

## Отзыв

официального оппонента Макарова Владимира Александровича  
на диссертационную работу Звездова Вадима Станиславовича  
**«Модели меднопорфировых рудно-магматических систем для прогноза, поисков и  
оценки»**

представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения».

Работа Звездова В.С. посвящена проблеме совершенствования геолого-генетических основ прогнозирования меднопорфировых месторождений и построению на их основе прогнозно-поисковых моделей рудных районов и полей. Последние направлены на достижение важной практической цели работы - модернизации методов и технологий прогноза, поисков и оценки меднопорфировых объектов, в том числе скрытых, не выходящих на дневную поверхность. Значимость и актуальность работы очевидна и сомнений не вызывает. Совершенствование геолого-генетических моделей меднопорфировых рудно-магматических систем и месторождений выполнено с привлечением количественных параметров описания гидротермальных рудообразующих систем и процессов рудонакопления.

Перечень решаемых в работе задач охватывает широкий спектр проблем – от изучения региональной позиции рудно-магматических систем в вулcano-плутонических поясах, до разработки моделей отдельных рудных штокверков.

Актуальность и своевременность работы обусловлены возросшим в последние годы спросом промышленности на меднопорфировые объекты, как основные источники меди в мире, а также активизацией работ по поискам и оценке объектов данного типа в различных регионах Российской Федерации (Дальний Восток, Таймыр, Восточный и Западный Саяны, Алтай и др.).

**Научные разработки** автора посвящены следующим взаимосвязанным направлениям:

1. Анализ месторождений меднопорфирового семейства двух формационных групп, принадлежащие базальтоидным и андезитоидным вулcano-плутоническим поясам (ВПП), где рассмотрены строение и составе фундамента, петрология рудоносных плутоногенных формаций, рудно-метасоматическая зональность месторождений, запасы и содержания Cu, Mo, Au и Ag в рудах, сочетания месторождений и

проявлений различных рудно-формационных типов в комплексных рудно-магматических системах данных поясов.

2. Обоснованию условий формирования гигантских и супергигантских меднопорфировых месторождений, для которых показана не только необходимость мощных, неглубоко залегающих, флюидонасыщенных магматических очагов, но и наличие над рудоносными интрузивами малопроницаемых экранировавших толщ «упруго-пластичного» либо «упруго-вязкого» деформационного типа.
3. Оценке объемов минерализованной трещиноватости и петрофизическому анализу рудовмещающих толщ, как инструменту для выявления деформационной природы вмещающих пород влияющих на морфологию порфировых интрузивов, форму, строение и тенденции развития в пространстве сопряженных с ними рудоносных штокверков.
4. Построению модели меднопорфировой конвективно-рециклинговой рудообразующей системы, в которой описана ее геометрия, структура и количественные параметры, а также проведены расчеты баланса вещества и выполнено математическое моделирование тепломассопереноса.
5. Изучению зональности комплексных меднопорфировых РМС, которые предложено рассматривать в качестве рудных районов (узлов), а их внутренние и фланговые части с собственно меднопорфировыми, скарновыми и мезотермальными месторождениями меди, полиметаллов, золота, серебра и внешние периферийные с эпитермальными золоторудными и золото-серебряными месторождениями, а также самородной серы, как рудные поля.

Совокупность достижений соискателя по отмеченным направлениям безусловно **соответствуют требованиям научной новизны.**

**Практическая значимость** представленной работы определяется:

– предложениями для совершенствования прогнозно-поисковых моделей рудных районов, узлов и полей на основе комплекса элементов: классификационно-признаковых, геолого-промышленных статистических, структурно-петрофизических, градиентно-векторных;

- разработанной методикой предварительного оконтуривания минерализованных зон, а также прогнозирования их возможных форм и параметров на основе оценки жильно-прожилковой массы разновозрастных минеральных ассоциаций и петрофизических исследований;

- разработанными для ВПП восточных регионов России прогнозно-поисковыми моделями комплексных меднопорфировых РМС (потенциальных рудных районов и узлов),

которые использованы при прогнозно-металлогеническом районировании территории ДФО;

- подготовленными и переданными в Роснедра рекомендациями для оперативного и среднесрочного планировании ГРР за счет федерального бюджета.

