

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ В.Г. ХЛОПИНА»
(АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»)**

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
(должность)

Вергазов К.Ю.
(Ф.И.О.)

(подпись руководителя
организации)

« 14 » марта 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Симоновски Димитара «Метод экспрессной газовой транспортировки продуктов ядерных реакций и распадов в различных газовых ячейках», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий».

Диссертационная работа Димитара Симоновски выполнена на физическом факультете Санкт-Петербургского государственного Университета.

Актуальность темы диссертации

Изучение фундаментальных свойств ядерного микромира ориентируется на исследования новых объектов этого мира, среди которых выделяются так называемые экзотические нуклиды. Ими являются нуклиды с аномальным составом протонов и нейтронов, удалённые от полосы бета-стабильности, а также нуклиды, обладающие аномально большими значениями порядкового номера, называемые

сверхтяжёлыми. Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в исследованиях свойств таких объектов, информация о них всё ещё скудна, а некоторые нуклиды вообще остаются неисследованными. В то же время, в мире планируются и создаются новые оригинальные комплексы экспериментальных установок, базирующиеся на реакторах и ускорителях, основной целью которых является изучение экзотических нуклидов. Назовём некоторые из них. Это проекты, базирующиеся на реакторе ПИК в ПИЯФ в Гатчине (Россия), на фабрике тяжёлых ионов в ЛЯР ОИЯИ (Россия), FAIR в Дармштадте (Германия), FRIB в Мичигане (США), GANIL (Франция) и др. На всех этих установках используются свои, специфические методы исследований, однако общим для всех является необходимость создания устройств, позволяющих генерировать в нужном количестве интересующие короткоживущие нуклиды и транспортировать их к детекторным устройствам, находящимся на значительном расстоянии от места генерации, обеспечивая тем низкофоновые условия эксперимента. Одним из универсальных методов такого транспорта является метод газового носителя, позволяющего переносить образовавшиеся продукты реакции на реакторе и ускорителе на большие расстояния. Общие свойства такого переноса, необходимые для выяснения возможности создания соответствующих установок, исследуются в представленной диссертации. Так как основной мотивировкой создания новых комплексов является ориентировка на изучение фундаментальных законов в физике атомного ядра и астрофизике, диссертационную работу Д. Симоновски следует считать актуальной.

Научная новизна и практическая ценность результатов

Основной задачей диссертации было создание по возможности универсального аналитического аппарата для оценок свойств и сравнения различных установок, использующих метод газового носителя, то есть использования высокоскоростной газовой струи для транспортировки

образовавшихся продуктов реакции/деления к детекторным устройствам. Создание такого аппарата базировалось на тщательном анализе экспериментальной информации, полученной диссертантом на действующих установках. Алгоритм применения этого аппарата был использован для рекомендаций в создании новых авангардных установок. Как результаты экспериментов, выполненных диссертантом, так и полученные им аналитические выражения для цепочек процессов, связанных с транспортом активности, являются новыми, впервые появившимися в литературе.

Полученные аналитические выражения для оценок эффективности различных схем газового транспорта от места генерации в реакторе или ускорителе до удалённого детектора могут быть использованы в планируемых экспериментальных установках, нацеленных на исследования короткоживущих нуклидов, образуемых с малыми выходами в реакциях. Такие эксперименты обсуждаются, например, в ПИЯФ-НИЦ «Курчатовский институт», в ГСИ (Германия), Университетах Майнца (Германия) и Ювяскюля (Финляндия) и других научных центрах, упомянутых выше.

Достоверность полученных результатов

Полученные диссертантом данные в экспериментах, выполненных в ведущих лабораториях мира (Германии и Финляндии) с его активным участием, обладают высокой степенью достоверности. Анализ данных эксперимента и выводы, полученные диссертантом единолично, а также созданный аналитический массив, содержащий математические выражения для расчёта свойств различных газотранспортных систем, многократно представлялись лично Д. Симоновски на десяти всероссийских конференциях с международным участием. Результаты диссертации, выносимые на защиту, опубликованы в четырёх журналах, входящих в перечни WoS и Scopus.

