 – золота, 31 – мышьяка, 32 – свинца; 33–35 – медно-порфировые металлогенические таксоны: 33 – Зеленодольский прогнозируемый рудный район (ПРР), 34–35 – потенциальные рудные поля (ПРП): 34 – с известными медно-порфировыми рудопроявлениями (Зеленодольское ПРП) и с высокими перспективами на выявление промышленного медно-порфирового оруденения (первой очереди): Кабанское ПРП, Поляновское ПРП; 35 – перспективные (второй очереди): Кичигинское ПРП; см. услов. обозн. к рис. 1

золото-сульфидно-кварцевых жил, возможно, фиксирующих периферию медно-порфировых РМС. С учётом этого оценка ПР меди кат.  $P_3$  Кособродского ПРР составила 1000 тыс. т при прогнозируемом содержании 0,42%. Наибольшими перспективами обладают Санаторское и Восточно-Каменское ПРП, где возможно выявление медно-порфировых объектов, сопоставимых по параметрам с Зеленодольским рудопроявлением.

В *Тахталымско-Крайчиковской МЗ* на севере Увельско-Еленовского ВПП выделен *Тахталымский ПРР* площадью 270 км<sup>2</sup>, где в ареале развития мелких тел рудоносного биргильдинско-томинского комплекса известно Тахталымское медно-порфировое и Бараковское медное рудопроявления. Площадь района почти полностью перекрыта мезозойско-кайнозойскими отложениями мощностью 30–45 м, чем обусловлены весьма слабая геологическая изученность и отсутствие геохимических, геофизических и минералогических поисковых признаков. Для прогнозирования и поисков медно-порфировых объектов основным методом здесь является магнитометрия. В магнитных полях рудоносные интрузивы (магнетитовый тип) выделяются относительно повышенными значениями (1–5 нТл), а минерализованные зоны на их фоне – отрицательными аномалиями. При отсутствии других поисковых признаков для оконтуривания потенциальных рудных полей этих данных недостаточно. Единственное Тахталымское ПРП, включающее Тахталымское и Бараковское рудопроявления, оконтурено с учётом положения ореола метасоматических преобразований, выявленных предшествующим картировочным и поисковым бурением.

На Тахталымском медно-порфировом рудопроявлении, относительно хорошо изученном бурением в ходе поисково-оценочных работ 2010 г., минерализованная зона, состоящая из сливающихся по восстанию и падению крутопадающих линзовидных тел прожилково-вкрапленных руд с содержанием меди более 0,1%, контролируется эндоконтактовыми и надинтрузивной зонами штока плаггиогранит-профиров, прорывающего восточную часть Тахталымского диоритового интрузива биргильдинско-томинского комплекса и андезибазальтовые вулканиты  $D_2$  его рамы. Протяжённость крутопадающей минерализованной зоны около 2 км при мощности до 800 м. Рудовмещающие породы окварцованы, серицитизированы и хлоритизированы. На западном фланге рудопроявления на контакте диоритов с вмещающими вулканитами развита медно-магнетитовая минерализация в эпидот-гранатовых скарнах с содержанием меди от 0,24 до 2,06% и железа 18–35%. Переоценённые авторские ПР Тахталымского рудопроявления по кат.  $P_2$  составили 440 тыс. т меди при среднем содержании 0,27% и коэффициенте рудоносности 0,26. Проявление признакомерно нерентабельным для отработки по экономическим причинам. В то же время предполагается продолжение рудоносной зоны на юго-запад и в других направлениях. Близкой геологической позицией и набором метасоматических изменений характеризуется слабо изученное Бараковское рудопроявление, однако промышленных концентраций меди на нём не выявлено. С учётом приведённых данных Тахталымский медно-порфировый ПРР отнесён к числу площадей с неясными перспективами на промышленное медно-порфировое оруденение.

В Еленовско-Синешиханской МЗ на южном фланге Увельско-Еленовского ВПП выделен **Еленовский ПРР** площадью 220 км<sup>2</sup> (рис. 3). Он охватывает Еленовское магматогенное поднятие, сложенное вулканитами базальт-андезиобазальтовой формации (верхняя подтолща айдырлинской толщи, D<sub>2-3</sub>) и вмещающее полихронный Еленовский интрузив. Дайкообразные тела рудоносного еленовского габбро-диорит-плагиогранитового комплекса, по-видимому, принадлежащие березняковской ВПА, участвуют в строении интрузива и прорывают вулканиты его рамы, определяя положение отработанного мелкого Еленовского молибден-медно-порфинового месторождения и расположенных южнее медно-порфиновых проявлений Ушкотинское, Тритикольское, Участок № 3 и Восточная зона, изучавшихся в 1950-х и 1980-х гг., а также оставшихся незаверенными геохимических ореолов меди и молибдена.