**Достоверность выводов и рекомендаций** представленных в работе базируется на обобщении большого фактического материала и более полувекового опыта работ автора на меднопорфировых месторождениях и рудопроявлениях России, Узбекистана и Казахстана, а также моделировании объектов других ведущих рудно-формационных типов, что нашло отражение в многочисленных публикациях соискателя по проблеме представленного исследования.

Диссертационная работа содержит введение, 5 глав и заключение.

К защите предлагаются 5 научных положений, которые сформулированы в соответствующих главах работы.

Первая глава диссертации посвящена геотектонической позиции, существующим классификациям и геолого-генетическим характеристикам месторождений меднопорфирового семейства. Показано, что меднопорфировые объекты сосредоточены в вулканоплутонических поясах (ВПП) двух типов: базальтоидных (островодужных и рифтогенных) и андезитоидных (окраинно- и внутриконтинентальных). Состав и металлогеническая специализация рудоносных известково-щелочных вулканоплутонических ассоциаций (ВПА), участвующих в строении этих поясов, предопределяются «материнскими» магматическими очагами в океанической и континентальной земной коре. В конечном итоге это отражается в петрологии ВПА, метасоматической зональности и минералого-геохимических особенностях руд меднопорфировых месторождений. По соотношениям металлов в рудах, геотектонической позиции, вещественному составу и характеру зональности предложена типизация меднопорфировых месторождений. В разделе вводится понятие рудно-магматических систем (РМС) меднопорфировых месторождений с комплексной металлогенией (Au-Cu- и Au-Pb-Zn скарновые, жильные и жильно-прожилковые золото-кварцевые, золото-полисульфидные и др.), которая формируется под влиянием единого магматического очага и характеризуется определенной рудно-формационной зональностью с меднопорфировыми объектами в центральной части. Установленные различия в рудно-формационной зональности РМС базальтоидных и андезитоидных поясов в сочетании с другими характеристиками (петрологическими, рудно-метасоматическими, геохимическими) позволили автору выделить две группы таких систем: золото-меднопорфировую диоритовую и молибден-меднопорфировую гранодиорит-

монзонитовую. Различия в их строении (сочетаниях разнотипной минерализации) учтены при металлогеническом районировании территории России и ее отдельных регионов на меднопорфировые и сопряженные руды цветных и благородных металлов.

Приведенный в разделе фактический материал и его анализ позволил диссертанту сформулировать первое защищаемое положение:

*В семействе меднопорфировых месторождений выделены две формационные группы, свойственные базальтоидным и андезитоидным вулканоплутоническим поясам (ВПП). Различия в строении и составе субстрата этих поясов отражаются не только в петрологии рудоносных плутоногенных формаций, рудно-метасоматической зональности месторождений, запасах и содержаниях Cu, Mo, Au и Ag в рудах, но и в вертикально-латеральной рудно-формационной зональности рудно-магматических систем (РМС), во внутренних (стержневых) частях которых эти месторождения локализованы. Комплексная металлогения, т.е. сочетание месторождений разных типов в объеме таких систем, предопределяется составом и степенью дифференциации магматических очагов.*

*Для РМС андезитоидных ВПП характерно пространственное совмещение рудных объектов, сформированных на разных этапах развития поясов, и месторождений их фундамента.*

Принципиальных замечаний по научному положению нет. Сформулированные выводы обоснованы и доказаны на большом фактическом материале. Есть отдельные замечания (вопросы) по разделу.

