

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.122.01

на базе Федерального агентства научных организаций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), утвержденного приказом Министерства образования РФ №105/нк от 11.04.2012 г. по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, о присуждении **Холиной Наталье Викторовне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени **кандидата геолого-минералогических наук**

Диссертация «Неоархейский высококремнистый магматизм Курского блока Восточной Сарматии: геохимия, геохронология, петрология»

по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология

принята к защите «23» июля 2020 г., протокол № 6 от 23.07.2020, диссертационным советом **Д 002.122.01** на базе Федерального агентства научных организаций Федерального бюджетного учреждения науки Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН) (119017, г. Москва, Старомонетный пер., 35, ИГЕМ РАН, приказ Министерства образования РФ №105/нк от 11.04.2012 г.)

Соискатель **Холина Наталья Викторовна**, 1983 года рождения. В 2006 г. окончила магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО ВГУ, г. Воронеж) по направлению «Геология». С 2006 г. по настоящее время работает в Научно-исследовательском институте Геологии при Воронежском государственном университете в Отделе метаморфизма, магматизма и рудопроявления в должности ведущего инженера. В 2018 г. окончила очную аспирантуру Воронежского государственного университета по направлению "Петрология, вулканология". С 2007 г. по настоящее время является преподавателем кафедры полезных ископаемых и недропользования геологического факультета ВГУ, где и была выполнена данная диссертационная работа.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, профессор **Савко Константин Аркадьевич**, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ВГУ), заведующий кафедрой полезных ископаемых и недропользования геологического факультета, директор Научно-исследовательского института Геологии ВГУ.

Официальные оппоненты:

1. Щипанский Андрей Анатольевич, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией тектоники раннего докембрия Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Геологический институт РАН» (ГИН РАН, г. Москва) и

2. Щекина Татьяна Игоревна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва)

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук» (ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург) в своём **положительном заключении**, подписанном **Лариным Анатолием Михайловичем**, главным научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук», доктором геолого-минералогических наук и **Великославинским Сергеем Дмитриевичем**, главным научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук», доктором геолого-минералогических наук, и утверждённом **Кузнецовым Антоном Борисовичем**, директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук», доктором геолого-минералогических наук, членом-корреспондентом Российской академии наук, отмечает, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором на высоком научном и методическом уровне, в которой представлено решение задач, имеющих важное научное и практическое значение; работа соответствует требованиям, устанавливаемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор – Холина

Наталья Викторовна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются известными и высококвалифицированными специалистами в области изучения магматических систем, геологии и геохронологии докембрийских образований, петрологии и вулканологии. **Ведущая организация** является крупнейшим научным учреждением России, среди его сотрудников хорошо известные и признанные в нашей стране эксперты в области фундаментальной и прикладной геохимии, геохронологии, изотопной эволюции докембрийских пород и петрологии.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. *Холина Н.В., Савко К.А., Холин В.М.* Высокие температуры кристаллизации неархейских риолитов Курского блока Воронежского кристаллического массива: результаты минеральной термометрии // Вестник ВГУ. Серия Геология. 2016. № 3. С. 53–60.

2. *Холина Н.В.* Геохимические особенности и источники расплавов неархейских ультракалийевых риолитов Курского блока Воронежского кристаллического массива // Вестник ВГУ, Серия Геология, 2018. № 1. С. 46-57.

3. *Savko K.A., Samsonov A.V., Kholina N.V., Larionov A.N., Zaitseva M.V., Korish E.H., Bazikov N.S., Terentiev R.A.* 2.6 Ga High-Si Rhyolites and Granites in the Kursk Domain, Eastern Sarmatia: Petrology and Application for the Archaean Palaeocontinental Correlations // Precambrian Research, 2019. V. 322. С. 170-192.

