

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.050.01 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В.С. СОБОЛЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ КРУПЕНИНА МИХАИЛА ТИХОНОВИЧА НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 22.05.2025 г. № 03/15

О присуждении **Крупенину Михаилу Тихоновичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация «**Магнезиально-железистые карбонатные руды в рифейских отложениях Башкирского мегантиклинория (источники вещества, этапы и механизмы образования)**» по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» принята к защите 19.02.2025 г., протокол № 03/2, диссертационным советом 24.1.050.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, просп. акад. Коптюга, 3), приказ МИНОБРНАУКИ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель: **Крупенин Михаил Тихонович**, 1954 года рождения, в 1987 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 04.00.14 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения», на тему «Сидеритовая формация Бакала, ее геологическая позиция и условия образования» в диссертационном совете, созданном на базе Института геологии и геохимии Уральского отделения Российской академии наук (ИГГ УрО РАН). Соискатель работает ведущим научным сотрудником в Федеральном Государственном бюджетном учреждении науки Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории литологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук.

Научный консультант – доктор геолого-минералогических наук **Парначев Валерий Петрович**, профессор кафедры динамической геологии, Национальный исследовательский Томский государственный университет.

Официальные оппоненты:

Брусницын Алексей Ильич – доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – «Минералогия, кристаллография», заведующий кафедрой минералогии Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета (г. Санкт-Петербург);

Кулешов Владимир Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Геологического института РАН (г. Москва);

Масленников Валерий Владимирович – доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Южно-Уральского Федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН (г. Миасс), **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Уфимский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (УФИЦ РАН), г. Уфа. В положительном заключении, подписанном **Сначёвым Александром Владимировичем**, и.о. заведующего лабораторией рудных месторождений Института геологии УФИЦ РАН, указано, что автором выполнена большая работа, имеющая как научную, так и практическую значимость. 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. Диссертационная работа Крупенина М.Т. содержит научно обоснованные защищаемые положения, соответствующие специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения». Крупенин Михаил Тихонович заслуживает присуждения ему искомой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Соискателем М.Т. Крупениным представлено 34 статьи в ведущих российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы данных WoS и Scopus:

1. Анфимов Л.В., Бусыгин Б.Д., **Крупенин М.Т.** Закономерности распределения железа в породах рифейской сидеритовой формации Бакала на Южном Урале // *Литология и полезные ископаемые*. 1984. № 1. С. 136-143.
2. Maslov A., Ivanov K., Ivanov S., Erdtmann B.-D., **Krupenin M.** The main tectonic events, depositional history, and the palaeogeography of the southern Urals during the Riphean-early Palaeozoic // *Tectonophysics*. 1997. № 276. P. 313-335.
3. Ellmies R., Voightlaender G., Germann K., **Krupenin M.**, Moeller P. Origin of giant stratabound deposits of magnesite and siderite in Riphean carbonate rocks of the Bashkir mega-anticline, western Urals. // *Geologische Rundschau*. 1999. 87. P. 589-602.
4. **Крупенин М.Т.**, Мёллер П., Дульски П. Редкоземельные и малые элементы во флюоритах и вмещающих доломитах суранской свиты (нижний рифей, Южный Урал) // *Геохимия*, 1999, № 11. С. 1165-1177
5. Маслов А.В., **Крупенин М.Т.**, Гареев Э.З. Индикаторы палеоклимата: сопоставление возможностей на примере осадочных последовательностей рифея западного склона Южного Урала / *Литология и полезные ископаемые*. 2003. 38. № 5, С. 427-446.
6. Демчук И.Г., **Крупенин М.Т.**, Сазонов В.Н. Механизм полистадийного образования сидерита в Бакальском рудном поле (Южный Урал) / *Зап. ВМО*. 2003. № 5. С. 86-93.
7. Кузнецов А.Б., Овчинникова Г.В., Горохов И.М., Каурова О.К., **Крупенин М.Т.**, Маслов А.В. Sr-изотопная характеристика и Pb-Pb возраст известняков бакальской свиты (типовой разрез нижнего рифея, Южный Урал) // *Доклады АН*. 2003. Т. 391А. № 6. С. 819-822.
8. **Крупенин М.Т.** Минерагеническое и геодинамическое значение среднерифейского времени на западном склоне Южного Урала // *Доклады АН*. 2004, Т. 399. № 4. С. 503-505.
9. **Krupenin M.T.** Comparison of Lower and Middle Riphean sparry magnesite deposits of the South Urals province // IGCP 443 Newsletter No. 2 - 2002, a Special Issue of the *Boletim Paranaense de Geociencias*. 2002. 50. Curitiba. Brasil. P. 43-50.
10. Маслов А.В., Ронкин Ю.Л., **Крупенин М.Т.**, Гареев Э.З., Лепихина О.П. Источники сноса рифейских бассейнов седиментации области сочленения Русской платформы и Южного Урала: синтез петрографических, петро- и геохимических данных // *Доклады АН*. 2003. Т. 389. № 2. С. 219–222.
11. **Krupenin M.T.**, Y/Ho ratio as genetic indicator of sparry magnesites (South Urals, Russia) // *Acta Petrologica Sinica*. 2004. 20. 04. P. 803-816.
12. **Крупенин М.Т.**, Прохаска В. Эвапоритовая природа флюидных включений в кристаллических магнезитах саткинского типа // *Доклады АН*. 2005. Т. 403. № 5. С. 661-663.
13. Кузнецов А.Б., **Крупенин М.Т.**, Овчинникова Г.В., Горохов И.М., Маслов А.В. Каурова О.К., Эльмис Р. Формирование и преобразование карбонатных пород и сидеритовых руд бакальской свиты нижнего рифея (Южный Урал): Sr-изотопная характеристика и Pb-Pb возраст // *Литология и полезные ископаемые*. 2005. № 3. с. 227–249.