1. На рисунке 1.13 месторождение Ак-Суг (Восточная Тыва) по возрасту отнесено к интервалу поздний девон - карбон. На самом деле все геологи, проводившие разведку месторождения определяли возраст месторождения как раннедевонский. Полученные в последние годы Re-Os датировки молибденита месторождения Ак-Суг указывают на кембрийский возраст рудной минерализации:  $511 \pm 2$ ,  $516 \pm 2$ ,  $518 \pm 2$  млн лет (Berzina et al., 2003),  $517.3 \pm 3$  и  $517.4 \pm 3$  млн лет (Pollard et al., 2017). Результаты U-Pb (SHRIMP II) исследований по циркону так же указывают на кембрийский возраст рудоносного магматизма: для тоналитов  $504 \pm 5$ , для порфировых интрузий  $500 \pm 6$  (порфиры I),  $499 \pm 6$  (порфиры II), для лейкогранитов  $509 \pm 4$  млн лет (Берзина, 2019). Схожий возраст получен и по различным фазам Кызык-Чадрского интрузивного массива, вмещающего одноименное медно-порфировое месторождение: для гранитов -  $508 \pm 7$ , для кварцевых порфиров -  $507 \pm 2$ , для гранодиорит-порфиров -  $490 \pm 4$  млн лет (Гусев, 2014).

2. *Существуют ли устойчивые закономерности в изменении металлогенической (рудно-формационной) зональности разновозрастных рудно-магматических систем меднопорфировых месторождений в ВПП определенных типов ?*

Второй раздел работы посвящен рассмотрению обстановок формирования крупных и сверхкрупных меднопорфировых месторождений и критериям их прогноза и поисков. Показана специфика геодинамических обстановок для их формирования. Данные объекты формировались в отдельных сегментах окраинно-континентальных и островодужных ВПП, на начальных стадиях развития которых в результате «пологой» субдукции океанических хребтов под континентальные окраины и островные дуги господствовал режим коллизионного сжатия, которое препятствовало подъему расплавов в верхние части земной коры (ЗК), «подавляло» вулканизм, приводя к возникновению крупных магматических камер (очагов) на глубинах от 5 до 15 км. В последних скапливались значительные объемы отделявшихся от кристаллизующейся магмы металлоносных флюидов.

Автором показано, что крупные магматические очаги появлялись в областях сопряжения парных систем глубинных «внутридуговых» разломов, параллельных зонам субдукции, и крутопадающих поперечных трансформных разломов. Такие участки в период третичной коллизии магматических дуг Тихоокеанского кольца «фокусировали» тектонические напряжения с аномально высоким сжимающим давлением. Их разрядка приводила к воздыманию участков ЗК, взбросо-сдвиговым деформациям и возникновению глубинных магмо- и флюидовыводящих крутопадающих каналов («полостей» в местах пересечения разломов, перегибов, флексур), контролировавших размещение магматических очагов «питавших» гипабиссальные и субвулканические порфировые интрузивы (штоки, рой даек, брекчиевые трубки), с которыми ассоциируют МПМ. Именно в таких областях сосредоточено большинство крупнейших Cu-Mo-, Au-Mo-Cu- и Au-Cu-порфировых месторождений мира.

Важнейшим фактором формирования крупных и сверх крупных меднопорфировых месторождений автор считает также структурно-петрофизические обстановки их формирования. Он показывает, что в отсутствие «литолого-структурных ловушек» разгрузка восходящего из очага металлоносного флюидного потока могла привести к образованию обширных ореолов рассеянной минерализации с низкими содержаниями металлов (геохимических аномалий) либо мелких объектов. Наиболее благоприятными для рудонакопления были петрофизически неоднородные (гетерогенные) среды. По мнению автора на большинстве МПМ «мирового класса» присутствуют реликты перекрывающих толщ, в целом не склонных к хрупким деформациям. Согласно его построениям

благоприятными считаются толщи относимые к *упруго-пластичному и упруго-вязкому* типу сред структурообразования.