На автореферат поступило **17 отзывов (все отзывы положительные)**. В них отмечается новизна проведенного исследования, а также что работа выполнена на высоком научном уровне с привлечением большого фактического материала, с использованием современных петрологических, изотопно-геохронологических и изотопно-геохимических методов и является существенным вкладом в изучение природы высококремнистого магматизма, источников расплавов, механизма зарождения материнских магм и реконструкции геодинамической обстановки магматизма в неархее Восточной Сарматии. Отмечается, что представленная к защите диссертационная работа Н.В. Холиной является завершённой научной работой и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Поступили следующие отзывы от: 1. д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории геологии и геодинамики **Арестовой Натальи Александровны** и д.г.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории геологии и геодинамики **Чекулаева Валерия Петровича** (ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург), 2. д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории геологии и геодинамики **Арзамасцева Андрея Александровича** (ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург), 3. д.г.-м.н., член-корр. РАН, главного научного сотрудника лаборатории петрологии, изотопной геохронологии и рудообразования, директора **Акинина Вячеслава Васильевича** (СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан), 4. д.г.-м.н., главного научного сотрудника **Андреичева Валентина Леонидовича** (Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар), 5. д.г.-м.н., профессора, заведующего отделом Геологии и геодинамики докембрия **Артеменко Геннадия Владимировича** (ИГМР НАН, Украина, г. Киев), 6. к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории геологии докембрия **Ветрина Валерия Романовича** (ФИЦ КНЦ РАН, г. Апатиты), 7. д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории палеогеодинамики **Донской Татьяны Владимировны** (ИЗК СО РАН, г. Иркутск), 8. к.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории региональной геологии и геотектоники **Козлова Павла Сергеевича** (ФГБУН ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург), 9. д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории метаморфизма и метасоматоза **Лиханова Игоря Ивановича** (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск), 10. д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории геодинамики и магматизма **Ножкина Александра Дмитриевича** (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск), 11. д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций **Туркиной Ольги Михайловны** (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск), 12. д.г.-м.н., директора **Толстова Александра Васильевича** (Научно-исследовательское геологическое предприятие АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный), 13. д.г.-м.н., старшего научного сотрудника **Шумлянского Леонида Владиславовича** (Школа наук о Земле и планетах, Университет Кертин, Австралия, г. Перт), 14. к.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории петро- и рудогенеза **Азимова Павла Яковлевича** и д.г.-м.н., заведующего лабораторией петро- и рудогенеза **Балтыбаева Шаукета Каимовича** (ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург), 15. к.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций **Хромых**

Сергея Владимировича и к.г.-м.н., научного сотрудника лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций **Котлера Павла Дмитриевича** (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск), 16. д.г.-м.н., член-корр. РАН, директора **Крука Николая Николаевича** (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск), 17. к.г.-м.н., зав. кафедрой минералогии, петрографии и геохимии **Альбекова Александра Юрьевича** (ВГУ, г. Воронеж).

Два отзыва (А.А. Арзамасцева и В.Р. Ветрина) без замечаний. В остальных имеются замечания, наиболее существенные из которых сводятся к следующему:

Замечания, касающиеся окислительно-восстановительных условий кристаллизации кислых магм, сформулированы в отзыве И.И. Лиханова.

1. Каковы были окислительно-восстановительные условия? Высокая железистость силикатов, наличие ильменита как единственного Fe-Ti окисла могут указывать на их образование из маловодных расплавов в восстановительных условиях. Это так или есть альтернатива?

Замечания, касающиеся условий метаморфизма, сформулированы в отзывах П.С. Козлова, П.Я. Азимова и Ш.К. Балтыбаева, С.В. Хромых и П.Д. Котлера.

1. Указано, что риолиты метаморфизованы в условиях эпидот-амфиболитовой фации. Каким образом была установлена степень метаморфизма?

Замечания, касающиеся обоснованности принадлежности Восточной Сарматии (и др. кратонов: Дхарвар, Пилбара, Каапваль) к суперкратону Ваалбара, сформулированы в отзыве И.И. Лиханова.

1. Как выдвинутое предположение о принадлежности Восточной Сарматии (и др. кратонов: Дхарвар, Пилбара, Каапваль) к суперкратону Ваалбара согласуется с современными палеомагнитными реконструкциями положения суперконтинентов?

