

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Тана Найнг Со «Облученные космическими лучами метеоритные оливины как инструмент поиска сверхтяжелых элементов в природе»**, представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «приборы и методы экспериментальной физики».

Диссертационная работа Тана Найнг Со посвящена одной из самых актуальных задач современной физики – исследованию нуклеосинтеза тяжелых элементов в природе. В работе ведется поиск и идентификация тяжелых элементов, для чего используется и развивается методика трековых детекторов. Изюминкой работы является (успешный) поиск доказательств образования в природе сверхтяжелых элементов, расположенных вблизи острова стабильности, предсказанного в ОИЯИ с центром в районе замкнутых оболочек $Z=114$ и $N=184$. В диссертации детально описывается эксперимент ОЛИМПИА по поиску тяжелых элементов в природе путем идентификации и измерения характеристик треков ядер в оливинах из метеоритов. Автором подробно описана методика работы с оливинами, представлены результаты обработки кристаллов оливина в виде зарядового распределения ядер космических лучей. Разработанные авторские методики работы с трековыми детекторами (в частности, с ядерной фотоэмульсией) успешно применяются также в других областях ядерной физики и физики частиц.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, двух приложений, перечня цитируемой литературы, содержащего 149 источников. Диссертация включает 92 рисунка и 13 таблиц. Общий объем диссертации составляет 203 страниц. Во введении обоснована актуальность темы

диссертации, цель работы, её научная новизна, а также практическая значимость. Кроме того, обозначен личный вклад автора, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, и подтверждена апробация работы.

В первой главе рассмотрены современные проблемы физики космических лучей, вопросы их происхождения, состава, распространенности. Описываются работы по синтезу сверхтяжелых элементов в лабораторных условиях и ранних работах по поиску их в природе.

Вторая глава представляет обзор информации о метеоритах как природных детекторов космических лучей, их типах и особенностях работы с ними.

В третьей главе описаны физические процессы при прохождении ионов через вещество и модели возникновения травимых треков. Представлены характеристики протравленных каналов, условия их возникновения и методы их измерения. Рассмотрены типы трековых детекторов, обрабатываемых на оптических микроскопах. В этой главе представлена информация о разработанном и успешно используемом авторском программном пакете для анализа характеристик российской ядерной эмульсии.

В четвёртой главе дается описание эксперимента ОЛИМПИА, его целей и методик, сообщается о характеристиках комплекса ПАВИКОМ. Рассмотрена методика исследований треков ядер космических лучей в кристаллах оливина из палласитов. Описана методика определения ошибок измерений длин треков ядер космических лучей и выполненные калибровочные облучения кристаллов оливинов. Приведены итоговые результаты измерений в виде зарядовых распределений ядер космических лучей. Три трека отнесены к наблюдению сверхтяжелых ядер с зарядом порядка 119. Выполнена оценка нижнего предела времени жизни для этих ядер.

В пятой главе дается описание обнаруженных особых случаев при анализе треков ядер космических лучей в оливинах из метеоритов и возникающие при этом изменения в зарядовых спектрах ядер.

В заключении представлены основные результаты диссертации.

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. Недостаточно исследован и объяснен эффект отжига. Чтобы проверить этот эффект, автор сделал расчеты и моделирование с соответствующей программой. Представляется целесообразным выполнить экспериментальную проверку модельных расчетов в земных условиях - провести отжиг при максимально возможной температуре заранее обученных на ускорителе тяжелыми ядрами кристаллов оливина из метеорита, измерить характеристики треков ядер после отжига и сравнить с результатами моделирования.
2. Диссертант использует несколько непривычную для оппонента терминологию. Так, термином «сверхтяжелые элементы» в ядерной физике традиционно обозначаются элементы, расположенные вблизи «острова стабильности», предсказанного в районе $Z=114$ и $N=184$. Автор же применяет этот термин, видимо, для элементов, тяжелее железа.
3. В тексте диссертации присутствуют опечатки и повторы. Некоторые рисунки имеют не очень высокое разрешение, а надписи выполнены слишком мелким шрифтом.

Упомянутые недостатки и замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Тана Найнг Со выполнена на высоком научном уровне. Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации, научные результаты диссертации опубликованы в

27 статьях автора в рецензируемых научных изданиях и представлены на российских и международных конференциях. Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования в ОИЯИ, ИКИ РАН, ОАО «АВК Славич», НИЯУ «МИФИ», НИИЯФ МГУ и других организациях.

Диссертация Тана Найнг Со удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора наук Положением о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 и Постановление Правительства Российской Федерации от 20 марта 2021 г. № 426,), а ее автор Тан Найнг Со заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01- Приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент:

Ученый секретарь Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова ОИЯИ,
доктор физико-математических наук

«5» сентября 2022 года

Карпов Александр Владимирович

Почтовый адрес:

141980 ОИЯИ, ул. Жолио-Кюри, д. 6, г. Дубна, Московской области

Тел: (7-49621) 63058

Email: karpov@jinr.ru

Подпись д.ф.-м.н. Карпова А. В.

Удостоверяю: директор ЛЯР

д.м.-м.н. Сидорчук С.И.



Список основных работ Карпова А.В. по теме защищаемой диссертации за последние 5 лет:

1. P.N. Nadtochy, E.G. Ryabov, A.V. Karpov, D.V.Vanin, G.D. Adeev, C.Phys.Comm.**275**(2022) 108308.
2. V.V .Saiko and A.V. Karpov, European Physical Journal A, **58:41** (2022)1-13.
3. E.M. Kozulin,...A.V.Karpov, et al., Physical Review, **C105**(2022)024617.
4. A.V. Karpov and V.V.Saiko, Physical Review, **C96**(2017)024618.
5. V.V.Saiko and A.V. Karpov, Physical Review, **C99**(2019)014613.
6. A.V. Karpov, et al.,Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, **859**(2017) 112.
7. P.N. Nadtochy, E.G. Ryabov, A.V. Karpov, D.V.Vanin, G.D. Adeev, C.Phys.Comm.**258**(2021) 107605.