14. Крупенин М.Т. Геолого-геохимические типы и систематика РЗЭ месторождений Южно-Уральской магнезитовой провинции // *Доклады АН*. 2005. Т. 405. № 5. С. 243-246.
15. Кузнецов А.Б., Крупенин М.Т., Горохов И.М., Маслов А.В., Константинова Г.В., Кутявин Э.П. Изотопный состав Sr в нижнерифейских карбонатных породах магнезитосодержащей саткинской свиты, Южный Урал // *Доклады АН*. 2007. Т. 414. № 2. С. 233–238.
16. Кузнецов А.Б., Овчинникова Г.В., Семихатов М.А., Горохов И.М., Каурова О.К., Крупенин М.Т., Васильева И.М., Гороховский Б.М., Маслов А.В. Sr изотопная характеристика и Pb-Pb возраст карбонатных пород саткинской свиты, нижнерифейская бурзянская серия Южного Урала // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2008. Т. 16. № 2. С. 16–34.
17. Крупенин М.Т., Котляров В.А., Гуляева Т.Я., Петрищева В.Г. Стадийность магнезиального метасоматоза в различных типах магнезитовых месторождений Южно-Уральской провинции (по данным микроанализа) // *Литосфера*. 2008. № 3. С. 98-120.
18. Крупенин М.Т., Кузнецов А.Б. Sr-изотопная характеристика магнезитов и вмещающих карбонатных пород, нижний рифей, Южно-Уральская провинция // *Литосфера*. 2009. № 5. С. 56-71.
19. Крупенин М.Т., Прохаска В., Маслов А.В. Cl-Br-Na-систематика флюидных включений в магнезитах Южно-Уральской провинции // *Доклады АН*. 2009. Т. 426. № 3. С. 351–354.
20. Крупенин М.Т., Кузнецов А.Б., Крылов Д.П., Маслов А.В. Стабильные изотопы кислорода и углерода как индикаторы магнезиального метасоматоза в отложениях нижнего рифея Южного Урала // *Доклады АН*. 2011. Т. 439. № 5. С. 660–664.
21. Крупенин М.Т., Прохаска В., Ронкин Ю.Л. Стадийность образования флюоритов месторождения Суран (Башкирский мегантиклинорий) по данным изучения лантаноидов, флюидных включений и Sr-Nd систематики // *Литосфера*, 2012. 5. С. 126-144.
22. Крупенин М.Т., Гараева А.А., Клюкин Ю.И., Балтыбаев Ш.К., Кузнецов А.Б. Флюидный режим магнезитового метасоматоза на Саткинских месторождениях Южно-Уральской провинции (термоксиометрия флюидных включений) // *Литосфера*. 2013. № 2. С. 120-134.
23. Prochaska W., Krupenin M., Evidence of Inclusion Fluid Chemistry for the Formation of Magnesite and Siderite Deposits in the Southern Urals // *Mineralogy and Petrology*. 2013. V. 107. № 1. P. 53-65.
24. Овчинникова Г.В., Кузнецов А.Б., Крупенин М.Т., Горохов И.М., Каурова О.К., Маслов А.В., Гороховский Б.М. U-Pb-систематика протерозойских магнезитов Саткинского месторождения Южного Урала: источник флюида и возраст // *Доклады АН*. 2014. Т. 456. № 2. С. 219–222.
25. Маслов А. В., Мизенс Г. А., Подковыров В. Н., Ножкин А. Д., Сокур Т. М., Малиновский А. И., Сорокин А. А., Смирнова Ю. Н., Гареев Э. З., Дмитриева Н. В., Крупенин М. Т., Летникова Е. Ф. Синорогенные глинистые породы: особенности валового химического состава и палеотектоника // *Геохимия*. 2015, № 6, с. 512–538.
26. Крупенин М.Т., Гараева А.А. Источники флюидов для метасоматических магнезитов Исмакаевского месторождения Южно-Уральской провинции (термоксиометрия флюидных включений) // *Литосфера*. 2015. № 2. С. 133-139.
27. Крупенин М.Т., Кузнецов А.Б., Константинова Г.В. Сравнительная Sr-Nd систематика и распределение РЗЭ в типовых магнезитовых месторождениях нижнего рифея Южно-Уральской провинции // *Литосфера*. 2016. № 5. С. 58-80.
28. Крупенин М.Т., Кольцов А.Б. Геологическое строение, состав и физико-химическая модель образования месторождений кристаллического магнезита Южного Урала // *Геология рудных месторождений*. 2017. Т. 59. № 1. С. 17-40.
29. Крупенин М.Т. Температурные ограничения метасоматоза Бакальских сидеритовых месторождений по геохимическим данным // *Вестник Пермского Университета. Геология*. 2017. Т. 16. № 2. С. 167-178.