Автор показывает, что на многих месторождениях важную роль в формировании РМС различной крупности играли геохимические барьеры представленные магнетитсодержащими скарнами, богатые железом базитовые комплексы, воды немагматического происхождения. Также на примере отдельных объектов показываются факты, что одним из источников рудного вещества, являлись вмещающие породы из которых металлы выщелачивались растворами, циркулировавшими в тепловом поле порфировых интрузивов

Как итог, во втором разделе, на основе анализа закономерностей размещения, геологии и генезиса меднопорфировых и сопряженных с ними месторождений показаны факторы, способствовавшие формированию крупных и особо крупных МПМ и определены критерии их прогноза и поисков. Сформулировано второе защищаемое положение. *Меднопорфировые месторождения «мирового класса» формировались в отдельных сегментах андезитовидных и базальтоидных ВПП, на ранних этапах развития которых преобладал режим интенсивного коллизионного сжатия, подавлявший вулканизм и приводивший к возникновению мощных флюидонасыщенных магматических очагов в верхней части земной коры. Необходимым условием для рудонакопления в значительных масштабах в период разгрузки этих очагов была петрофизическая неоднородность геологических разрезов, а именно наличие над рудоносными интрузивами малопроницаемых толщ, способствовавших концентрированию металлов. Благоприятную роль играли карбонатные либо богатые железом мафические вмещающие породы, являвшиеся геохимическими барьерами для гидротермальных растворов и приводившие к отложению высокосортных руд, а также рудное вещество геохимических аномалий и месторождений субстрата андезитовидных ВПП, подвергнувшихся регенерации в тепловом поле плутонов.*

*Сформировавшиеся в подобных обстановках объекты выделяются повышенными содержаниями металлов в рудах, отражающими совмещение в пространстве продуктов многостадийного магматизма и рудогенеза.*

На взгляд оппонента второе положение убедительно доказано. К материалу второго раздела имеется один вопрос.

*Основываясь на отработанных критериях прогноза сверхкрупных меднопорфировых объектов («мирового класса»), какие металлогенические провинции РФ имеют перспективы их обнаружения?*

Третий раздел работы посвящен характеристике меднопорфировых штокверков формируемых в различных структурно-петрофизических обстановках. Раздел базируется на результатах комплексного изучения Au-Mo-Cu-порфировых месторождений Алмалыкского (Кальмакыр, Дальнее, Балыкты) и Саукбулакского (Кызата) рудных полей в Узбекистане и Mo-Cu-порфировых Актогайского (Актогай, Айдарлы) и Коксайского (Коксай) рудных полей в Казахстане. Комплекс исследований включал обширный набор методов: объемное картирование метасоматитов и прожилков, микроскопическое изучение пород и руд, определение физико-механических свойств пород, изотопно-геохимические исследования.

По результатам исследования автор приходит к выводу, что основными механизмами возникновения рудовмещающих структур были взрывной и контракционный, которые проявлялись при остывании, кристаллизации и дефлюидизации порфировых штоков – апофиз «материнских» плутонов. Нарращивание каркасов во внешние стороны от контактов интрузивов происходило за счет гидроразрыва вмещающих пород. Подчиненное значение в формировании прожилков отводится контракционному растрескиванию самих интрузивов.

На изученных объектах показаны различия в строении штокверков как следствие разных структурно-петрофизических обстановок их формирования. Вмещающие их РМС автор условно называет «открытыми» и «закрытыми». Для тех и других приводятся модели эволюции рудоносных штокверков: «открытых» на примере Алмалыкского месторождения, «закрытых» на примере месторождения Кызата. Показаны особенности их зональности и влияние физико-механических свойств вмещающих пород на степень рудоконцентрации.

На материале третьего раздела сформулировано третье защищаемое положение. **Деформационное поведение пород при внедрении магмы и их фильтрационные свойства влияли на морфологию порфировых интрузивов, форму и строение сопряженных с ними рудоносных штокверков, уровни концентрации металлов в рудах и запасы месторождений, что необходимо учитывать при их поисках и оценке. Основными механизмами возникновения рудовмещающих структур были гидроразрыв и контракция при охлаждении, кристаллизации и дефлюидизации рудоносных магматических тел, приводившие к образованию трещин в их апикальных частях, а также в породах кровли с раскрытием более древних нарушений. Масштабы проявления этих процессов зависели от петрофизических характеристик вмещающих сред.**

**Метасоматические преобразования пород сопровождались значительными изменениями их физико-механических свойств. Установление направленности и масштабов этих изменений может быть использовано для оконтуривания минерализованных зон.**

К материалам третьего раздела у оппонента имеется 2 замечания.