В Еленовском ПРР выделены Еленовское и Ушкотинское потенциальные медно-порфиновые рудные поля. Еленовское ПРР включает одноимённое месторождение и два перспективных участка – Восточно- и Южно-Еленовский, выделенные по комплексным Си-Мо литохимическим аномалиям. Профилем поисковых скважин, пересекающим краевые части этих участков, на глубинах до 375 м вскрыта сульфидная минерализация с содержанием меди до 0,4%. В Ушкотинском ПРР выделяются Северо-Ушкотинский, Ушкотинский и Кызыл-Ашинский перспективные участки с зонами медно-сульфидной минерализации, выявленными в результате бурения профилей поисковых скважин глубиной до 200 м (Северо-Ушкотинский) и проходки поверхностных горных выработок (Ушкотинский, Кызыл-Аше). Содержание меди в маломощных интервалах и отдельных пробах в выработках составляет от 0,1 до 3,2%. С учётом приведённых данных ПР меди Еленовского ПРР (за вычетом участков сплошного распространения послерудных гранитоидов) по кат. P<sub>3</sub> составили 800 тыс. т при прогнозируемом содержании 0,44%.

В северной половине *Тарутинско-Новониколаевской медно-порфировой МЗ* Катенинского ВПП выделены Тарутинский и Новониколаевский рудные районы с установленным промышленным медно-порфиновым оруденением. В качестве продуктивного выступает михеевский комплекс габбро-диорит-плагиогранодиорит-адамеллитовой формации (C<sub>1</sub>), завершающий становление пояса и представленный штокообразными телами и дайками.

В *Новониколаевском ПР* площадью 450 км<sup>2</sup> основным структурным элементом является относительно поднятый поперечный сегмент крупной Новониколаевско-Михеевской грабен-синклинали, ограниченный продольными глубинными и поперечными внутри-блоковыми разломами (рис. 4). От остальной части грабен-синклинали он отличается менее полным разрезом вулканитов Катенинского ВПП и присутствием многочисленных дайкообразных тел плутоидов рудоносного михеевского комплекса, локализованных во внутренних и прибортовых частях грабен-синклинали, участвуя в строении интрузивно-купольных структур. При оконтуривании Новониколаевского ПР использованы поисковые критерии и признаки медно-порфинового оруденения: ареал развития массивов рудоносного михеевского комплекса; поля гидротермальных изменений пропилитовой и хлорит-кварц-серицитовой метасоматических формаций; месторождения и проявления прожилково-вкрапленной, штокверковой и жильно-прожилковой минерализации медно-порфинового, полисульфидного, железо-медно-скарнового типов, а также меди, молибдена, золота, полиметаллов; комплексные вторичные и первичные литохимические ореолы Cu, Mo и элементов-спутников (Pb, Zn, Ag, As); крупные аномальные поля ВП.