30. Овчинникова Г.В., Кузнецов А.Б., **Крупенин М.Т.**, Васильева И.М., Каурова О.К. Pb-Pb возраст рифейских магнетитов Бакальского рудного поля // *Доклады АН*. 2018. Т. 481. № 5. С. 529-533.

31. **Крупенин М.Т.**, Мичурин С.В. Индикаторные изотопно-геохимические характеристики сульфидов из Саткинского магнетитового месторождения (Южно-Уральская провинция) // *Доклады АН*. 2018. Т. 478. № 3. С. 328–331.

32. **Крупенин М.Т.** Коллапс-брекчии как признак бывшего присутствия эвапоритов (саткинская свита нижнего рифея, Южный Урал) // *Вестник Пермского Университета. Геология*. 2018. Т. 16. № 2. С. 167-178.

33. **Крупенин М.Т.**, Мичурин С.В., Шарипова А.А., Гараева А.А., Замятин Д.А., Гуляева Т.Я. Условия формирования Fe–Mg метасоматических карбонатов в нижнерифейских терригенно-карбонатных отложениях Южного Урала» // *Литология и полезные ископаемые*. 2019. № 3. С. 262-277.

34. **Крупенин М. Т.**, Кузнецов А. Б., Червяковская М. В., Гуляева Т. Я., Константинова Г. В. Источник рудных флюидов и Sm–Nd возраст сидеритов крупнейшего Бакальского месторождения, Южный Урал // *Геология рудных месторождений*. 2021. Т. 63. № 4. С. 334-363.

35. Патент: Способ определения солености флюидных включений: Рос. Федерация: Панкрушина Е.А., Вотяков С.Л., **Крупенин М.Т.**; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук. - № 2021132934; заявл. 12.11.2021; патент № 2777264, 27.07.2022.