Замечания, касающиеся определения физико-химических условий образования ультракислых магм, сформулированы в отзывах П.Я. Азимова и Ш.К. Балтыбаева, Н.А. Арестовой и В.П. Чекулаева, В.В. Акинина, О.М. Туркиной, Н.Н. Крука.

1. Предполагает ли оценка давления 2,5-2,6 кбар для кристаллизации расплава - наличие промежуточной камеры, в которой кристаллизовались вкрапленники кварца?

2. По одному параметру (содержание Ti в кварце) не могут быть определены две неизвестные величины (T и P).

Замечания, касающиеся предложенной геодинамической модели формирования неоархейского магматизма, имеются в отзывах Л.В. Шумлянского, С.В. Хромых и П.Д. Котлера.

1. Амфиболиты новокриворожской свиты намного древнее – около 3 млрд лет, и они не могут быть источником плавления коры около 2,6 млрд лет.

2. Автором указывается, что кремнекислый магматизм связан с плавлением верхних частей литосферы под воздействием глубинного плюма. Учитывая локальность проявлений изученных вулканитов и гранитов, представляется логичным предложить модель внутриконтинентального рифтогенеза.

Замечания относительно источников расплавов кислых магм приведены в отзывах Н.А. Арестовой и В.П. Чекулаева, О.М. Туркиной, Л.В. Шумлянского.

1. Как объясняется то, что изотопный состав Hf в цирконе из риолитов характеризуется широким диапазоном параметров, в том числе имеет более молодой возраст T_{Hf}^c до 3,0 млрд лет, чем минимальный $T_{Nd}(DM)$ (3,4 млрд лет)? Предполагается ли вклад более ювенильного источника (с более радиогенным изотопным составом) или цирконы из метапелитов могут иметь более широкий диапазон T_{Hf}^c в отличие от усредненной величины их $T_{Nd}(DM)$?

Замечания, касающиеся предложенной модели формирования неоархейских высококремнистых магм, высказаны в отзывах Н.А. Арестовой и В.П. Чекулаева, Г.В. Артеменко, Т.В. Донской, Л.В. Шумлянского, Н.Н. Крука.

1. Метапелиты как источники для гранитов и риолитов А-типа выглядят необычно. Вклад метаосадков в смеси 30 мас.% метапелита + 70 мас.% ТТГ завышен.

2. Плавление ТТГ не может привести к появлению высококалийевых расплавов (6-9 мас % K_2O).

3. Почему петрогенетические построения основаны на «остаточных» риолитах, а не на более близких к родоначальным магмам гранитах?

Замечания относительно минералого-петрографических и геохимических особенностей кислых пород приведены в отзывах П.Я. Азимова и Ш.К. Балтыбаева, Л.В. Шумлянского, В.В. Акинина, Н.А. Арестовой и В.П. Чекулаева, А.В. Толстова, А.Д. Ножкина, С.В. Хромых и П.Д. Котлера.

1. Плаггиоклаз не упомянут в числе вкрапленников в риолите, и его содержание в породе занижено.

2. На диаграммах Харкера необходимо было выделить не только положения точек составов, но и тренды.

3. Словосочетание «высококремнистый магматизм» является неудачным, следовало бы использовать термин «высококислый».

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований:**

предложена петролого-геодинамическая модель формирования неархейского высококремнистого магматизма в Курском блоке Восточной Сарматии, согласно которой кислый магматизм имеет внутриплитную природу и связан с плавлением вещества верхней коры за счет подъема базальтовых магм;

доказано, что неархейские высококремнистые риолиты и граниты образовались одновременно в конце неархея 2,61 млрд. лет, имеют близкие петрогеохимические и изотопные характеристики, единые источники расплавов и представляют собой единую вулкано-плутоническую ассоциацию.