1. *Доказательством контракционной природы трещин в интрузии является закономерное их расположение (согласное и секущее) относительно контакта. Прослежено ли это на диаграммах трещиноватости (ориентировках прожилков) вдоль эндоконтакта интрузии, если да, на каком статистическом материале?*
2. *В разделе 3.4.3 Изотопная модель штокверков «открытых» и «подэкранных» структурно-петрофизических обстановок автор по соотношению изотопов кислорода во флюидных включениях в кварцевых прожилках доказывает значительное влияние метеорных (в том числе морских) вод в формировании их отдельных генераций. Подтверждается ли участие морских вод в формировании рудных прожилков изотопией серы?*

В целом, следует отметить, что выводы представленные в третьем научном положении обоснованы.

Четвертый раздел диссертации посвящен разработке геолого-генетических моделей меднопорфировых рудно-магматических систем и месторождений. В начале раздела дан обзор генетических моделей меднопорфировых месторождений приведенных в мировой литературе.

Опираясь на мировой опыт, опыт российской (советской) школы геологов и собственные исследования автор для объяснения происхождения меднопорфировых месторождений рассматривает три генетические концепции: классическую ортогенетическую (магматогенно-гидротермальную), рециклинговую и конвективно-рециклинговую («смешанно-флюидную»). Ведущей моделью, по его мнению, является «смешанно-флюидная» модель, в которой в качестве транспортирующих агентов рассматриваются как магматогенные флюиды, так и активизированные метеорные воды, вовлекаемые в околоинтрузивные конвективно-рециклинговые потоки. Источниками рудного вещества в этой модели являются как магматические очаги, так и породы интрузивной рамы, при значительной вариации доли участия немагматических источников растворов и металлов в рудообразовании.

Для количественной оценки перераспределения рудного вещества автором на основе параметрических, морфометрических и концентрационных моделей построены градиентно-векторные модели меднопорфировых месторождений и рудных полей на основе которых создана модель меднопорфировой конвективно-рециклинговой рудообразующей системы. В ней количественно описана гидротермальная конвекция вокруг остывающих интрузивов, показана роль последней в перераспределении металлов в объеме рудных тел и заимствовании рудного вещества из вмещающих пород.

Анализ созданных градиентно-векторных моделей для ряда объектов позволил установить распределение векторов и градиенты изменения концентраций меди в РТ и геохимических ореолах, выявить направления концентрационных потоков, в целом отражающих конфигурацию гидротермальных потоков на основе которых определялась структура геометрической модели меднопорфировой конвективно-рециклинговой рудообразующей системы (МП КРПС), рассчитывались усредненные параметры ее элементов. В системе выделены: зона рудной загрузки (поглощения), охватывающая основной объем конвекционных ячеек, масштаб которых определяется размером пропиловых ореолов, и зона рудной разгрузки растворов (рудотложения). Последняя разделена на: подзону промышленных руд (рудных тел), оконтуриваемую по бортовым содержаниям меди; подзону подрудной разгрузки, расположенную между максимально выщелоченными породами (безрудным «кварцевым ядром») и нижней границей рудных тел; подзону надрудной разгрузки, облегающую рудные тела за их верхними ограничениями (надрудные геохимические ореолы).

В четвертом разделе также выполнено сопоставление разработанной геолого-генетической модели МП КРПС с гидродинамическими моделями природных высокотемпературных гидротермальных резервуаров и с расчетными, в т.ч. компьютерными, моделями теплопереноса, которые показали реальность выполненных модельных построений.

Приведенный в четвертом разделе обширный фактический материал, разнообразие методических подходов к построению генетических моделей, в том числе на основе оценки масштабов тепло-массопереноса позволил автору надежно обосновать четвертое защищаемое положение. **Строение и параметры РМС, пространственно-временная эволюция гидротермальных потоков в их объеме, расшифрованные с помощью градиентно-векторных концентрационных моделей рудных тел и геохимических ореолов, свидетельствуют о том, что условия формирования меднопорфировых месторождений наиболее полно (количественно) могут быть описаны смешанно-флюидной конвективно-рециклинговой геолого-генетической моделью. Она**

предполагает двойственную природу транспортирующих агентов (флюидов, растворов) и рудного вещества – магматогенную (мантийную и коровую) и инфильтрационную (метеорную), а в качестве «проводников» тепла и металлоносных флюидов от «материнских» магматических очагов – порфировые интрузивы и брекчиевые трубки. Многооборотная циркуляция гидротермальных растворов, возникавшая в тепловом поле интрузивов на средних и поздних стадиях развития РМС, приводила к частичному перераспределению металлов.