На автореферат диссертации поступило 29 отзывов (все положительные, из них 10 без замечаний) от: 1) д.г.-м.н., профессора кафедры Геологии, минералогии и петрографии Уральского государственного горного университета, **Петрова Георга Аскольдовича** (г. Екатеринбург), 2) д.г.-м.н., Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г. Владивосток), **Веливецкой Татьяны Алексеевны**, 3) д.г.-м.н. **Беленицкой Галины Александровны** (г. Санкт-Петербург); 4) сотрудников Воронежского государственного университета зав. кафедрой Исторической геологии и палеонтологии геологического факультета, профессора, д.г.-м.н. **Савко Аркадия Дмитриевича** и доцента, к.г.-м.н. **Черешинского Алексея Васильевича** (г. Воронеж); 5) д.г.-м.н., главного научного сотрудника Института Геологии Коми научного центра УрО РАН., **Андреичева Валентина Леонидовича** (г. Сыктывкар); 6) ведущего научного сотрудника, д.г.-м.н. Института геологии и минералогии СО РАН, **Лиханова Игоря Ивановича** (г. Новосибирск); 7) сотрудников Института геологии и геохронологии докембрия РАН, директора Института, член-корреспондента РАН, д.г.-м.н. **Кузнецова Антона Борисовича** и старшего научного сотрудника, д.г.-м.н. **Кольцова Александра Борисовича** (г. Санкт-Петербург); 8) профессора кафедры литологии Губкинского университета нефти и газа, д.г.-м.н. **Кузнецова Виталия Германовича** (г. Москва); 9) старшего научного сотрудника лаборатории литологии и стратиграфии Института геологии и геохронологии докембрия, д.г.-м.н. **Шишлова Сергея Борисовича** (г. Санкт-Петербург); 10) сотрудников Института геологии Коми научного центра УрО РАН, главного научного сотрудника, д.г.-м.н. **Силаева Валерия Ивановича** и старшего научного сотрудника, к.г.-м.н. **Хазова Антона Федоровича** (г. Сыктывкар); 11) д.г.-м.н., доцента, заведующего кафедрой региональной геологии и полезных ископаемых Казанского (Приволжского) федерального университета, **Сунгатуллина Рафаэля Харисовича** (г. Казань); 12) д.г.-м.н., профессора кафедры палеонтологии и стратиграфии Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, **Зориной Светланы Олеговны** (г. Казань); 13) д.г.-м.н., заведующего лаборатории геологии месторождений полезных ископаемых, Горного института УрО РАН, **Чайковского Ильи Ивановича** (г. Пермь); 14) д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника Института геологии и геохимии УрО РАН, **Дворника Геннадия Петровича** (г. Екатеринбург); 15) д.г.-м.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории региональной геологии Института геологии

Коми научного центра УрО РАН, **Пыстина Александра Михайловича** (г. Сыктывкар); 16) сотрудников кафедры минералогии и литологии Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета д.г.-м.н., профессора **Морозова Владимира Петровича** и доцента, к.г.-м.н. **Кольчугина Антона Николаевича** (г. Казань); 17) сотрудников кафедры недропользования и нефтегазового дела Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Инженерная академия заведующего кафедры, к.г.-м.н. **Котельникова Александра Евгеньевича** и профессора, д.г.-м.н. **Георгиевского Алексея Федоровича** (г. Москва); 18) д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника Института геологии и геохимии УрО РАН, **Козлова Павла Сергеевича** (г. Екатеринбург); 19) к.г.-м.н., начальника группы седиментологии УЛИК АО «ТомскНИПИнефть», **Шалдыбина Михаила Викторовича** (г. Томск); 20) д.г.-м.н., профессора кафедры минералогии и петрографии геологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета, **Ибламинова Рустема Гильбрахмановича** (г. Пермь); 21) сотрудников Института геологии УФИЦ РАН к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории геохимии и изотопной геологии **Мичурина Сергея Васильевича** и к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории геотектоники и региональной геологии **Сергеевой Нины Дмитриевны** (г. Уфа); 22) к.г.-м.н., заведующего лаборатории геохимии и изотопной геологии Института геологии УФИЦ РАН, **Горожанина Валерия Михайловича** (г. Уфа); 23) д.г.-м.н., заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника лаборатории петрологии магматических формаций Института геологии и геохимии УрО РАН, **Холоднова Владимира Васильевича** (г. Екатеринбург); 24) д.г.-м.н., главного научного сотрудника Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, **Боевой Натальи Михайловны** (г. Москва); 25) д.г.-м.н., профессора ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», академика РАЕН **Мустафина Сабира Кабировича** и к.г.-м.н., директора ООО «Уральское горно-геологическое агентство», эксперта Волго-Уральского филиала ФБУ «ГКЗ» **Кочергина Александра Владимировича** (г. Уфа); 26) к.г.-м.н., доцента отделения геологии Инженерная школа природных ресурсов Томского политехнического университета **Рудмина Максима Андреевича** (г. Томск); 27) к.г.-м.н., доцента кафедры месторождений полезных ископаемых Института наук о Земле, Южный федеральный университет, **Грановской Натальи Васильевны** (г. Ростов-на-Дону); 28) д.г.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории седиментологии и геохимии осадочных бассейнов Геологического института РАН, председателя научного совета по проблемам литологии и осадочных полезных ископаемых ОНЗ РАН, **Гаврилова Юрия Олеговича** (г. Москва); 29) д.г.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории петрографии Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН **Носовой Анны Андреевны** (г. Москва).

