

ОТЗЫВ

на диссертацию Звездова Вадима Станиславовича «**Модели меднопорфировых рудно-магматических систем и месторождений для прогноза, поисков и оценки**», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

Представленная диссертационная работа посвящена геологии и условиям формирования меднопорфировых месторождений (МПМ). Эти объекты, обеспечивающие около 70 % мировых запасов и добычи Cu и Mo, а также значительную добычу сопутствующих Au, Ag, Re, представляют несомненный интерес для дальнейшего развития металлургической отрасли РФ. Восточные регионы страны с недостаточно развитой инфраструктурой наиболее перспективны для обнаружения месторождений названного типа, отличающихся значительными запасами руд при невысоких содержаниях металлов. Поэтому поискам крупных объектов, разработка которых была бы экономически выгодна, уделяется первостепенное внимание. Для решения этой проблемы необходимо совершенствование геолого-генетических моделей меднопорфировых рудно-магматических систем (МП РМС), на основе которых построены прогнозно-поисковые модели (ППМ) рудных районов и полей, а также методов и технологий прогноза и поисков меднопорфировых месторождений и прежде всего скрытых. Эти вопросы рассмотрены в рецензируемой работе; в этом состоит ее актуальность.

Фактографической основой диссертации являются данные многолетних исследований автора в рамках выполнения госбюджетных и договорных работ ЦНИГРИ в Хабаровском, Приморском, Забайкальском, Камчатском краях, Магаданской области, Чукотском АО, а также в Узбекистане и Казахстане. Кроме того, при подготовке работы использованы результаты анализа значительного объема отечественных и зарубежных публикаций (более 300 наименований) и фондовых материалов.

В работе защищаются 5 тезисов, соответствующих *пяти поставленным задачам исследований*, среди которых: определение различий рудно-формационной зональности МП РМС базальтоидных и андезитовидных вулканоплутонических поясов (ВПП) и оценка возможности их использования в прогнозных целях; установление факторов, способствовавших формированию крупных и особо крупных месторождений, а также критериев их прогноза и поисков; оценка влияния петрофизических параметров рудовмещающих сред на морфологию рудоносных порфировых интрузивов, форму и строение меднопорфировых штокверков, уровни концентрации металлов в рудах и запасы месторождений; сопоставление существующие концепции генезиса меднопорфировых месторождений на основе анализа их рудно-метасоматической и изотопно-геохимической зональности, распределения и баланса содержаний меди в гидротермальных рудообразующих системах, моделирования концентрационных потоков в их объеме и расчетов тепломассопереноса; разработка ППМ меднопорфировых рудных районов и узлов применительно к ВПП восточных регионов России, проведение на их основе прогнозно-металлогенетического районирования территории с выделением площадей, перспективных для поисков новых месторождений с ранжированием по рекомендуемой очередности постановки ГРР различного масштаба.

Обоснование защищаемых положений приведено в пяти разделах работы. Для решения перечисленных задач автором собран, обобщен и проанализирован значительный объем опубликованной и фондовой информации по металлогении ВПП России и зарубежных стран, обстановкам формирования меднопорфировых и сопряженных с ними рудных месторождений, моделям их формирования; учтены также данные собственных исследований конкретных месторождений в России, Казахстане и Узбекистане. При изучении этих объектов кроме традиционного комплекса методов детального картирования, минералого-петрографических и аналитических исследований применены специальные методы оценки минерализованной трещиноватости, определения физико-механических свойств вмещающих пород и изотопного состава кислорода кварца разновозрастных рудообразующих минеральных ассоциаций. Комплексная интерпретация полученных данных, проведенная с учетом отечественных и за-

рубежных разработок в области геологии и генезиса меднопорфировых месторождений, позволила решить поставленные задачи.

Научная новизна работы состоит в следующем.