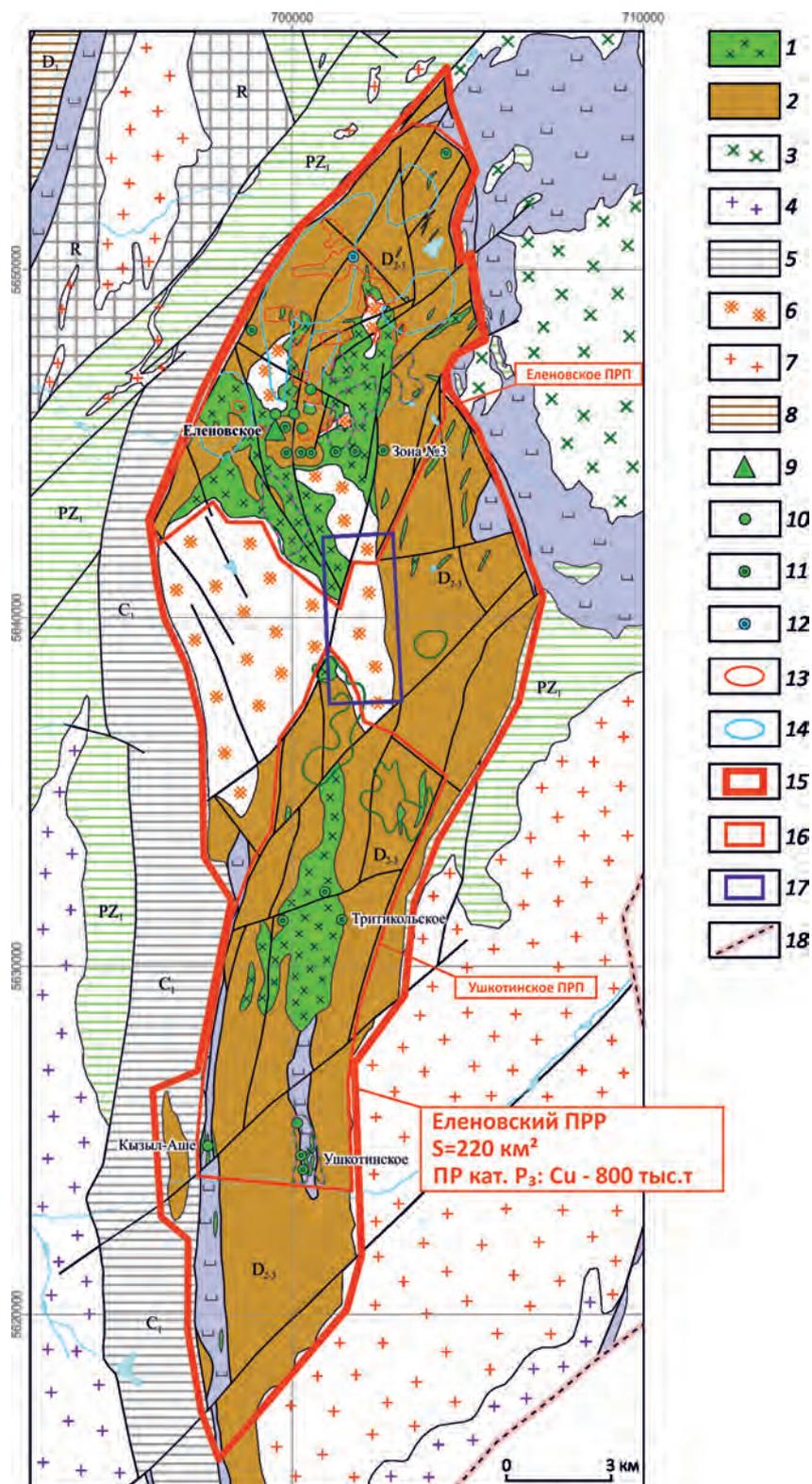
В центральной части рудного района расположено Михеевское рудное поле (105 км<sup>2</sup>), находящееся в расчленённом фонде недр. Ему принадлежат следующие объекты: обрабатываемое Михеевское медно-порфиговое месторождение с разведанными запасами меди кат.

**Рис. 3. Еленовский прогнозируемый медно-порфиновый рудный район:**

ВПА и формации раннего этапа Увельско-Еленовского ВПП: 1 – березняковская рудоносная ВПА (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>) – габбро-диорит-плагиогранитовая формация (еленовский комплекс, C<sub>1</sub>), продуктивная на медно-порфиговое оруденение; 2–4 – джабыгасайская потенциально рудоносная ВПА (D<sub>2-3</sub>): 2 – базальт-андезиобазальтовая (верхняя подтолща айдырлинской толщи, D<sub>2-3</sub>), рудовмещающая для медно-порфинового оруденения, 3 – диорит-плагиогранитовая (джабыгасайский комплекс, D<sub>2-3</sub>), потенциально продуктивная на золотое и медно-порфиговое оруденение, 4 – гранодиорит-гранитовая (средне-ушкотинский комплекс, D<sub>3</sub>); 5–6 – образования, перекрывающие и прорывающие рудоносную ВПА: 5 – вулканогенно-терригенные и терригенно-карбонатные нерасчленённые (C<sub>1</sub>), 6 – урусиксенский монцодиоритовый комплекс (C<sub>1</sub>); 7 – джабыкско-санарский лейкогранитовый комплекс (P<sub>1</sub>); 8 – субстрат и рама ВПП – базальтовая формация (нижняя подсвета киембаевской свиты, D<sub>1</sub>); 9–14 – поисковые признаки медно-порфинового оруденения: 9 – Еленовское молибден-медно-порфиговое месторождение (отработано), 10–13 – проявления минерализации предположительно медно-порфинового типа: 10–11 – существенно медной с содержанием >0,1%: 10 – на поверхности, 11 – в скважинах, 12 – медно-цинковой в скважинах, 13 – ореолы сульфидной минерализации по данным картировочного бурения; 14 – геохимические ореолы свинца и цинка; 15–16 – медно-порфиновые металлогенические таксоны: 15 – Еленовский прогнозируемый рудный район (ПРР), 16 – потенциальные рудные поля (ПРП) с высокими перспективами на выявление промышленного медно-порфинового оруденения: Еленовское ПРП, Ушкотинское ПРП; 17 – площадь действующей лицензии (строительные материалы); 18 – граница Российской Федерации; см. услов. обозн. к рисункам 1 и 2