В отзывах отмечено, что диссертационная работа является фундаментальным научным исследованием, решающим крупную научную проблему и вносящим вклад в теорию и практику исследования формирования эпигенетических магнезиально-железистых карбонатов в осадочных толщах, для решения задач в области наращивания минерально-сырьевой базы РФ. Подчеркивается значительный объем данных по изучению вещественного состава осадочных и метасоматических карбонатных пород, и руд, применение широкого круга современных аналитических методов исследования. Полученные соискателем результаты признаны мировым сообществом, что подтверждается публикациями в высокорейтинговых журналах. Основные защищаемые положения достоверны и обоснованы.

Основные замечания, вопросы и комментарии по автореферату и диссертации следующие: 1) некоторая некорректность формулировки литологических признаков эвапоритового седиментогенеза в рудовмещающих карбонатных породах (И.И. Чайковский, В.М. Горожанин, официальный оппонент В.В. Масленников); 2) недостаточно представлено доказательств мелководных эвапоритовых обстановок при образовании карбонатов саткинской и суранской свит (официальный оппонент В.В. Масленников; В.М. Горожанин); 3) источник Mg в рудоносных растворах, закономерности миграции K, Na, Ca, Fe в эвапоритовом процессе показан декларативно (Н.В. Грановская; И.И. Чайковский, В.М.

Горожанин; В.П. Морозов, А.Н. Кольчугин); 4) в автореферате не приведена стадийность аутигенного минералообразования вторичных карбонатных минералов при метасоматическом массопереносе и наложенном метаморфизме (официальный оппонент В.В. Масленников, И.И. Чайковский, В.П. Морозов, А.Н. Кольчугин, Г.П. Дворник, П.С. Козлов); 5) дискуссионности применения терминов «гидротермально-метасоматические» или «гидрогенные» месторождения (Р.Г. Ибламинов); 6) краткого изложения методических вопросов определения U-Pb изотопной систематики и возраста карбонатных пород (С.О. Зорина); 7) недостаточно подробно охарактеризованы различия рифтогенного и тектоно-термальных гренвилльских этапов в бассейнах надрифтовой впадины и роль магматизма во флюидной миграции (В.В. Холоднов, А.М. Пыстин, ведущая организация, С.В. Мичурин, Н.Д. Сергеева, А.А. Носова); 8) неполноты раскрытия количественной или качественной оценки условий метасоматоза для брейнерита и сидероплезита (официальный оппонент А.И. Брусницын, Н.М. Боева, М.А. Рудмин, Р.Х. Сунгатуллин, Ю.О. Гаврилов); 9) обсуждения проблемы эвапоритовых сульфатов как составной части модели образования залежей магнезита (М.В. Шалдыбин); 10) отсутствия четких рекомендации поискового характера (А.Е. Котельников, А.Ф. Георгиевский, А.В. Кочергин, Н.М. Боева); 11) редакторских правок по структуре диссертации для большей ясности восприятия материала (главы 1, 2, 4) (официальный оппонент А.И. Брусницын); 12) в наборе минералогических признаков наличия эвапоритовых рассолов не отражена позиция второстепенных и акцессорных минералов (официальный оппонент А.И. Брусницын); 13) нормировки анализов редкоземельных элементов (помимо хондрита) допускает применение других эталонов (официальные оппоненты А.И. Брусницын, В.Н. Кулешов, А.Ф. Георгиевский); 14) использования терминологической лексики, касающихся изотопных данных (официальный оппонент В.Н. Кулешов, М.А. Рудмин); 15) использования терминологической лексики, относящиеся как к седиментогенезу, так и к разным стадиям литогенеза (официальный оппонент В.Н. Кулешов); 16) рассмотрения альтернативной модели для возможности глубоководных условий образования рассолов, связанных с зонами газовых просачиваний (официальный оппонент В.В. Масленников).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Брусницын Алексей Ильич является высококвалифицированным специалистом в области минералогии и геохимии марганцевых и полиметаллических месторождений в рифтогенных зонах на континенте, в том числе и в карбонатных породах, **Кулешов Владимир Николаевич** – в области изотопной геохимии карбонатных пород и месторождений марганца и фосфоритов, сформированных в седименто- и литогенезе, а **Масленников Валерий Владимирович** – в области вулканогенно-осадочных месторождений, образованных в океанических обстановках. Оппоненты имеют публикации в высокорейтинговых изданиях в сфере, соответствующей тематике диссертации, и способны объективно оценить данную диссертационную работу.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что направление ее научно-исследовательской и прикладной деятельности на территории развития верхнедокембрийских отложений в Башкирском мегантиклинории полностью соответствует тематике диссертации, а специалисты могут объективно и аргументировано оценить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что в ходе выполненных соискателем исследований разработана новая научная концепция термально-рассольного метасоматического генезиса кристаллических магнезитов и сидеритовых руд в рифейских терригенно-карбонатных осадочных толщах Башкирского мегантиклинория на западном склоне Южного Урала, основанная на комплексе геолого-минералогических и изотопно-геохимических данных, подкрепленных результатами физико-химического моделирования. Выделены три крупных этапа рудогенеза (машакский, авзянский и предзильмердакский), связанные с рифтогенезом и активизацией флюидных систем в пределах Приуральской впадины в мезопротерозое. Установлено, что магний поступал из эвапоритовых рассолов, а железо экстрагировалось из глинистых пород в процессе длительного катагенетического взаимодействия с

