

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
(УФИЦ РАН)

450054, г. Уфа, проспект Октября, 71. Тел./факс: (347) 235-60-22, 284-56-52, e-mail: presidium@ufaras.ru, presid@anrb.ru

Код организации 81, ОГРН 1030204207582, ИНН 0274064870, КПП 027601001

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ФГБНУ УФИЦ РАН,

д.б.н. В.Б. Мартыненко

18 августа 2025



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (УФИЦ РАН) на диссертационную работу Крупенина Михаила Тихоновича «Магнезиально-железистые карбонатные руды в рифейских отложениях Башкирского мегантиклинория (источники вещества, этапы и механизмы образования)», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Михаил Тихонович Крупенин является одним из ведущих в России специалистов, много лет исследующим условия, источники вещества и механизмы образования магнезиально-железистых карбонатных руд. Его публикации, обобщением которых является данная диссертационная работа, посвящены месторождениям и проявлениям кристаллического магнезита, составляющим Южно-Уральскую провинцию, одну из крупнейших в мире, а также ассоциированным с ними месторождениям сидерита. Как известно, магнезит является главным сырьем для получения периклаза — базового компонента многих металлургических процессов, а сидерит — промышленной железной рудой. Обоснование генетической связи магнезитов и сидеритов в данном регионе открывает новые возможности для прогнозирования еще не открытых залежей и определяет актуальность данного исследования.

Выводы автора основаны на анализе обширного фактического материала, собранного им в ходе более чем 30-летних исследований; результаты анонсированы в более 60 публикациях и широко известны мировой общественности, в том числе около 40 статей в рецензируемых научных журналах по списку ВАК, монографии, главах в 5 коллективных монографиях, патенте на изобретение.

Научная новизна приводимых в диссертации результатов неоспорима. Впервые с высокой степенью детальности описаны геологическое строение, тектоника, литология рифейских терригенно-карбонатных толщ Южного Урала, несущих горизонты с эвапоритовой седиментацией, содержащих месторождения кристаллического магнезита. По позиции в разрезе, морфологии, структурно-текстурным и геохимическим признакам автором выделены два их подтипа — саткинский и исмакаевский. Впервые в мировой практике с помощью физико-химического моделирования обоснована ключевая роль нагретого рассольного высокомагнезиального флюида с низким редокс-потенциалом для генерации месторождений магнезитов в данном секторе. Установлены температурные рамки протекания этого процесса для месторождений Саткинской и Исмакаевской групп. Инновационным подходом также является комплексное изучение изотопных характеристик карбонатных пород и руд: радиогенных (U, Pb, Sr и Nd) и стабильных (C, O, D, S) изотопов, позволившее установить коровую природу метасоматизирующего флюида. Крайне важны также многочисленные полученные автором новые геохронологические данные (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr), позволившие обосновать этапы тектоно-термальной и флюидной активности в регионе, имеющие место в интервале возраста 1400-1000 млн лет, приуроченные к перерывам в осадконакоплении и тектоническим перестройкам в регионе. Показано, что для каждого этапа характерны свои минерогенические особенности. В результате рифейские толщи насыщены месторождениями Mg- и Mg-Fe карбонатов, барита и полиметаллов, флюорита.

Важнейшим **научным результатом** данного исследования является установление стадийности рудогенеза и создание генетических моделей магнезитового и сидеритового оруденения в карбонатных толщах, приуроченных к надрифтовым впадинам. Эти модели имеют фундаментальное значение, могут быть применены для многих мировых объектов подобной геодинамической позиции на кратонах. Понимание процессов формирования крупных залежей кристаллического магнезита — важный шаг на пути к решению в целом проблемы образования эпигенетических карбонатов в осадочных бассейнах. Убедительные аргументы в пользу рассольной природы рудообразующих флюидов расширяют представления о распространении эвапоритов в докембрийское время.

Глубокий комплексный подход позволил выделить сочетание ряда факторов

(климатический, литогенетический, структурный, геодинамический), позволяющих прогнозировать наличие крупных залежей метасоматических магнезитов.

Автором использованы очень разнообразные, самые современные методы исследования вмещающих пород, рудных минералов, в том числе флюидных включений, использованы ключевые изотопно-геохронологические параметры, включая большинство изотопных систематик, применяемых в геологических исследованиях карбонатных пород. Измерения проводились с использованием международных стандартных образцов в ведущих лабораториях России и ряда зарубежных стран.

При обработке данных применялись также математические методы (статистический анализ, расчет P - T по геотермометрам и геобарометрам и т. п.). Для понимания применимости генетических моделей было осуществлено численное физико-химическое моделирование взаимодействия раствор–порода, которое внесло определенные ограничения в представления о параметрах магнезиального метасоматоза, протекающего по карбонатным протолитам.

Всё это указывает на высокую степень обоснованности и достоверности полученных выводов.