К разделу имеются замечания касающиеся методики градиентно-векторного анализа.

1. Методика предусматривает использование планов и разрезов месторождений с данными о распределении мощностей рудных тел и содержаний металлов (Cu, Mo и др.) в их пределах с определением значений градиентов и ориентировок векторов в узлах равномерной прямоугольной либо квадратной сети. На взгляд оппонента такой подход, без учета геологических факторов достаточно формален и может привести к серьезным ошибкам (искажениям) в направлении определения потока рудных флюидов. **Вопросы требующие пояснений.** Как при таких построениях будут учитываться пострудные фазы интрузий (дайки) имеющие резкие контакты и фактически разубоживающие рудные тела? Учитывается ли минералогическая зональность? При равных содержаниях меди может наблюдаться изменчивость форм в ряду халькопирит – борнит-халькозин- самородная медь. Как учитываются геохимические барьеры и пострудная разрывная тектоника с большими амплитудами перемещения отдельных частей рудных тел? Если строить модель конвекционных ячеек опираясь только на равномерную сеть узлов без учета геологических структур и минералого-геохимической зональности – это может привести к серьезным ошибкам.

Пятый раздел посвящен разработке прогнозно-поисковых моделей меднопорфириновых рудных районов и узлов вулканоплутонических поясов востока России.

В разделе обобщен многолетний опыт работ автора в составе группы специалистов ЦНИГРИ под руководством А.И. Кривцова по созданию научно-методических основ прогнозирования меднопорфириновых руд на территории СССР и его отдельных регионов.

Результаты проведенных специализированных геологических и минералого-геохимических исследований большого числа месторождений Казахстана (Актогай, Айдарлы, Кызылкия, Коунрад, Коксай, Борлы, Бошекуль, Кенькудук, Каскырказган, Саяк), Узбекистана (Кальмакыр, Дальнее, Северо-Западный Балыкты, Кызата, Сары-Чеку), Урала

(Михеевское, Тарутинское, Салаватское, Андриюшинское, Зеленый Дол, Ново-Николаевское, Бенкала, Баталы), Малого Кавказа (Каджаран, Агарак, Дастакерт, Техут), Чукотки (Песчанка, Находка), Тувы (Аксуг, Кызык-Чадр) в сочетании со значительным объемом проанализированных зарубежных публикаций по объектам Северной и Южной Америки, Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона, послужили основой создания прогнозно-поисковых моделей (ППМ) разноранговых металлогенических таксонов – провинций, металлогенических зон (МЗ) и подзон (МПЗ), потенциальных рудных районов (ПРР), полей (ПРП) и поисковых участков (ПУ).

Различия в геотектонических обстановках формирования, геологическом строении, рудно-метасоматической зональности и минералого-геохимических особенностях руд месторождений меднопорфирового семейства, рассмотренные в работе, легли в основу построения ППМ, являющихся по сути классификационно-признаковыми моделями разноранговых металлогенических таксонов (от провинций до поисковых участков), а также прогнозно-поисковых комплексов (ППК), т.е. наборов оптимальных методов ГРР, применяемых для выявления объектов прогноза и поисков на разных стадиях работ.

