

## Отзыв

Научного руководителя

**«Разработка масс-спектрометра для изотопного анализа лития на базе технологии «МС-платформа» с источником ионов ЭРИАД»**

о соискателе ученой степени кандидата технических наук

по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики

Дьяченко Артеме Александровиче

Артем Александрович Дьяченко начал работать в Лаборатории экологической масс-спектрометрии Института аналитического приборостроения РАН в июле 2017 года в должности инженера, после того, как в этой лаборатории им была подготовлена бакалаврская выпускная квалификационная работа на тему «Измерение плутонионного статуса для количественной оценки эффективности фотосенсибилизаторов методом ВЭЖХ-МС». После защиты магистерской работы под названием «Разработка методики измерения концентрации бериллия и изотопного отношения лития в жидких пробах методом масс-спектроскопии ЭРИАД» в 2018 году он поступил в аспирантуру Института аналитического приборостроения РАН и в апреле 2019 года был назначен на должность младшего научного сотрудника в лабораторию экологической масс-спектрометрии этого института.

За период обучения в бакалавриате и магистратуре Санкт-Петербургского политехнического университета и аспирантуре Института аналитического приборостроения РАН А.А. Дьяченко освоил широкий спектр методов, применяемых в экспериментальных исследованиях: спектрофотометрический, хроматографический (ВЭЖХ), масс-спектрометрический анализы. Он детально разобрался в технологии построения, расчета, разработки, конструирования и производства современных изотопных масс-спектрометров, стал признанным специалистом в области применения метода ЭРИАД (электрораспыления с атомизацией ионов в источнике). Им не только разработан, изготовлен, настроен и запущен специализированный масс-спектрометр МИ-20 для изотопного анализа лития, но и также разработана и верифицирована методика измерения изотопных отношений лития с точностью, не уступающей лучшим мировым стандартам.

По результатам работ за время обучения в аспирантуре в период 2018-2022 годов А.А. Дьяченко была подготовлена кандидатская диссертация на тему «Разработка масс-спектрометра для изотопного анализа лития на базе технологии «МС-платформа» с источником ионов ЭРИАД». В процессе проведения диссертационного исследования соискатель проявил умение работать как самостоятельно, так и в составе исследовательской группы, а также способность постановки и решения расчетных, исследовательских и конструкторских задач. Проведенные А.А. Дьяченко исследования и разработки свидетельствуют о том, что он в достаточной мере владеет методами экспериментальной физики, обладает высоким уровнем подготовленности к проведению научных исследований и выполнению разработок сложных электрофизических приборов, имеет широкую эрудицию в области масс-спектрометрического анализа и разработки масс-спектрометров. За время обучения в аспирантуре Дьяченко А.А. руководил научной работой студентов 3-6 курсов Санкт-Петербургского Политехнического университета, выступил в качестве научного руководителя при написании одной бакалаврской работы и в качестве научного консультанта при написании двух магистерских работ.

Результаты разработок и исследований Дьяченко А.А. докладывались на пяти всероссийских и международных конференциях; они опубликованы в ведущих российских и международных рецензируемых журналах (Письма в Журнал технической физики, Technical Physics Letters, Приборы и техника эксперимента, Заводская лаборатория. Диагностика материалов, Inorganic Materials, Масс-Спектрометрия, Journal of Analytical Chemistry). Разработка Дьяченко А.А. была отмечена премией Всероссийского масс-спектрометрического общества им А.А. Макарова «за лучшую разработку молодого специалиста» 2021 года.

Актуальность работы заключается в том, что в стране и мире растет потребность в изотопном анализе лития, который в настоящее время широко используется для повышения стабильности работы энергетических атомных реакторов. При этом ключевое значение имеет

его изотопный состав, поскольку изотоп  ${}^6\text{Li}$  обладает высоким сечением захвата нейтронов с образованием трития, радиационно заражающего теплоноситель. Для предотвращения этого необходимо обогащение лития изотопом  ${}^7\text{Li}$ , что требует технологического контроля изотопного состава и соответствующей специализированной аппаратуры.

Достоверность полученных А.А. Дьяченко экспериментальных результатов не вызывает сомнений, так как эксперименты проведены с достаточной воспроизводимостью и необходимым количеством повторных измерений.


Новизна диссертационной работы А.А. Дьяченко заключается в том, что впервые в мире метод ЭРИАД был применен для изотопного анализа, что стало возможным благодаря его совмещению с двухколлекторной регистрацией и «подвешенным» под ускоряющее напряжение масс-анализатором. Это резко повысило экспрессность анализа без потери точности, и значительно удешевило анализ. Также была показана возможность использования разработанного специализированного масс-спектрометра для измерения концентрации бериллия в жидких пробах с использованием лития в качестве внутреннего стандарта, позволившая измерять ее в динамическом диапазоне от  $10^{-4}$  до  $10^{-7}$  М.

Научная и техническая значимость работы состоит в разработке и создании специализированного масс-спектрометра МИ-20 для изотопного анализа лития и реализации принципиально нового подхода к конструированию масс-спектрометров с применением технологии «МС-платформа», что резко удешевило и упростило производство этого класса приборов. Также показано, что метод ионизации ЭРИАД в комбинации с многоколлекторной системой регистрации позволяет проводить анализ изотопного состава, причем в перспективе не только лития, но и других значимых элементов, с минимальной пробоподготовкой и минимальными затратами времени на перезарядку проб. Обнаружение пика на 12 массовом числе в ходе исследований открывает новый круг возможностей применения масс-спектрометрии с методом ионизации ЭРИАД. Обнаруженные особенности ионизации различных соединений лития и бериллия с помощью метода ЭРИАД позволяют лучше понять процесс образования ионов, наблюдаемых в масс-спектре при электрораспылении.

Таким образом, представленная Дьяченко А.А. работа «Разработка масс-спектрометра для изотопного анализа лития на базе технологии «МС-платформа» с источником ионов ЭРИАД» является законченной научно-квалификационной работой, ценной в научном и практическом планах. Разработка, выполненная А.А. Дьяченко, является прототипом для планируемого серийного прибора, востребованного рядом предприятий атомной отрасли России.

Диссертационная работа «Разработка масс-спектрометра на базе технологии «МС-платформа» с источником ионов ЭРИАД для изотопного анализа лития» выполнена на высоком научном уровне, отвечает всем требованиям ВАК, а ее автор – Дьяченко Артем Александрович заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Научный руководитель,  
доктор физико-математических наук по специальности  
1.3.5 – Физическая электроника, д.ф.-м.н.,  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории экологической масс-спектрометрии  
ИАП РАН

  
Галль  
Ростиславович  
20.10.22

Николай

Адрес: 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 31-33, лит. А  
Адрес электронной почты: nick-gall@yandex.ru  
Телефон: 363-07-21  
Подпись Галль Н.Р. удостоверяю.

Нач. отдела кадров \_\_\_\_\_



Е.Ю. Шванова