$C_1+C_2$  около 1750 тыс. т (ср. сод. 0,45%) и золота около 53 т (ср. сод. 0,137–0,1 г/т); медно-порфировые рудопоявления Западное с ПР меди кат.  $P_1$  330 тыс. т и  $P_2$  700 тыс. т, Новониколаевское и Восточное; полиметаллическое рудопоявление Ульяновское. На Михеевском место-

рождении, изучавшемся в разные годы С.А.Аксеновым, Е.А.Белгородским, С.А.Черкашевым, А.И.Грабежеевым, А.Н.Егоровым, В.Б.Шишаковым, М.М.Гирфановым, Б.М.Шаргородским с соавторами и другими исследователями, положение рудных штоков контролируется



эндо-, экзоконтактовыми, апикальными зонами и участками выклинивания по простиранию пластинообразных интрузивов михеевского комплекса, сложенных в основном порфиоровыми разностями кварцевых диоритов. Оруденелые породы рамы интрузивов представлены вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями Катенинского ВПП. Суммарная мощность метасоматического ореола, образованного в результате пропиловых, кремнещелочных, березитоподобных и (кварц-серицит)-карбонат-эпидот-клиноцоизит-хлоритовых изменений, составляет 600–800 м, протяжённость более 10 км. Рудная зона сопровождается контрастными ореолами Cu, Mo, Au, Pb, Zn, Ag. По бортовому содержанию 0,3% меди оконтурено несколько рудных тел, сложенных прожилково-вкрапленными халькопирит-пиритовыми рудами с второстепенными борнитом, молибденитом, магнетитом и др.

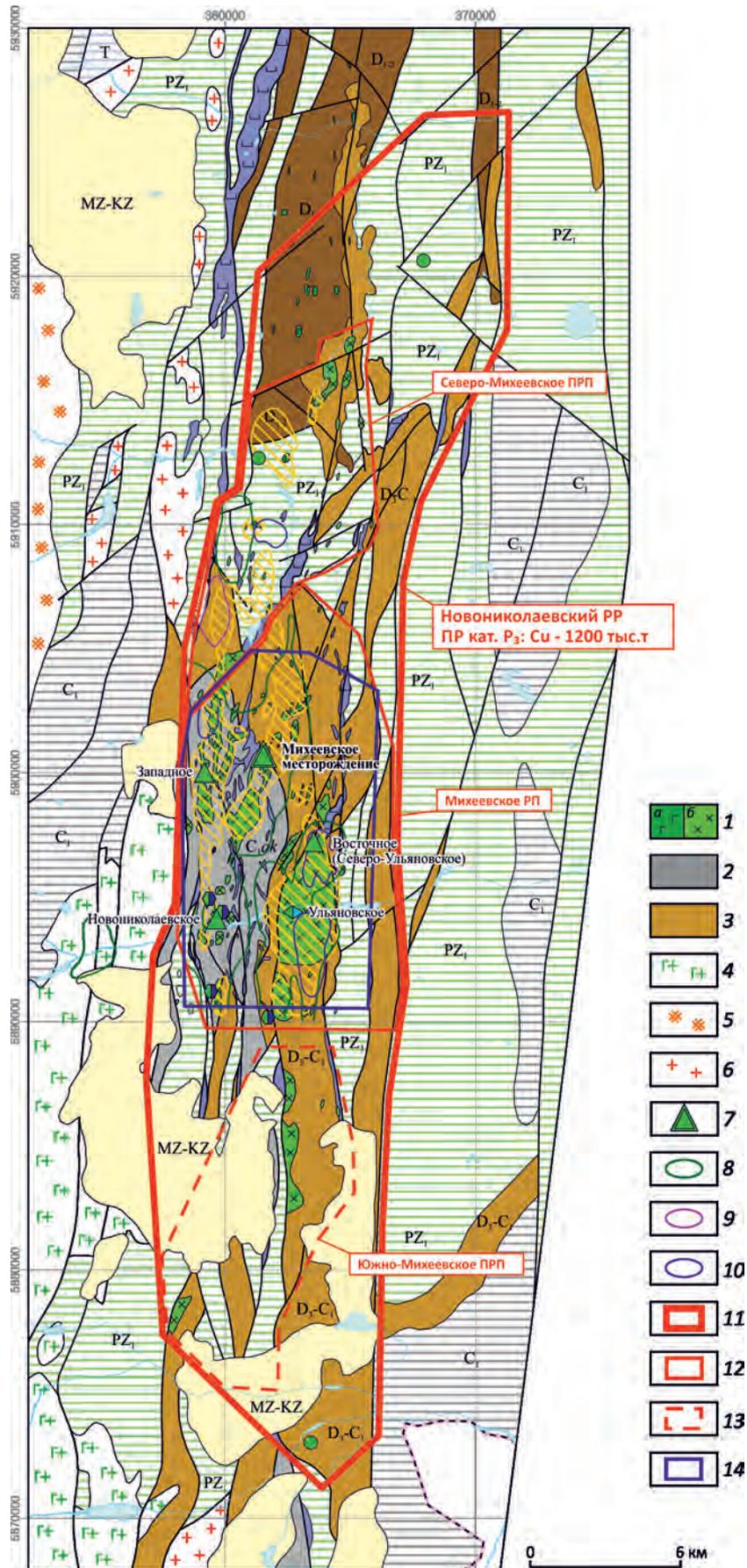
В пределах свободной от лицензий территории Новониколаевского РР (345 км<sup>2</sup>) на основе данных проведённого в 1980-х гг. геологического доизучения в масштабе 1:50 000 по совокупности геолого-поисковых признаков выделены Северо-Михеевское и Южно-Михеевское потенциальные рудные поля. На площади Северо-Михеевского РРП установлены признаки локальной медно-порфиоровой РМС: пункты минерализации меди, обширные ореолы гидротермально-изменённых пород, аномалии Cu, Mo и ВП, что указывает на высокую перспективность обнаружения в его пределах объектов медно-порфиорового типа. Менее изученное Южно-Михеевское РРП оконтурено только по ареалу распространения интрузивов рудоносного комплекса, в связи с чем его перспективность на медно-порфиоровое оруденение не ясна. В свободной от лицензий части Новониколаевского РР оценённые РР меди кат. Р<sub>3</sub> составили 1200 тыс. т при прогнозируемом содержании 0,44%. На наиболее перспективном Северо-Михеевском РРП можно рассчитывать на выявление, по крайней мере, двух медно-порфиоровых объектов по 600 тыс. т меди каждый, сопоставимых по параметрам с другими потенциальными месторождениями этого типа (Западное, Зеленодольское и др.).