1. Месторождения меднопорфирового семейства разделены на две формационные группы, принадлежащие базальтоидным и андезитоидным ВПП. Объекты этих групп различаются рудно-формационной зональностью РМС, во внутренних частях которых эти месторождения локализованы. Установленные различия в сочетаниях месторождений и проявлений разных рудно-формационных типов в комплексных РМС названных поясов должны учитываться при прогнозных построениях. По наличию тех или иных объектов, принадлежащих внешним периферийным зонам таких систем, можно прогнозировать месторождения внутренних частей РМС и наоборот.

2. Для формирования гигантских и супергигантских МПМ необходимы не только мощные, неглубоко залегающие, флюидонасыщенные магматические очаги, возникавшие в отдельных сегментах магматических дуг (ВПД) в режиме интенсивного коллизионного сжатия с подавлением вулканизма, но и благоприятные структурно-петрофизические обстановки разгрузки этих очагов в период инверсии тектонических напряжений при орогенезе, в частности наличие над рудоносными интрузивами малопроницаемых («экранировавших») толщ с «упруго-пластичным» либо «упруго-вязким» деформационным поведением. В противном случае формируются мелкие объекты либо геохимические ореолы без промышленных концентраций металлов.

3. На примере МПМ Средней Азии и Казахстана, установлено, что деформационное поведение вмещающих пород при внедрении рудоносных магматических тел и последующем их становлении влияло на морфологию порфировых интрузивов, форму, строение сопряженных с ними рудоносных штокерков, механизмы возникновения рудовмещающих трещинных каркасов, и, в конечном итоге, на содержания металлов в рудах и запасы месторождений, что необходимо учитывать при их поисках и оценке. Установленные тенденции изменения емкостных (фильтрационных) и упруго-прочностных свойств вмещающих пород при последовательных гидротермально-метасоматических преобразованиях свидетельствуют о том, что петрофизические параметры в качестве дополнительных критериев могут использоваться при оконтуривании минерализованных зон.

4. С применением градиентно-векторного анализа распределения концентраций меди в рудных телах и геохимических ореолах ряда разнотипных МПМ, построена модель меднопорфировой конвективно-рециклинговой рудообразующей системы (МП КРПС), в которой описана ее геометрия, структура и количественные параметры. В комплексе с моделями рудно-метасоматической и изотопно-геохимической зональности МПМ, расчетами баланса вещества и математического моделирования тепломассопереноса, а также данными по природным высокотемпературным геотермальным резервуарам, эта модель количественно обосновывает возможность участия метеорных вод, активизированных в тепловом поле интрузивов, в переотложении рудного вещества, заимствованного из вмещающих пород (фанеритовых фаз плутонов и интрузивной рамы) и регенерированных месторождений субстрата ВПП.

5. Предложено рассматривать комплексные меднопорфировые РМС в качестве рудных районов (узлов), а их внутренние и фланговые части с собственно меднопорфировыми, скарновыми и жильными месторождениями меди, полиметаллов, золота, серебра и внешние периферийные с эпитермальными золоторудными и золото-серебряными месторождениями, а также самородной серы, как рудные поля. Для ВПП восточных регионов России выделены три основных типа таких систем – на сочленении выступов фундамента поясов с вулканотектоническими палеодепрессиями, в магматогенных палеоподнятиях фундамента и в вулканокупольных структурах, различия в строении и рудно-формационной зональности которых должны учитываться при поисках меднопорфировых и сопряженных руд. Для названных разнотипных систем построены прогнозно-поисковые модели, на основе которых в ряде металлогенических зон изученных поясов оконтурены и оценены по перспективности потенциальные меднопорфировые рудные районы и узлы.