Материал пятого раздела работы позволил сформулировать заключительное научное положение. **Комплексные меднопорфировые РМС по масштабам эквивалентны рудным районам и узлам. Их внутренние и фланговые части с собственно меднопорфировыми, скарновыми и жильными месторождениями меди, полиметаллов, золота, серебра, а также внешние с эпитермальными стратоидными, жильными и жильно-прожилковыми золоторудными и золото-серебряными месторождениями могут рассматриваться как рудные поля. Закономерное расположение разнотипных продуктов рудогенеза в объеме таких РМС допускает возможность прогноза их недостающих элементов при наличии любого из них, что учтено в разработанных прогнозно-поисковых моделях потенциальных рудных районов (ПРР) и узлов (ПРУ). На их основе проведено прогнозно-металлогеническое районирование восточных регионов России. В металлогенических зонах ряда минералогенических провинций выделены и оконтурены ПРР и ПРУ, оценена их перспективность на меднопорфировые и сопряженные руды.**

Прогнозные решения представленные в материалах раздела безусловно, кроме научной новизны, имеют важное практическое значение.

По пятому разделу имеются два замечания.

1. Автор достаточно вольно обращается с понятиями «поисковые критерии» и «поисковые признаки». На стр. 116 во фразе «Существо и набор главных поисковых признаков – прямых (формационных, структурных, фациально-

*формационных, метасоматических, рудно-минералогических) и косвенных (геохимических и геофизических) в целом одни и те же ...» формационные и структурные критерии (предпосылки) ошибочно отнесены к прямым признакам. Критерии рудоносности не могут быть прямыми либо косвенными – они либо есть, либо их нет. Так же отнесение всех геохимических признаков к косвенным не корректно. Геохимические аномалии меди и молибдена для меднопорфировых месторождений являются прямыми поисковыми признаками. На стр. 159 таблица 5.3.1 название первого столбца «Элементы модели (прямые и косвенные поисковые критерии и признаки)» также не корректно.*

2. *На рисунке 5.5 – «Вулканоплутонические пояса Российской Федерации...» и в таблице 5.2.1 не понятно на каком основании Ак-Сугское, Сорское и Кызык-Чадрское месторождение объединены в один Саяно-Тувинский вулканоплутонический пояс. Сорское месторождение располагается в Кузнецко-Алтаусской металлогенической провинции и к Саянам отношения не имеет. Возраст продуктивных плутоногенных формаций для этих объектов не корректно определен как нижний карбон. На Сорском месторождении это ордовуик, на Ак-Сугском и Кызык-Чадрском – верхний кембрий.*

В заключении, следует отметить , что представленной Звездовым Вадимом Станиславовичем работе на основании проведенных исследований и обобщения большого фактического материала разработаны геолого-генетические и прогнозно-поисковые модели меднопорфировых рудно-магматических систем, которые легли в основу прогноза, поисков и оценки меднопорфировых месторождений и сопряженных с ними объектов на территории России. Научные и практические результаты работы имеют важное хозяйственное значения для развития минерально-сырьевой базы страны. Представленная диссертация является наиболее крупным обобщением по проблеме прогнозирования и поисков меднопорфировых месторождений в Российской Федерации за всю историю изучения объектов данного типа.

Выводы и положения работы имеют большое практическое значение и широко использованы в методических указаниях по изучению рудно-магматических систем меднопорфирового типа и , несомненно, будут использованы при прогнозировании, поисках и оценке меднопорфировых месторождений.

Отмеченные по отдельным разделам диссертации замечания (ряд из которых носят дискуссионный характер) несколько не снижают положительного впечатления от работы. Отчасти, к недостаткам представления результатов исследований, стоит отнести слишком большой объем текста. Хотя, с другой стороны, детальность и полнота описания

геологического строения большого числа месторождений может иметь самостоятельную ценность.

Основные положения и результаты работы широко апробированы - докладывались на международных форумах, тематических семинарах, конференциях и изложены в многочисленных публикациях, в том числе в 21 статье опубликована в рецензируемых журналах, перечень которых рекомендован ВАК Минобрнауки РФ. Автореферат полностью отвечает содержанию диссертации.

Основываясь на вышеизложенном, считаю, что представленная работа по научному уровню соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Автор ее, Звездов Вадим Станиславович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10. «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Официальный оппонент,

Д. г.-м. н., профессор, заведующий кафедрой Геологии месторождений

и методики разведки ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный

университет» , 660025, Красноярск,

пр. им газеты Красноярский рабочий , 95

[ ]

[ ]

Дата 27.10.2022