**Тарутинский РР** (445 км<sup>2</sup>) выделен в северной части Тарутинско-Новониколаевской МЗ. Его восточная и северная части находятся на территории Казахстана. Район представляет собой крупный субмеридиональный выступ силурийско-девонского фундамента Катенинского ВПП, отделённый от соседних блоков глубинными разломами. Его центральная часть занята крупным Карамысовским интрузивом диоритов рудоносного михеевского комплекса. Основными объектами являются Тарутинское скарново-медно-порфиоровое месторождение, разделённое государственной границей с Казахстаном практически пополам, и медно-порфиоровое проявление Карамысовское.

Тарутинское месторождение, приуроченное к Южно-Карамысовскому массиву кварцсодержащих диоритов и диоритовых порфиритов михеевского комплекса, изучалось в разные годы Е.А.Белгородским, С.А.Черкашевым, Б.М.Шаргородским, В.Б.Шишаковым, М.М.Гирфановым с соавторами и другими исследователями. Скарнированию и метасоматической переработке (полевошпатизации, альбитизации, хлоритизации, карбонатизации, окварцеванию) подверглись вулканогенно-осадочные породы андезибазальт-андезитовой формации (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>), слагающие многочисленные ксенолиты и провисы кровли интрузива, а также сами диориты. Основную промышленную значимость имеют медно-магнетитовые скарновые руды. В полосе 4×1,5 км выявлено и оконтурено 19 рудно-скарновых залежей, внутри которых сосредоточены гнездово-линзообразные рудные тела сплошных и вкрапленных сульфидно-магнетитовых, сульфидных и магнетитовых руд. В комплексных рудах, кроме меди, промышленное значение имеют сера, золото, серебро и железо. Из оценённых ресурсов на российскую часть приходится: Cu – 260 тыс. т (ср. сод. 1,22%), Au – 5,5 т (0,26 г/т), Ag – 139 т (6,6 г/т), Fe – 2,3 млн. т (25,7%). На менее изученном Карамысовском медно-порфиоровом рудопроявлении неясная по масштабу минерализация, состоящая из магнетита, пирита, сфалерита, молибденита и галенита, прослежена до глубины 70 м. Среднее содержание меди