Разработанные для ВПП восточных регионов России ППМ комплексных меднопорфировых РМС, эквивалентных потенциальным рудным районам и узлам, использованы при прогнозно-металлогеническом районировании территории ДФО, по результатам которого составлены разномасштабные (от 1:2 500 000 до 1:200 000) специализированные (на поиски меднопорфировых и сопряженных руд) цифровые карты с «ГИС-привязанными» электронными каталогами месторождений и рудопроявлений цветных и благородных металлов, принадлежащих таким системам. На этих картах оконтурены разноранговые перспективные площади (металлогенические зоны, рудные районы и узлы), ранжированные по рекомендуемой очередности постановки ГРП различного масштаба. Подготовленные рекомендации учтены Роснедра при оперативном и среднесрочном планировании ГРП за счет федерального бюджета. На рекомендованных площадях в Магаданской области, Чукотском АО, Хабаровском крае проведены поисковые работы с оценкой прогнозных ресурсов меди и сопутствующих компонентов руд; на отдельных из них они проводятся в настоящее время (Мечивеевская и Шхиперовская площади в Магаданской области и др.). В этом состоит *практическая значимость* рецензируемой работы.

Прогнозно-металлогеническое районирование восточных регионов России на меднопорфировые и сопряженные руды цветных и благородных металлов с рекомендациями по проведению ГРП проведено на высоком научном и профессиональном уровне. При этом, по нашему мнению, автору стоило бы уделить большее внимание анализу материалов, появившихся в последние годы в процессе геологоразведочных и тематических работ в южной части территории Дальневосточного региона. Здесь разведываются с постоянным приростом запасов Малмыжское и Понийское крупные месторождения золото-меднопорфировых руд. Проводится подготовка к эксплуатационным работам. Получен огромный массив новой, имеющей важное научное и прикладное значение, информации, которая ждет своего кропотливого исследователя и требует осмысления. Кроме того, в пределах этого нового рудного района в последние годы велись и ведутся по настоящее время с разной долей успешности поисковые и оценочные работы на данный тип оруденения. Выявлено еще несколько перспективных проявлений (Ходжарское, Тропное, Анаджаканское, Болонское), в том числе с ожидаемым скрытым, не выходящим на дневную поверхность оруденением. Выявленные на нашей территории месторождения и рудопроявления золото-медно-порфирового типа сформировались в другой структурной обстановке, чем детально описанные автором в монографии. Если автором рассматриваются, в основном, центрально-азиатские объекты, располагающиеся в близконтактной части диорит-гранодиоритовых штоков с вмещающими слабо дислоцированными известковистыми толщами, то на территории ДВ вмещающая среда другая. Это, по преимуществу, сложно дислоцированные терригенные отложения. Они характеризуются отличными геохимическими и петрофизическими характеристиками, которым так много внимания уделяет автор и на которых строит свои выводы. Если бы эта новая информация была изучена и использована в большем объеме, то представленная работа получилась бы более информативной, а выводы – более универсальными и востребованными дальневосточными геологами-поисковиками.

В целом диссертация представляет собой завершенное теоретическое научное исследование, которое имеет и прикладное значение. Автореферат написан четким языком и соответствует содержанию работы. Защищаемые положения и материалы, приведенные для их обоснования, возражений не вызывают. Сделанные выводы основаны на результатах личных исследований автора. Они изложены в многочисленных публикациях, в т.ч. в журналах Перечня ВАК; докладывались на научных конференциях в России и за рубежом. Кроме того, результаты выполненных исследований были использованы при написании отчетов по многим госбюджетным темам, а подготовленные рекомендации учтены Роснедра при планировании и проведении поисковых работ на меднопорфировые и сопряженные руды.

Высказанные замечания не снижают высокий профессиональный уровень работы. Представленная Звездовым Вадимом Станиславовичем диссертационная работа «Модели меднопорфировых рудно-магматических систем и месторождений для прогноза, поисков и оценки» выполнена на современном научно-методическом уровне и отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присвоения искомой ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Ведущий эксперт

Нелюбов Петр Александрович

23.09.2022

Подпись П.А. Нелюбова заверяю

Зам. начальника Дальнедра

А. В. Лазарев

Департамент по недропользованию по Дальневосточному федеральному округу (Дальнедра)

Адрес: 680000, г. Хабаровск, ул. Льва Толстого, д. 8.