Научная новизна заключается в том, что для Курского блока впервые даны детальные минералогическая, петрографическая и геохимическая характеристики неархейских высококремнистых риолитов и гранитов, выполнена их геохимическая типизация и определены P-T параметры кристаллизации пород. На основе результатов геохронологических и изотопно-геохимических исследований установлены источники расплавов, механизм формирования материнских магм и геодинамическая обстановка высококремнистого магматизма в неархее Восточной Сарматии.

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что данные о тектонической обстановке формирования неархейских высококремнистых гранитов и риолитов Курского блока в совокупности с результатами геохронологических и изотопно-геохимических исследований могут быть использованы при разработке и составлении региональных геологических карт докембрийского фундамента различного масштаба, составлении схем корреляции и магматизма для раннего докембрия Восточно-Европейской платформы;

при получении результатов, изложенных в диссертации, использован комплекс самых современных петролого-геохимических методов, электронно-микроскопический и микрозондовый анализ, методы изотопной геохронологии, изотопной и элементной геохимии, а также методы термобарогеохимии;

раскрыты основные проблемы петрогенезиса и тектонической обстановки формирования неогархейского ультракислого магматизма;

изучены физико-химические параметры (температура, давление) условий кристаллизации кислого расплава, а также изотопно-геохимические (Sm-Nd, Lu-Hf) системы, что позволило предложить модель зарождения неогархейских высококремнистых магм и выявить возможные источники расплавов.

Оценка достоверности результатов исследования базируется на том, что результаты получены с использованием высокоточной аналитической техники, удовлетворяющей предъявляемым к ней требованиям для проведения лабораторных исследований;

достоверность обусловлена использованием прецизионной аппаратуры и современных методов анализа вещества. Изучение состава породообразующих, акцессорных и вторичных минералов проводилось на растровом электронном микроскопе «Jeol 6380 LV» с системой количественного энергодисперсионного анализа INCA. Содержания петрогенных элементов определялись на рентгенофлуоресцентном спектрометре S8 Tiger (Bruker AXS GmbH, Германия). Микроэлементы определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). U-Pb-Th датирование циркона осуществлялось на ионном микрозонде SHRIMP-II в Центре изотопных исследований с использованием эталонных цирконов «91500». При расчетах использовали константы распада и вводилась поправка на нерадиоогенный свинец на основе измеренного отношения $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. Изотопный анализ Sm и Nd проводился с использованием масс-спектрометра TRITON TI в статическом режиме. Погрешность определения содержаний Sm и Nd составляет 0,5 отн.%. Изучение Lu-Hf изотопной системы циркона выполнено на многоколлекторном масс-спектрометре Neptune Plus с приставкой для лазерной абляции проб NWR 213. Рассчитывался более реалистичный двухстадийный возраст $\text{ThfC}(\text{DM})$, полученный проецированием исходного $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ циркона к линии деплетированной мантии, используя среднекорговую величину $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf} = 0,015$. Полученные значения изотопных отношений Hf/Hf для стандартов Mud Tank и GJ-1 согласуются с базой данных GeoREM. Содержания Ti и других элементов-примесей в кварце и цирконе определялись методом вторично-ионной масс-спектрометрии с использованием вторично-ионного микрозонда CAMECA IMS-4F.

Личный вклад соискателя состоит в том, что автор принимал непосредственное участие на всех этапах научной работы – от отбора и подготовки образцов для различных видов исследований до интерпретации результатов. Автором проведены сбор и систематизация геологической информации, а также результатов аналитических лабораторных исследований по

неоархейским кислым магматическим породам Курского блока. Выполнен анализ и интерпретация полученных в процессе исследований геологических, минералогических, геохимических и геохронологических данных.

На заседании 15 октября 2020 г. диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 января 2002 г. № 74 (в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), и принял решение присудить Холиной Наталье Викторовне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 19 докторов наук (в том числе 8 докторов наук по специальности 25.00.04), участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета,

проголосовали: за присуждение учёной степени 20, против присуждения учёной степени 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета Д 002.122.01

чл.-корр. РАН, д.г.-м.н.



 Юдинцев Сергей Владимирович

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.122.01

к.г.-м.н.



Андреева Ольга Андреевна