Практическая ценность работы широка и разнопланова. 1) Детальное описание геологических разрезов и карьеров, датирование ряда ключевых осадочных толщ следует использовать для уточнения представлений о геологическом строении и верхнедокембрийской истории развития западного склона Южного Урала при составлении геологических карт нового поколения. Результаты исследований в виде тематических отчетов и информационных записок предоставлены геологоразведочным и горнорудным предприятиям региона; 2) Поскольку кристаллические магнезиты являются основой для получения периклаза (огнеупор), то созданные генетические модели могут быть применены для других подобных объектов России и мира. Это определяет прикладное значение моделей, т. к. знания закономерностей размещения залежей магнезита и сидерита необходимы для решения прогнозно-поисковых задач. 3) Толщи проницаемых карбонатных пород, в том числе — доломитов, являются важными коллекторами, которые могут вмещать залежи углеводородного сырья, метасоматических полиметаллических, магнезитовых и железорудных месторождений. Поэтому понимание механизмов образования эпигенетических карбонатов в осадочных толщах — важный аспект для прогнозирования указанных видов полезных ископаемых. 4) Обилие цифровой информации (таблицы аналитических данных), выделенных в отдельный том, дают широкий простор для использования этих материалов при проведении аналогий, сравнительных характеристик месторождений разных регионов, предварительного прогнозирования. 5) Материалы

данной диссертационной работы рекомендуется использовать при преподавании учебных курсов, связанных с литологией терригенно-карбонатных комплексов, закономерностями миграции флюидов в надрифтовых бассейнах, представлениями о метасоматическом образовании рудного и нерудного минерального сырья.

Работа (2 тома) состоит из Введения, 5 основных глав, каждая из которых представляет отдельный интерес, и Заключения. Во Введении приведены сведения о диссертационной работе: фактическом материале, целях и задачах исследования, методах и подходах, научной новизне и практической значимости результатов исследования, их апробации, публикациях по теме диссертации и т.п. Глава 1 представляет краткий очерк геологического строения Южного Урала, детальное описание типового разреза рифея. Впервые детально описано строение и развитие Приуральской надрифтовой впадины с приуроченным к ней определенным набором месторождений: кристаллические магнезиты и сидериты, флюориты, бариты и полиметаллы. Глава 2 посвящена рассмотрению признаков эпизодов эвапоритовой седиментации в осадочных бассейнах позднедокембрийского времени, приведены примеры современных и ископаемых карбонатно-эвапоритовых отложений с пояснением возможных причин изменения масштабов их распространения в истории планеты. В главе 3 охарактеризованы геологическое строение, вещественный состав типовых рифейских месторождений кристаллического магнезита, брейнерита и сидерита в Башкирском мегантиклинории. Наиболее важной и фундаментальной является глава 4. Она сама по себе является замечательной сводкой по сравнительному анализу мировых данных о месторождениях кристаллических магнезитов, объемом 61 стр. (раздел 4.1.8) и сидеритов (раздел 4.2.8)! Для верификации генетических моделей приведены расчеты, позволившие с помощью физико-химического моделирования уточнить параметры формирования месторождений кристаллических магнезитов и брейнеритов (на примере типовых объектов Южного Урала). В главе 5 показано место формирования и эволюции рассольных флюидов в позднедокембрийской геологической истории региона (восточная окраина Восточно-Европейской платформы), обоснованы этапы тектоно-термальной активности, факторы рудообразования и в целом — критерии поиска аналогичных метасоматических месторождений в терригенно-карбонатных бассейнах надрифтовых впадин. В Заключении подведены основные итоги исследований, кратко сформулированы выводы и достижения, направления дальнейших работ.

Принципиальных замечаний в рамках обозначенных моделей выводы автора не вызывают. Выдвинутые соискателем защищаемые положения представляются достаточно обоснованными. Можно высказать отдельные мелкие комментарии и рекомендации.

Глава 1 — по нашему мнению, можно было бы несколько более подробно

охарактеризовать магматическую историю описываемого временного интервала (1.7-0.6 млрд лет). Это позволило бы акцентировать внимание на влиянии или отсутствии роли магматогенного фактора в составе рудообразующих флюидов.

В главах 2 и 3 — встречаются ряд повторений, касающихся текстурно-структурных признаков карбонатных пород, описаний разрезов и т. п. Некоторые литологические признаки эвапоритовых обстановок, представленных автором, имеют спорный характер. Например, литологические структуры, изображенные на рис. 2.8, 2.9, 2.11, 2.23 и 2.25, с уверенностью нельзя считать атектоническими, как полагает автор. На рис. 2.9, приводимые вертикальные прожилки, не выходящие за пределы одного слоя, могут являться залеченными трещинами отрыва. На рис. 2.23 присутствие срединного шва в напоминающем, по мнению автора, прожилке гипса-селенита, напротив, указывает на его тектоническую природу. На рис. 2.25 наблюдаемые структуры логичнее описываются как трещины синерезиса. Также автором недостаточно рассмотрены современные варианты интерпретации природы энтеролитовых складок, возникающих при тектонических деформациях эвапоритовых толщ. В частности, для кунгурских отложений Предуралья прогиба показано (Горожанин, 2016), что подобные складки являются не следствием перехода ангидрит-гипс, а связаны с образованием конкреций-нодулей при межслоевом скольжении.