**Рис. 4. Новониколаевский медно-порфиоровый рудный район:**

1–3 – формации Катенинского ВПП: 1 – габбро-диорит-плагиогранит-адамеллитовая (михеевский комплекс, C<sub>1</sub>), продуктивная на медно-порфиоровое оруденение: а – габбро, габбро-диориты, б – диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, тоналиты, плагиограниты, адамеллиты и их порфиоровые разности, 2 – формация высокотитанистых базальтов (аккаргинская толща, C<sub>1</sub>), рудовмещающая для медно-порфиорового оруденения, 3 – андезибазальт-андезитовая вулканогенно-терригенная (ащисуйская толща, D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>), рудовмещающая для медно-порфиорового оруденения; 4–5 – послерудные образования, в том числе прорывающие интрузивы рудоносного комплекса: 4 – кокпектысайский габбро-диорит-плагиогранитовый комплекс, C<sub>2</sub>, 5 – каменецкий габбро-граносиенит-гранитовый комплекс, C<sub>1-2</sub>; 6 – рама ВПП – габбро-диорит-плагиогранитовый джабыгасайский комплекс (D<sub>2-3</sub>), потенциально продуктивный на золотое и медно-порфиоровое оруденение; 7–10 – поисковые признаки медно-порфиорового оруденения: 7 – Михеевское медно-порфиоровое месторождение (отрабатывается), 8–9 – геохимические ореолы ВОР: 8 – меди (изоконцентра 0,015%), 9 – молибдена (изоконцентра 0,0005%), 10 – аномалии ВП; 11–13 – медно-порфиоровые металлогенические таксоны: 11 – Новониколаевский рудный район, 12–13 – рудные поля и потенциальные рудные поля: 12 – с известными медно-порфиоровыми месторождениями и рудопроявлениями (Михеевское РР) и РРП с высокими перспективами на выявление промышленного медно-порфиорового оруденения (первой очереди): Северо-Михеевское РРП, 13 – перспективное (второй очереди) Южно-Михеевское РРП; 14 – площадь действующих лицензий (медь); см. услов. обозн. к рисункам 1–3



составляет 0,31%, в том числе 0,49% на интервал 26 м. Зафиксированы повышенные содержания золота до 0,4 г/т и серебра 0,5–2,6 г/т. С учётом широкого развития интрузивов рудоносного михеевского комплекса, перспективность Тарутинского РР на медно-порфировое и скарново-медно-порфировое оруденение очевидна, однако отсутствие выявленных поисковых признаков за пределами известных объектов не позволяет достоверно оценить перспективы этого района на выявление новых медно-порфировых объектов.

В *Алапаево-Теченской МЗ* Алтынайского ВПП ( $D_{2-3}$ ), также принадлежащей Восточно-Уральской провинции, оконтурен **Тептяргинский ПРР** площадью 502 км<sup>2</sup>. Он приурочен к относительно поднятому блоку фундамента пояса, сложенному породами колчеданоносной формации ( $D_2$ ) с мелким Касаргинским колчеданным месторождением и вмещающему массивы касаргинско-тептяргинского габбро-диорит-плагиигранитового комплекса ( $D_2$ ), продуктивного на медно-порфировое и скарново-магнетитовое оруденение. Значительная часть ПРР перекрыта вулканитами ( $D_3-C_1$ ) Увельско-Еленовского ВПП. Известное здесь Тептяргинское рудопоявление меди локализовано в экзоконтактовой зоне интрузива рудоносного комплекса. Внутренняя альбититовая зона с редкими жилами сульфидов с содержанием меди до первых процентов к периферии сменяется филлизитовой и пропилитовой с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией с содержанием меди до 0,37%. Рудопоявление фиксируется цинково-свинцово-бариевыми аномалиями, отделёнными от медных, что указывает на его небольшой эрозионный срез. Присутствие единственного Тептяргинского рудопоявления, обладающего некоторыми признаками медно-порфирового типа, при наличии интрузивов рудоносного касаргинско-тептяргинского комплекса является основанием для выделения Тептяргинского ПРР и отнесения его в группу районов с неясной перспективностью на медно-порфировое оруденение. При геологическом доизучении не исключено обнаружение объектов медно-порфирового типа в приконтактовых частях интрузивов продуктивной формации, в том числе вблизи слабо изученного Тептяргинского рудопоявления.

