

## ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе Шапиро Дмитрия Дмитриевича «Экспериментальный поиск новых типов межнуклонных взаимодействий, выходящих за рамки Стандартной Модели, с помощью нейтронного рассеяния», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15. – Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий

Диссертационная работа Д.Д. Шапиро посвящена анализу возможности поиска новых сил и межнуклонных взаимодействий, выходящих за рамки Стандартной Модели (СМ), с помощью нейтронного рассеяния. Нужно отметить, что сейчас такие поиски отклонений от СМ становятся все более актуальными, особенно в низкоэнергетичной физике, т.к. создание новых ускорителей, более мощных, чем Большой адронный коллайдер, представляет собой почти неразрешимую задачу на современном уровне развития технологии. Использование нейтронного рассеяния в таких экспериментах более чем оправдано, т.к. нейтрон участвует во всех известных в настоящий момент типах взаимодействий.

В работе предложен и реализован новый метод поиска межнуклонного взаимодействия на межатомных расстояниях. Оригинальность предложенного метода основана на использовании методик нейтронной оптики и дифракции, хорошо зарекомендовавших себя в исследовании конденсированного состояния вещества, а именно, порошковой дифракции и изучении оптического вращения спина нейтрона.

Работа состоит из двух относительно разных подходов: во-первых, был использован метод порошковой дифракции на хорошо известной структуре, в данном случае кремнии. При этом результирующую картину рассеяния нейтрона можно рассчитать с очень высокой точностью. В данном случае ожидалась точность измерения вариаций амплитуды рассеяния на уровне  $10^{-4}$ , что должно было позволить измерить зависимость амплитуды рассеяния нейтрона от переданного импульса с примерно такой же точностью. В случае отсутствия нового взаимодействия данная зависимость должна была быть константой, т.к. «дальнодействие» ядерного рассеяния составляет несколько ферми, что составляет  $\sim 10^{-5}$  от длины волны теплового нейтрона ( $\sim 1$  ангстрем).

В работе удалось продемонстрировать работоспособность данной методики и получить лучшее ограничение на новое взаимодействие скаляр-скалярного типа в диапазоне  $\lambda = 10^{-13} \div 10^{-11}$  м. К сожалению, точность, полученная в эксперименте, оказалась несколько хуже ожидаемой и была ограничена совершенством существующих экспериментальных установок порошковой дифракции.

Вторая часть работы посвящена поиску аксиально-аксиального взаимодействия нового типа с помощью измерения вращения спина нейтрона при прохождении кристалла без центра симметрии, в данном случае кристалла кварца. Для получения ограничения на такое взаимодействие использовались существующие экспериментальные данные, полученные в тестовом эксперименте

по поиску электрического дипольного момента нейтрона с помощью дифракции в нецентросимметричном кристалле. Полученные ограничения улучшают существующие данные в диапазоне радиусов аксиально-аксиального взаимодействия  $\lambda = 10^{-12} \div 10^{-6}$  м.

В процессе выполнения и написания работы Д.Д. Шапиро проявил себя как прилежный и грамотный сотрудник, умеющий эффективно решать поставленные перед ним задачи, ясно мыслящий и имеющий в своем багаже достаточный объем базовых знаний по физике. Более того, было замечено умение этими знаниями пользоваться.

Нужно отметить самостоятельность и активность Дмитрия в решении поставленных задач. Мое руководство работой Дмитрия заключалось, в основном, в постановке задачи и выдаче списка литературы по данной теме. Всю остальную работу Дмитрий проделал практически самостоятельно. Он смог разобраться с физическими принципами, лежащими в основе различных методов поиска новых типов взаимодействий, с предлагаемой методикой проведения эксперимента, сделал оценки возможной чувствительности к новому типу взаимодействия при исследовании рассеяния нейтрона на ядрах в кристаллической решетке. Для проверки методики им были самостоятельно добыты и обработаны существующие калибровочные данные нескольких порошковых дифрактометров. Затем им самостоятельно был подготовлен запрос пучкового времени, который был в последствии одобрен, на один из самых светосильных дифрактометров в мире – порошковый дифрактометр D20 реактора ILL (Гренобль, Франция). Результаты, полученные в этом эксперименте, и легли в основу его диссертационной работы.

Результаты работы представлены на десяти российских и международных конференциях и опубликованы в нескольких научных публикациях.

Считаю, что работа Шапиро Дмитрия Дмитриевича «Экспериментальный поиск новых типов межнуклонный взаимодействий, выходящих за рамки Стандартной Модели, с помощью нейтронного рассеяния», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15. – Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий, полностью соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, а ее автор Шапиро Дмитрий Дмитриевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15. – Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

Научный руководитель,  
Доктор физико-математических наук,  
Профессор кафедры Ядерно-физических  
методов исследования  
Физического факультета СПбГУ,  
Заместитель директора  
НИЦ «Курчатовский институт»-ПЦЯФ



Подпись руки  
ЗАВЕРЯЮ

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА КАДРОВ ЗИНОВЬЕВА А. Н.

В.В. Воронин

*Воронина В.В.*

05.08.2022