

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию **Червяковской Мари** **Владимировны** «Определение микроэлементного и изотопного (U-Pb, Lu-Hf) состава природных полигенных (полихронных) зерен циркона ЛА-ИСП-МС методом», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

М.В. Червяковской представлена интересная и масштабная (сравнимая по объему и тщательности обработки результатов с докторской диссертацией) работа по разработке и использованию различных вариантов методического обеспечения для определения микроэлементного и изотопного (U-Pb, Lu-Hf) состава природных полигенных (полихронных) цирконов с помощью ЛА-ИСП-МС. Как видно из литературного обзора (глава 1), диссертант хорошо владеет темой исследования. В главе 1 подробно описаны принципы геохронологического метода и используемые в нем инструментальные подходы. В рецензируемой диссертации применяются несколько современных методов исследования цирконов. Мария Владимировна использовала не только два варианта ЛА-ИСП-МС, но и методы комбинационного рассеяния и катодной люминесценции (СЭМ Jeol JSM6390LV с приставкой Horiba H-CLUE iHR500). Марией Владимировной уделено очень большое внимание улучшению точности датировок. Для этого была проведена многопараметрическая оптимизация, включающая в себя оптимизацию мощности лазерного излучения, частоты следования импульсов, диаметра лазерного пучка. Много внимания было уделено уменьшению фоновых интерференций, изотопного фракционирования и дрейфам инструментальных параметров используемых аналитических систем.

Диссертация М.В. Червяковской написана хорошим языком с минимальных количеством ошибок и опечаток. Ее можно долго расхваливать, но одна из главных задач оппонента – найти недостатки в оппонируемой работе, поэтому перехожу к замечаниям.

1. В литературном обзоре рассматриваются различные варианты уменьшения изотопного фракционирования в процессе распыления пробы. Однако не упомянут весьма эффективный и все более широко используемый подход с использованием фемтосекундных лазеров. Применение фемтосекундных импульсов существенно меняет процесс лазерной абляции, поскольку с

одной стороны за время импульса анализируемая часть пробы не успевает нагреться, а с другой, из-за высокой напряженности лазерного поля, разрываются межатомные связи в пробе. Это уменьшает фракционирование – как элементное, так и изотопное.

2. В первом пункте новизны, который является, по-видимому, основным, приведены оптимальные параметры используемых ЛА-ИСП-МС систем:

На основании разработанных подходов, основанных на минимизации эффектов фракционирования, усилении аналитического сигнала и снижения погрешности измерения аналитических данных, для зерен циркона различной степени радиационной деструкции на квадрупольном МС NexION 300S и многоколлекторном МС Neptune Plus с ЛА-приставкой NWR 213, показано, что параметр фракционирования снижается с ростом плотности энергии и с уменьшением частоты следования импульсов, при этом при ультранизких значениях частоты следования импульсов (4 и 5 Гц) и плотности энергии (около 4 Дж/см²) увеличивается относительная погрешность измерения изотопных отношений, а при чрезмерно высоких значениях указанных параметров (21 Дж/см², 20 Гц) снижается качество кратера. Предложен набор операционных параметров, удовлетворяющий всем требованиям точности изотопного анализа на рассматриваемых МС и приставки ЛА.

В то же время, как отмечается самой диссертанткой, к настоящему времени опубликовано большое число работ, посвященное геохронологии циркона с использованием ЛА-ИСП-МС. Но в диссертации отсутствует сравнение полученных в работе точностей как для изотопных соотношений, так и точности определения возраста цирконов с соответствующими параметрами, полученными в других работах. Хотелось бы, чтобы Мария Владимировна в ответах на замечания представила развернутый анализ достигнутых в ее и других работах упомянутых точностей.

Однако эти замечания не меняют общую положительную оценку работы Марии Владимировны. С учетом полученных результатов и объема проведенных исследований, диссертация оценивается как весомый научный труд, способный оказать существенный вклад в развитие изотопной масс-спектрометрии.

Содержание диссертации соответствует Паспорту научной специальности 1.4.2. Аналитическая химия. Автореферат и основные публикации Червяковской М.В. отражают содержание диссертации, Положения и выводы, сформулированные в диссертации, экспериментально доказаны.

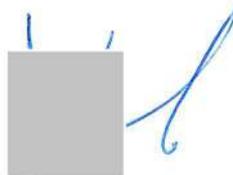
На основании вышесказанного, считаю, что диссертационная работа Червяковской М.В. «Определение микроэлементного и изотопного (U-Pb, Lu-Hf) состава природных полигенных (полихронных) зерен циркона ЛА-ИСП-МС методом» по актуальности, объему выполненной работы, научной новизне, теоретической и практической значимости, уровню обсуждения, достоверности полученных результатов, обоснованности научных положений и выводов полностью соответствует требованиям по п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», предъявляемым к кандидатским диссертациям, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для развития аналитической химии, а ее автор, Червяковская Мария Владимировна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

Официальный оппонент

Ганеев Александр Ахатович, доктор физико-математических наук, профессор, руководитель группы спектрометрии ООО «Люмэкс».

Ганеев Александр Ахатович

17.01.2023



195220, Санкт-Петербург,
ул. Обручевых д.1, ООО «Люмэкс»
Тел: +7-921-9070801
E-mail: ganeev@lumex.ru

ПОДПИСЬ А.А. Ганеева заверяю.

Директор ООО «Люмэкс» В.И. Зинченко