Таким образом, рудные районы, выделенные в медно-порфировых металлогенических зонах ВПП Южного Урала, ранжированы по степени перспективности на обнаружение промышленного медно-порфирового оруденения. К первой группе отнесены рудные районы с известными медно-порфировыми объектами – Биргильдинско-Томинский с Томинским, Тарутинский с Тарутинским и Новониколаевский с Михеевским месторождениями. Вторая группа представлена прогнозируемыми рудными районами с известными рудопоявлениями медно-порфирового типа или достаточным комплексом поисковых признаков, указывающих на высокие перспективы для выявления месторождений: Вознесенский, Салаватский и Узункулевский ПРР в Северо-Ирендыкской МЗ Тагильско-

Магнитогорской провинции, Зеленодольский и Кособродский ПРР в Увельской МЗ, Еленовский ПРР в Еленовско-Синешиханской МЗ Восточно-Уральской провинции. Третьей группе принадлежат ПРР с неясной перспективностью на медно-порфировое оруденение – Круглогорский, Верхнеуральский, Ансукпайский, Кусемский, Тахталымский и Тептяргинский.

Выделение и ранжирование по степени перспективности площадей в ранге рудных районов послужили основой для оценки ПР меди кат.  $P_3$  районов первых двух групп (7 объектов), для которых обоснована возможность выявления промышленных объектов медно-порфирового типа [8]. Оценка выполнялась по стандартным методикам путём экспертной оценки и аналогии в варианте удельной продуктивности эталонного объекта, с использованием адаптированных разноранговых прогнозно-поисковых моделей [11]. Для рудных районов с выявленными промышленными месторождениями – Биргильдинско-Томинского и Новониколаевского – ПР категории  $P_3$  оценивались для площадей, находящихся за пределами действующих лицензий. Для Тарутинского и Салаватского районов ПР категории  $P_3$  не оценивались из-за того, что прогнозная оценка их основных объектов (Тарутинского и Салаватского месторождений) на порядок превышает потенциал остальной площади. Для ПРР с неясными перспективами ПР не оценивались или не были приняты комиссией по апробации по ряду причин: малый объём оценённых ПР (100–200 тыс. т – Круглогорский ПРР), недостаточная степень изученности (Кусемский, Тептяргинский ПРР), низкие содержания полезных компонентов (Верхнеуральский, Ансукпайский, Тахталымский ПРР) и др.

В зависимости от площади рудных районов, варьирующей от 170 до 650 км<sup>2</sup>, и прогнозируемого количества потенциальных медно-порфировых месторождений оценка ПР составила от 600 до 1200 тыс. т меди при прогнозируемом среднем содержании около 0,42%, ожидаемом содержании попутного золота 0,2 г/т и молибдена 0,004%. Суммарное количество апробированных ПР меди кат.  $P_3$  составило 6400 тыс. т, что указывает на возможность удвоения разведанных запасов медно-порфировых руд южноуральского региона, сосредоточенных в настоящее время в Михеевском и Томинском месторождениях. При этом основной объём оценённых ресурсов сосредоточен в рудных районах, выделенных в МЗ Восточно-Уральской провинции – Биргильдинско-Томинском, Зеленодольском и Еленовском (в Увельской и Еленовско-Синешиханской МЗ), Тарутинском и Новониколаевском (в Тарутинско-Новониколаевской МЗ). В Тагильско-Магнитогорской провинции при современной изученности наиболее высокие перспективы выявления промышленных медно-порфировых объектов имеются в Вознесенском и Узункулевском ПРР Северо-Ирендыкской МЗ.

Для выделенных перспективных площадей разработаны рекомендации по направлениям ГРР.

Первоочередными для постановки поисковых работ в рамках государственных программ развития МСБ являются районы второй группы – с известными медно-порфировыми рудопоявлениями и достаточно полным набором поисковых признаков, позволяющим прогнозировать обнаружение медно-порфировых месторождений. Среди них к наиболее перспективным отнесены Вознесенский, Узункулевский, Зеленодольский и Еленовский ПРР. В их пределах намечены первоочередные для постановки поисковых работ площади в ранге потенциальных рудных полей: Вознесенско-Дунграйское (в Вознесенском), Кутуевское (в Узункулевском), Поляновское и Кабанское (в Зеленодольском), Еленовское и Ушкотинское (в Еленовском), для которых разработан рациональный поисковый комплекс ГРР. В рудных районах с известными медно-порфировыми месторождениями, где большая часть перспективных площадей находится в распределённом фонде недр или непосредственно примыкает к лицензированным участкам, дальнейшее опосредованное и оценка этих площадей относится к сфере деятельности компаний-недропользователей. В качестве наиболее перспективной площади для расширения поисковых работ в этом сегменте рассматривается Северо-Михеевское ПРР на северном фланге Новониколаевского РР.