Содержание работы

Представленная диссертация состоит из Введения, пяти глав основного текста, Заключения и Приложения, снабжённых библиографией, содержащей публикации из 76 наименований.

Во Введении описываются физические проблемы, связанные с ядерным микромиром и ядерной астрофизикой, решением которых призван заняться целый ряд обсуждаемых диссертантом строящихся комплексов в различных национальных научных центрах. Отмечается актуальность тем таких исследований, их новизна и практическая ценность. Чётко приводятся пункты, выносимые на защиту, и их апробация из 10 публичных выступлений и четырёх публикаций в журналах, датируемых WoS и Scopus.

В первой главе описаны теоретические основания метода газовой струи, позволяющей производить перенос образуемой активности с места её формирования до детекторных устройств с использованием многометровой капиллярной системы и различных компонентов газового наполнения.

Во второй главе представлены экспериментальные результаты, полученные диссертантом на установке TRIGA-SPEC на реакторе TRIGA в Майнце, проводится теоретическое моделирование для предсказания минимального кумулятивного времени транспортировки осколков деления из мишенной камеры, расположенной вблизи активной зоны реактора, к детектору с помощью капиллярной системы.

Третья глава диссертации посвящена экспериментальным результатам тестирования газовой ячейки MARA-LEB в университете Ювяскюля в Финляндии, проведённых диссертантом по определению эффективности и характерных времён транспортировки продуктов синтеза искомых нуклидов. Проводится теоретическое моделирование для предсказания параметров этой транспортировки.

В четвёртой главе на основании полученной диссертантом информации о потенциале газового метода транспортировки, с помощью программы COMSOL Multiphysics иллюстрируются численные расчёты для двух различных строящихся камер в ГСИ (Дармштадт) с целью исследования нуклидов сверхтяжёлых элементов Периодической таблицы.

В пятой главе даётся иллюстрация использования аналитических наработок диссертанта для оценок газотранспортного варианта установки ПИТРАП, базирующейся на реакторе ПИК в ПИЯФ (Гатчина).

В Заключение подводится итог единолично полученных Д. Симоновски результатов с их научной и практической значимостью.

В Приложении приводится вывод полученных диссертантом формул, используемых для определения основных параметров многопараметрических транспортных систем.

Публикации и апробация

По теме диссертации опубликовано 4 статьи в рецензируемых журналах из списка Scopus и Web of Science:

По материалам работы сделаны доклады на российских и международных конференциях и форумах с международным участием (10 тезисов докладов).

Замечания

Диссертационная работа Д. Симоновски не имеет существенных недостатков, которые могли бы препятствовать ее защите.

Заключение

Диссертация Симоновски Димитара «Метод экспрессной газовой транспортировки продуктов ядерных реакций и распадов в различных газовых ячейках» представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком экспериментальном уровне. По уровню выполнения, объему, актуальности, новизне, значимости и достоверности результатов работа Д. Симоновски отвечает требованиям, предъявляемым

к кандидатским диссертациям, установленным в п. 9 Постановления правительства РФ "О порядке присуждения ученых степеней" от 24.09.2013 N 842 в ред. от 25.01.2024 (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней"), а её автор – Симоновски Димитар – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15. – физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

Отзыв на кандидатскую диссертацию Симоновски Димитара рассмотрен и одобрен на заседании научно-технического совета АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», протокол № 84 от «03» марта 2025 года.

Яковлев Владимир Анатольевич, 

Начальник лаборатории Ядерных физических исследований,

Кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц

Тел.: +7 (812) 346-90-29 (4155)

E-mail: jakovlev@khlopin.ru

Подпись Яковлева В.А. заверяю





Акционерное общество «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»

194021, Россия, г. Санкт-Петербург, 2-ой Муринский проспект, дом 28

Телефон: +7 (812) 346-90-29

E-mail: radium@khlopin.ru