захороненными рассолами. Комплексный подход позволил выделить сочетание факторов (климатический, литогенетический, структурный, геодинамический), позволяющих прогнозировать наличие крупных залежей метасоматических магнезитов в регионах со сходным геологическим строением.

Теоретическая значимость исследования заключается в решении крупной научной проблемы – происхождения месторождений кристаллического магнезита и других Mg-Fe карбонатных метасоматитов в карбонатных толщах, приуроченных к надрифтовым впадинам. Это новый шаг на пути к пониманию в целом механизмов образования эпигенетических карбонатов в осадочных бассейнах, основанный с применением численных методов. Приведенные аргументы в пользу рассольной природы рудообразующих флюидов расширяют фундаментальные представления о распространении эвапоритов в докембрийское время и роли захороненных рассолов как источника магния и железа для формирования крупных месторождений.

Доказаны следующие положения:

1. Крупнейшие гидротермально-метасоматические месторождения кристаллического магнезита и сидерита в Башкирском мегантиклинории на западном склоне Южного Урала приурочены к отложениям мощных надрифтовых осадочных бассейнов раннего и среднего рифея. Накопление и захоронение рассолов в пустотном пространстве осадочных пород связано с эвапоритовыми эпизодами. Рассолы явились основой для формирования рудоносных флюидов в катагенезе.

2. Среди месторождений кристаллического магнезита по структурам, химическому составу, набору некарбонатных минералов и зональности залежей выделено два подтипа – саткинский (1) и исмакаевско-семибратский (2). Подтип 1 формировался при миграции в доломитовых толщах магнезиального рассольного флюида, нагретого до $\sim 250^{\circ}\text{C}$, в ходе машакского рифтогенеза (1380 млн лет назад). Подтип 2 образован при внедрении в известняки Fe-Mg рассолов, сформированных в глинистых толщах и нагретых до $\sim 220^{\circ}\text{C}$ на этапе тектоно-термальной активизации в авзянское время (~ 1250 млн лет).

3. Месторождения гидротермально-метасоматического сидерита Бакальской группы образованы при внедрении в известняки Mg-Fe рассолов, испытавших взаимодействие с глинистыми породами на предзильмердакском этапе (~ 1000 млн лет назад) тектоно-термальной активизации в надрифтовом бассейне в западном борту Машакского грабена. Метасоматическая зональность доломит-анкерит-сидерит формировалась в центральной части рудного поля при температурах $250\text{--}270^{\circ}\text{C}$, в периферической – не выше $190\text{--}220^{\circ}\text{C}$.