Для перспективных рудных полей подготовлены обоснования постановки ГРР. Предлагается использование стандартного комплекса работ с проведением геологических, геохимических и геофизических поисков масштаба 1:25 000–1:10 000 современными методами с заверкой выявленных перспективных аномалий достаточным объёмом поискового бурения на глубину до 300–400 м. По результатам выполнения этого комплекса ожидается локализация потенциально промышленных минерализованных зон с ПР меди и попутных компонентов, оценёнными по категории  $P_2$ . Таким образом, в ходе предлагаемых ГРР будет существенно пополнен резерв перспективных объектов для лицензирования и проведения работ оценочной стадии. Следует отметить, что в настоящее время на территории Южного Урала в нераспределённом фонде недр отсутствуют объекты, подготовленные для оценки ПР кат.  $P_2$ . По ожидаемым запасам меди прогнозируемые объекты отвечают мелким и средним медно-порфировым месторождениям: Салаватское – около 1 млн. т, Зеленодольское – около 600 тыс. т, Вознесенское – около 160 тыс. т. Укрупнённая геолого-экономическая оценка объектов такого ранга показала, что в существующих экономических условиях они могут быть рентабельны для отработки.

Потенциальные рудные районы с неясной перспективностью, для которых оценка ПР кат.  $P_3$  не проводилась, требуют специализированного доизучения (в рамках геолого-минералогического картирования) для повышения достоверности оценки их перспектив.

В заключение следует отметить, что проведённые работы по оценке перспектив Южного Урала на медно-

порфировое оруденение показали высокий потенциал региона на обнаружение новых медно-порфировых месторождений и целесообразность постановки здесь специализированных ГРР. Выделение и оконтуривание площадей в ранге рудных районов и полей позволяет определить направления ГРР на медно-порфировое оруденение в этом регионе и значительно сократить площади проведения поисковых работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гирфанов М.М., Сергеева Н.Е., Шишаков В.Б.* Рудно-метасоматическая зональность Михеевского меднопорфирового месторождения на Южном Урале // Вестник МГУ. Серия геол. 1991. № 5. С. 75–79.
2. *Гирфанов М.М., Сергеева Н.Е., Шишаков В.Б.* Геологическое строение Тарутинского медно-скарнового месторождения на Южном Урале // Вестник МГУ. Серия геол. 1992. № 4. С. 85–88.
3. *Грабежьев А.И., Калеганов Б.А.* Вознесенское медно-порфировое проявление // Ежегодник-1989. – Свердловск: ИГиГ УрО АН СССР, 1990. С. 109–111.
4. *Грабежьев А.И., Краснобаев А.А.* U-Pb возраст и изотопно-геохимическая характеристика Томинско-Березняковского рудного поля // Литосфера. 2009. № 2. С. 14–27.
5. *Звездов В.С., Мигачёв И.Ф., Минина О.В.* Прогнозно-поисковые модели комплексных рудно-магматических систем вулканоплутонических поясов Востока России // Отечественная геология. 2011. № 3. С. 13–21.
6. *Магадеев Б.Д., Тимергазина А.К.* Салаватское месторождение прожилково-вкрапленных медных руд / Вопросы геологии и магматизма Урала. – Свердловск: УФАН АН СССР, 1970. С. 220–224.
7. *Медно-порфировые месторождения / А.И.Кривцов, В.С.Звездов, И.Ф.Мигачёв, О.В.Минина / Серия: Модели месторождений цветных и благородных металлов. – М.: ЦНИГРИ, 2001.*
8. *Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов». Вып. «Медь» / А.И.Кривцов, И.Ф.Мигачёв, А.Г.Волчков и др. – М.: ЦНИГРИ, 2002.*
9. *Мигачев И.Ф.* Геолого-поисковые модели рудных полей и месторождений – основа крупномасштабного и локального прогноза медно-порфирового оруденения // Труды ЦНИГРИ. Вып. 207. – М., 1986. С. 15–20.
10. *Минина О.В.* Салаватское месторождение прожилково-вкрапленных медных руд на Урале // Тр. ЦНИГРИ. Вып. 170. – М., 1982. С. 9–14.
11. *Принципы, методы и порядок оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. – М.: ЦНИГРИ, 2010.*
12. *Пространственные металлогенические таксоны. Серия «Модели месторождений алмазов, благородных и цветных металлов». Справочное пособие / В.И.Ваганов, А.Г.Волчков, В.И.Кочнев-Первухов и др. – М.: ЦНИГРИ, 2002.*
13. *Шаргородский Б.М., Новиков И.М., Аксенов С.А.* Михеевское месторождение медно-порфировых руд на Южном Урале // Отечественная геология. 2005. № 2. С. 57–61.
14. *Шишаков В.Б., Сергеев Н.Е., Сурин С.В.* Вознесенское медно-порфировое месторождение на Южном Урале // Геология рудных месторождений. 1988. № 2. С. 85–90.