

О Т З Ы В

на автореферат диссертации **Дмитрия Александровича Замятина**
«Кристаллохимия и спектроскопия циркона в решении вопросов его микрозондового химического U-Th-Pb-датирования»,
представленной на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук по специальности
25.00.05 – минералогия, кристаллография

Диссертационная работа посвящена актуальным проблемам развития метода микрозондового химического датирования цирконов как альтернативы дорогостоящей локальной изотопной SHRIMP-датировки. В сравнении с изотопным методом, микрозондовые химические определения концентраций урана, тория и свинца характеризуются низкой чувствительностью и, следовательно, наибольший интерес они представляют для датировки высокоуранового циркона. Однако в таких разностях циркона вследствие авторадикационной аморфизации сохранность U-Th-Pb системы часто оказывается нарушенной. Поэтому наряду с методическими разработками по оптимизации микрозондовых определений как тяжелых, так и легких элементов, соискателем значительное внимание уделено экспериментальному изучению метамиктного состояния циркона, компьютерному моделированию его физико-химической природы, установлению критериев сохранности геохронологической изотопной информации в радиационно-поврежденных кристаллах.

Для решения поставленных задач соискатель использовал комплекс передовых наукоемких методов изучения структуры и свойств минерального вещества, такие как электронная микрозондовая микроскопия с регистрацией катодолюминесценции и дифракции отраженных электронов, рамановская спектроскопия и фотолюминесценция, рентгеновская эмиссионная спектроскопия. Для подтверждения модели радиационной метамиктизации цирконов использовано атомистическое компьютерное моделирование радиационных дефектов.

Несомненно, важной разработкой автора является совмещение JPD-алгоритма растровых характеристик поверхности цирконов, выявляемых на изображениях электронной микроскопии в обратно рассеянных электронах, катодолюминесценции, параметров линий рамановского рассеяния и фотолюминесценции. Математически формализованный аппарат анализа двумерных изображений позволил соискателю аргументировано выделять микронные области радиационно-поврежденных цирконов с различной степенью вторичных преобразований и определять участки сохранности U-Th-Pb системы. Результаты этой части работы составили основу первого защищаемого положения.

Во втором защищаемом положении соискатель обосновал структурные изменения в цирконе в процессе его авторадикационной аморфизации. Опираясь на компьютерное моделирование и данные рентгеновской эмиссионной и рамановской спектроскопии, показано, что полимеризация кремнекислородной сетки цирконов происходит не только в каскадах атомных смещений за счет ядер отдачи, но и в процессе релаксации изолированных вакансий и дивакансий кислорода. Установлено, что разброс длин Si–O связей как следствие релаксации вакансионных дефектов, анизотропное изменение катион-кислородных расстояний с изменением содержания в цирконе примесей урана объясняют хорошо известные факты смещения и уширения рамановских линий, обосновывая тем самым корректность использования рамановской спектроскопии для определения степени аморфизации участков циркона.

Выполнено комплексное исследование циркона из пегматитов Шарташского и Адуйского массивов, гнейсов Талдыкского блока, минеральных включений уранита и монацита. Показано, что анализ замкнутости U-Th-Pb системы по предложенной соискателем схеме дает возможность производить корректную химическую датировку зерен циркона со значительной степенью метамиктизации. Превышение стехиометрического содержания кислорода в цирконе по данным микрозонда, относимое соискателем к присутствию в минерале воды, наличие в его структуре ураниловой группировки, выявляемой методом фотолюминесценции, могут быть использованы в качестве критерия вскрытия U-Th-Pb системы под действием водного флюида. Данные результаты стали основой третьего защищаемого положения.

Автореферат содержит богатую и грамотно представленную экспериментальную информацию. Вынесенные на защиту положения подробно отражены и обоснованы в тексте автореферата. Результаты работы соискателя, несомненно, представляют интерес для геологов и специалистов в области геохронологии, кристаллохимии и физики минералов. Материалы диссертационной работы были опубликованы в пяти высокорейтинговых журналах ВАК, докладывались на многочисленных совещаниях и конференциях и хорошо известны научной общественности.

Диссертация Д. А. Замятина выполнена в области исследований «Физика минералов и современные методы исследований морфологии, внутреннего строения, структурного несовершенства, фазово-химической неоднородности и связанных с ними свойств реальных минералов, изучение их вариаций в зависимости от условий образования и изменения в природных и технологических процессах» формулы специальности 25.00.05 «Минералогия, кристаллография», соответствует специальности 25.00.05 «Минералогия, кристаллография» и полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Лютеев Владимир Павлович,

должность: ведущий научный сотрудник,

ученое звание: старший научный сотрудник,

степень: кандидат геолого-минералогических наук.

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИГ Коми НЦ УрО РАН).

Почтовые реквизиты: Первомайская 54, г. Сыктывкар, 167982.

Т.с. +7 9222738542, e-mail vlutoev@geo.komisc.ru

Я, Лютеев Владимир Павлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой объединенного диссертационного совета Д 999.081.03 и их дальнейшую обработку.

28.09.2017



Подпись
удостоверяю.

Начальник общего отдела Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

«28» сентября 2017

/В. П. Лютеев/