4. Возникновение месторождений метасоматических магнезитов и сидеритов в рифейских толщах Башкирского мегантиклинория обусловлено уникальным сочетанием ряда факторов: климатического, литогенетического, структурного и геодинамического, определяющим критерии для поисков крупных объектов данного генетического типа. Образование месторождений приурочено к трем этапам термально-рассольной активизации в Приуральской надрифтовой впадине в пределах палеоконтинента Балтика.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики. Установление механизмов образования эпигенетических карбонатов в осадочных толщах – важный аспект для поиска доломитовых углеводородных коллекторов, зон метасоматической доломитизации полиметаллических месторождений, нерудного сырья (кристаллических магнезитов), железных руд (сидероплезитов). От генезиса зависит качество магнезитов: для современной электрометаллургии необходимы большие объемы периклаза с низкими содержаниями железа, извести и кремнезема. Закономерности размещения залежей кристаллического магнезита, являющихся в настоящее время главным геолого-промышленным типом огнеупорного сырья, использованы для прогноза и поисков новых месторождений. Модель может быть применена для ряда магнезитовых провинций как России (Удере́йская, Малого Хингана), так и Мира: Ляонин в Китае, Альпийский пояс Центральной Европы. Результаты исследований вещественного состава и закономерностей распределения магнезита, сидерита, флюорита, бурых железняков, в виде тематических отчетов и информационных записок предоставлены

геологоразведочным и горнорудным предприятиям региона. Критерии, предлагаемые соискателем, использованы при экспертной оценке перспектив выявления залежей высокосортных магнезитов в Белорецком магнезитоносном районе Башкортостана.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в основу диссертации легла представительная выборка фактического материала, полученного за более 30-летнее изучение с применением комплексного подхода на основе современных методов изучения вещественного состава вмещающих осадочных карбонатных пород и продуктов метасоматической перекристаллизации. Оценка достоверности результатов исследований определяется применением современных аналитических методов на сертифицированном оборудовании с использованием международных стандартных образцов в ведущих лабораториях России и ряда зарубежных стран. Кроме традиционных методов исследования вещества, в работе широко применены высокоразрешающие спектроскопические и масс-спектрометрические методы исследований, позволившие получить изотопно-геохимические данные на новом уровне чувствительности. Количество изученных проб позволяет проводить сравнительный статистический анализ.

Установлено качественное совпадение авторских результатов и ранее полученных данных по моделям формирования месторождений кристаллического магнезита и сидерита для рудных провинций в Восточных Альпах [Prochaska, 2000, 2016; Henjes-Kunst et al., 2014], Западных Карпатах [Radvanec et al., 2010], Китае [Jiang et al., 2004], Северной Кореи [Lee et al., 2021].

Приводимая в данной работе схема эволюции пород и растворов в истории осадочного бассейна базируется на комплексе геологических, минералогических, изотопно-геохимических и возрастных данных, проверена с помощью физико-химического моделирования. Это повышает достоверность выводов и представлений об источниках вещества и флюида, а также параметрах минералообразования.

Исследования проводились как в рамках госбюджетных тем в Институте геологии и геохимии УрО РАН, при выполнении договоров с геологическими (Бакальская ГРП, Западно-Башкирская ГРЭ, ООО НТПП Геопоиск) и горнорудными предприятиями (ПАО «Комбинат Магнезит», ОАО «Бакальское рудоуправление»), а также в рамках грантов РФФИ (в качестве исполнителя: 99-05-64311-а, 00-05-64497-а и руководителя: 06-05-64592а, 09-05-00964а, 12-05-00977а). С 1999 г. изотопно-геохимические исследования проводились совместно с Институтом геологии и геохронологии докембрия (ИГГД) РАН (Санкт-Петербург). Часть исследований проведена совместно с иностранными коллегами в рамках программ EUROPROBE, Urseis в 1994-1997 гг., в том числе в 1995 в лабораториях GeoForschungZentrum (GFZ, Потсдам, ФРГ), в 1997-2000 гг. в лабораториях Технического университета, Берлин и GFZ, Потсдам, ФРГ), с 2002 г. в сотрудничестве с Горным Университетом Леобена, Австрия. Отдельные изотопно-геохимические исследования выполнены в ЦКЛ Института геологии и геохимии (ИГГ УрО РАН, Екатеринбург), Институте Геоэкологии и Минералогии (Ю-УФИЦ УрО РАН, Миасс), Институте геологии УФИЦ РАН (Уфа), ДВГИ ДВО РАН (Владивосток), Институте земной коры СО РАН (Иркутск). В процессе работы были использованы результаты более 300 термических, свыше 500 дифрактометрических, порядка 500 химических силикатных, около 300 спектральных полуколичественных, до 500 спектральных количественных, свыше 500 анализов методом ICP-MS (GFZ, ФРГ, Горный Университет Леобена, ИГГ УрО РАН, ИЗК СО РАН), более 1000 количественных микроанализов и сканирования под электронным микроскопом (Технический университет и GeoForschungZentrum, ИГиМ Ю-УФИЦ УрО РАН, ИГГ УрО РАН), порядка 100 анализов методом ионной хроматографии с предварительной вытяжкой флюидной фазы в раствор (Горный Университет Леобена), 10 проб декрепитации и более 200 анализов гомогенизации и термометрии флюидных включений в карбонатных породах, флюорите, кварце (Технический университет Берлина и ИГГ УрО РАН), свыше 120 анализов стабильных изотопов ^{13}C , ^{18}O , около 20 δD , более 30 ^{34}S (ИГГД РАН, ДВГИ ДВО РАН, Горный Университет Леобена, ИГ УФИЦ РАН), более 80 определений Rb-Sr изотопной систематики карбонатных пород и руд (ИГГД, ИГГ УрО РАН), более 10 определений Rb-Sr

