

## Отзыв

на диссертационную работу Замятина Д.А.

**«Кристаллохимия и спектроскопия циркона в решении вопросов его микронзондового химического U-Th-Pb-датирования», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – «минералогия, кристаллография»**

Начало системных исследований по физике и спектроскопии минералов-концентраторов радиоактивных элементов на Урале относится к семидесятым годам прошлого столетия; в центре их внимания стояли разнообразные проблемы как собственно физики и кристаллохимии этих минералов, так и прикладные вопросы использования результатов в геохронометрии. В связи с развитием аналитической техники, повышению локальности и чувствительности анализа сформировался новый тренд развития в физике минералов – микроспектроскопия с картированием зерен по спектроскопическим данным (значениям интенсивностей, положений, ширин линий). При этом новые возможности открываются в анализе локальных особенностей структуры и состава минералов-геохронометров, изучения в них явления авторадикационной деструкции, вторичных преобразований, нарушения изотопных систем и др.

Абсолютное датирование – одна из центральных задач в науках о Земле; химическая микрогеохронология (датирование по данным микронзонда) широко используется для различных геологических объектов в работах групп из Франции, Японии, Германии, США и других стран; в России метод используется менее широко. Разработка методики химического датирования минерала циркона, датировка этим методом геологических объектов Урала – актуальные научные задачи. До сих пор остается нерешенным целый ряд вопросов, касающихся поиска критериев замкнутости U-Th-Pb-системы минералов-геохронометров, в том числе циркона, количественных физических и кристаллохимических показателей степени их вторичных преобразований и возрастной микрогетерогенности зерен. Сложность большинства реальных физико-химических процессов при радиационном разрушении минералов требует разработки новых экспериментальных методических подходов к исследованию минералов-геохронометров, обладающих высоким пространственным разрешением. Рамановская спектроскопия, рентгеновская эмиссионная спектроскопия, реализованная на электронно-зондовом микроанализаторе, безусловно, перспективны в изучение эффектов радиационного повреждения и вторичного преобразования минералов-геохронометров.

Результаты, полученные Замятиным Д.А. при выполнении диссертации, - разработанные методики и алгоритм комплексного исследования циркона, позволяющий количественно охарактеризовать его метамиктное состояние и диагностировать вторичные изменения минерала с микронным пространственным разрешением; результаты атомистического моделирования дефектов, возникающих в результате автооблучения циркона (его радиационной метамиктизации); результаты моделирования твердых растворов циркон-коффинит; анализ метамиктного состояния циркона из ряда геологических объектов Урала, изучение замкнутости его U-Th-Pb-системы по кристаллохимическим и спектроскопическим данным, результаты его химического датирования соответствуют современным направлениям и находятся на переднем крае мировых исследований в данной области. Полученные экспериментальные и теоретические результаты отличаются новизной и соответствуют мировому уровню исследований в области минералого-физических исследований цирконов.

Диссертация Замятина Д.А. лежит в русле исследований по физике минерала-геохронометра циркона. Я достаточно высоко оцениваю полученные в ней результаты. Для решения поставленной научной задачи по изучению особенностей структуры и свойств циркона Замятиным Д.А. использован комплексный подход, включающий критический анализ публикаций по данной тематике, развитие экспериментальных локальных методик исследования цирконов, теоретическое моделирование радиационно-индуцированных дефектов в цирконе и твердых растворов группы циркона на основе программных комплексов



GULP и BINAR. Разработанный методический подход автора опробован на минералах из ряда уральских объектов; им выполнен большой объем экспериментальных микронзондовых и спектроскопических исследований для циркона, монацита, уранинита; показано, что анализ метамиктного состояния циркона и замкнутости его U-Th-Pb-системы по кристаллохимическим и спектроскопическим данным является необходимым этапом его микронзондового химического датирования; автором выявлены и предложены признаки вторичного преобразования высокоуранового циркона под действием флюида и его непригодности для химического датирования.

В ходе выполнения работы очень важным оказалось то, что основное базовое образование Замятина Д.А. – физика минералов: он окончил кафедру общей и молекулярной физики физического факультета УрГУ. Замятин Д.А. сочетает в себе фундаментальное физическое мышление с аналитическим подходом к объекту исследования. Позитивно, что диссертант смело брался за решение сложных фундаментальных проблем, искал пути и методы их решения и в итоге добивался удовлетворительных результатов. В частности, в итоге работы Замятин Д.А. с привлечением современных аналитических инструментальных методов были детально изучены особенности структуры и состава минерала-геохронометра циркона из ряда уральских объектов, проведена его химическая датировка.

Замятин Д.А. работает в Институте геологии и геохимии УрО РАН с 2008 года, в настоящее время в должности научного сотрудника; прошел обучение в аспирантуре. За время работы Замятин Д.А. проявил себя как знающий, зрелый, самостоятельный, инициативный специалист в области микронзондового анализа и минералого-физических исследований. Замятиным Д.А. выполнен большой объем экспериментальных исследований. У него есть явные способности к научной работе, он быстро и динамично развивался. Трудлюбие и любознательность диссертанта несокрушимы. Диссертация по минералогии была представлена им как итог последних 6-7 лет работы. Надеюсь, что после защиты он не прекратит работу над научной проблематикой. Это хотелось бы ему пожелать. Во время работы Замятин Д.А. занимался педагогической деятельностью: под его руководством были выполнены и защищены курсовые работы студентами УрФУ.

Диссертационная работа, подготовленная Замятиным Д.А. прошла успешную апробацию на геохимическом семинаре и на Ученом совете Института геологии и геохимии УрО РАН.

Считаю, что диссертационная работа Замятина Д.А. является законченной квалификационной научно-исследовательской работой, соответствующей пункту 8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАКа Министерства образования РФ. Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАКа, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 25.00.05 – «Минералогия, кристаллография», а ее автор Замятин Д.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

**Отзыв дан для представления в диссертационный совет.**

**Главный научный сотрудник  
Института геологии и геохимии УрО РАН,  
академик РАН**

**Вотьяков С. Л.**

07.06.2017г.