На схематической геологической карте Бакальского рудного поля (рис. 3.74 и в автореферате рис. 15) использованы повторяющиеся обозначения (№№ 8 и 9) для месторождений, а для Центрального Иркутска и Гаёвского — они отсутствуют, что создает путаницу.

Глава 4 — При описании Rb-Sr систематики карбонатных пород месторождений магнезитов и сидеритов (стр. 315-321) остается непонятным, учитывалась ли в аналитических построениях радиогенная добавка ^{87}Sr или были использованы только измеренные значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, особенно когда речь идет об Исмакаевском подтипе МКМ.

Приводимый в диссертации рис. 4.30 (в автореферате это рис. 12), посвященный модели формирования Саткинских магнезитовых месторождений, не имеет условных обозначений, что делает его в значительной мере непонятным. В частности, в модели не ясным остается присутствие прослоев эвапоритовых минералов на последней стадии, которые по представлениям автора должны были уже раствориться.

В главе 4 детально не рассмотрены источники, за счет которых в Бакальском и Исмакаевском месторождениях, по времени образования не совпадающих и далеко оторванных от машакского вулканизма, были нагреты рудоносные рассолы до средних температур 220-270°C, аналогичных с Саткинским месторождением (250°C),

формировавшемся в машакское время.

В целом в главе 4 вызывает большое уважение подробное изложение материалов по мировым объектам разного генезиса с указанием индикаторных признаков, гипотезам образования карбонатных руд, но это очень увеличивает объем работы и несколько затрудняет (для неискушенных читателей) принятие выводов автора относительно рассольной природы флюидов.

Глава 5 — не хватает рисунков, касающихся позиции палеоконтинента Балтика или хотя бы каких-то «палеогеодинамических» рисунков во временном интервале 2060-1000 (600) млн лет, поскольку в тексте о нём/них в этом разделе неоднократно идёт речь.

Сделанные замечания не умаляют ценности представленной М.Т. Крупениным диссертационной работы, которая является самостоятельным крупным исследованием, указывающим на высокую квалификацию автора в данном вопросе, что подтверждено количеством и уровнем публикаций, резонансом результатов среди российской и мировой геологической общественности, о чем говорит активное обсуждение его материалов на конференциях различного уровня, рекомендации М.Т. Крупенина в качестве рецензента для крупнейших международных изданий.

Автором разработаны важные теоретические положения, разработку этапности образования месторождений магнезита и сидерита и их генетические модели в совокупности можно квалифицировать как фундаментальное научное достижение, вклад в решение проблемы образования метасоматических залежей Fe-Mg руд в карбонатных последовательностях. Показанное выше разноплановое практическое значение результатов работ может внести значительный вклад в развитие минерально-сырьевой базы нашего государства и дружественных стран.

Диссертационная работа М.Т. Крупенина «Магнезиально-железистые карбонатные руды в рифейских отложениях Башкирского мегантиклинория (источники вещества, этапы и механизмы образования)», представленная по специальности 1.6.10 — «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» полностью отвечает паспорту данной специальности.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Автореферат и Диссертация отвечают требованиям, предъявляемым ВАК РФ. У автора настоящего отзыва нет никаких сомнений в том, что диссертация М.Т. Крупенина в полной мере соответствует критериям, изложенным в «Положении о присуждения ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 824 (ред. от 26.10.2023) и требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Автор диссертации — Михаил Тихонович Крупенин, безусловно, заслуживает присуждения

ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 — «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

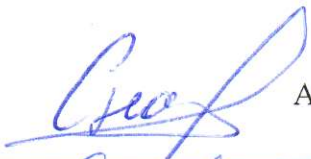
И.о. заведующего лаборатории "Рудных месторождений"

Института геологии УФИЦ РАН,

кандидат геолого-минералогических наук

Адрес: 450077 г. Уфа, ул. Карла Маркса, дом 16/2

тел.: +7 (927) 638-10-32, e-mail: savant@rambler.ru


А.В. Сначёв



Подпись 
Сначёв А.В.
директора ИГ УФИЦ РАН
(И.И. Асеев)
10 апреля 2025 г.

Я, Сначёв Александр Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

Отзыв на диссертационную работу Крупенина Михаила Тихоновича рассмотрен и одобрен в качестве официального на заседании Ученого Совета ИГ УФИЦ РАН 10 апреля 2025 г., протокол № 4 от 10 апреля 2025 г.

Ученый секретарь ИГ УФИЦ РАН



Е.А. Тимофеева