изотопной систематики терригенно-глинистых, гидротермально-метасоматических и изверженных пород и определений их возраста (GFZ, Потсдам, ФРГ), около 100 определений U-Pb изотопной систематики и возраста карбонатных пород и руд, фосфоритов (ИГГД РАН), более 10 определений Sm-Nd изотопной систематики и возраста флюоритов (GFZ, Потсдам, ФРГ), до 60 определений Sm-Nd изотопной систематики и возраста магнезитов, сидеритов и вмещающих карбонатных пород (ИГГД РАН, ИГГ УрО РАН). Для верификации разрабатываемых моделей совместно с д.г.-м.н. А.Б. Кольцовым (Санкт-Петербургский государственный университет) выполнено численное физико-химическое моделирование взаимодействия раствор-порода для определения необходимых предпосылок формирования различных подтипов МКМ, внесшее принципиальные ограничения в представления о параметрах магнезиального метасоматоза в карбонатных протолитах.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационной работы, разработке методологии изучения Mg-Fe карбонатных руд, проведении полевых исследований с геологическими наблюдениями соотношений протолита и метасоматитов, составлении геологических разрезов и схем, отборе образцов для макро- и микроизучения, организации комплекса необходимых современных минералогических и изотопно-геохимических методов анализа, интерпретации данных (совместно с коллегами), подготовке и публикации статей. Часть результатов, изложенных в работе, получены автором совместно с научными сотрудниками лаборатории изотопной хемотратиграфии и геохронологии осадочных пород ИГГД РАН (Санкт-Петербург).

Результаты исследования изложены в более 40 публикациях, в том числе в монографии, главах в коллективных монографиях, геологическом путеводителе и 34 статьях в рецензируемых российских и иностранных журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы данных WoS и Scopus. Основные положения работы докладывались на Всероссийских литологических совещаниях (2000, 2003, 2006, 2008, 2011, 2012, 2013, 2019, 2023), Пленуме МЛК (Москва, 2004), серии из 15 Уральских литологических совещаний (1994–2024), совещаний памяти А.Н. Заварицкого (2001–2004, 2009, 2016, 2017), С.Н. Иванова (2008, 2012), Всероссийских петрографических совещаниях (1995, 2001, 2016), Всероссийской конференции «Физико-химические факторы петро- и рудогенеза: новые рубежи» (Москва, ИГЕМ РАН, 2009), Международной конференции SGA-SEG (Краков, 2001), Международной конференции «Рудогенез» (Миасс, 2008), совещаниях IGCP-443 «Магнезит, тальк» (Краков, Кошице, Леобен, 2001–2004) и Международного проекта MinCoin (Леобен, 2013), Всероссийских петрографических конференциях (Томск, 2016, 2018, 2022) и др.

На заседании 22 мая 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Крупенину Михаилу Тихоновичу учёную степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 10 докторов наук по специальности 1.6.10, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 19, «против» - 1, «недействительных бюллетеней» - 0.

Председатель диссертационного совета,
д.г.-м.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.г.-м.н.

26.05.2025 г.



А.А. Изок

А.В. Котляров