

# НАУЧНАЯ БИОГРАФИЯ

## Незванова Александра Юрьевича

Незванов А.Ю. является работником отделения ядерной физики Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка Объединенного института ядерных исследований (ЛНФ ОИЯИ), г. Дубна. Основное направление его работ связано с изучением особенностей распространения медленных нейтронов в нанодисперсных средах. Использование нейтронов низких энергий позволит получить новое качество нейтронных исследований как при изучении фундаментальных взаимодействий, так и при исследовании конденсированных сред. Однако прогресс в этой области ограничен сильным уменьшением количества таких нейтронов, а также эффективностью их доставки к установкам. Резкое ослабление потока медленных нейтронов связано с особенностями взаимодействия нейтронов с веществом. Как только длина волны нейтронов достигает межатомного расстояния, они начинают проходить сквозь отражатель и теряться для исследователей. Применение нанодисперсных сред, состоящих из частиц размером несколько нанометров, решает данную проблему. Отражение нейтронов от таких материалов происходит за счет интенсивного когерентного упругого рассеяния на отдельных наночастицах. В ЛНФ ОИЯИ Незванов А.Ю. принимает участие в разработке уникальных наноструктурированных отражателей очень холодных нейтронов (ОХН), не имеющих сейчас эффективных аналогов в мире.

В 2013 г. Незванов А.Ю. с отличием заканчивает обучение по специальности «Прикладная математика и информатика» в Московском Государственном Индустриальном Университете, ему присуждается квалификация «Математик, системный программист». В том же году он поступает в аспирантуру, выбирая темой своей диссертационной работы «Особенности взаимодействия и распространения нейтронов низких энергий в нанодисперсных средах».

С 2013 г. Незванов А.Ю. работает над формулировкой, реализацией и применением оригинальных физических моделей нанодисперсных сред и распространения в них медленных нейтронов. Он участвовал в планировании, проведении и обработке данных экспериментальных работ по изучению квази-зеркального отражения и малоуглового рассеяния холодных нейтронов (ХН), направленного извлечения, пропускания и отражения ОХН от слоев различных наноалмазов. Также в его работе использовались методы динамического рассеяния света, рентгеновской фотоэлектронной, флуоресцентной и энергодисперсионной спектроскопии, рентгеновской дифракции, электронной микроскопии и др. Перечисленные измерения и эксперименты проводились как на базовых установках ОИЯИ, так и в других передовых научных центрах мира.

В 2015 г. Незванов А.Ю. сформулировал модель транспорта нейтронов с длиной волны более  $8 \text{ \AA}$  в нанодисперсных средах, учитывая многократное рассеяние на сферических наночастицах в приближении Борна в рамках теории возмущений. Он реализовал модель в виде оригинального расчетного комплекса MCNT-NDP-B, прошедшего государственную регистрацию в том же году.

В 2015 г. Незванов А.Ю. поступает в докторскую школу по физике в Grenoble Alpes University, г. Гренобль, Франция, продолжая диссертационную работу в области физики нейтронов низких энергий.

В 2016 г. совместно с научными руководителями Незванов А.Ю. опубликовал вывод аналитического решения кинетического уравнения распространения излучения в нанодисперсной поглощающей среде в приближении малоуглового рассеяния. В том же году были опубликованы первые результаты исследования особенностей взаимодействия медленных нейтронов с нанодисперсными средами и их применения для отражателей нейтронов. Незванов А.Ю. провел количественное сравнение точного квантово-механического расчета потенциального рассеяния нейтронов одной наночастицей с расчетами в приближении Борна. Результаты легли в основу MCNT-NDP-PC – нового программного комплекса для расчета транспорта ОХН, прошедшего государственную регистрацию в том же году.

В 2018 г. были впервые опубликованы теоретические оценки неупругого взаимодействия ХН с различными наноструктурными средами, показавшие неэффективность использования

алмазных нанопорошков в качестве замедлителя ХН до ОХН и ультрахолодных нейтронов. Более того, были опубликованы результаты экспериментального и теоретического исследования квазизеркального отражения ХН от различных алмазных нанопорошков.

В 2018 г. Незванову А.Ю. была присуждена ученая степень Ph.D. Grenoble Alpes University, защита которой проходила в международном исследовательском нейтронном центре «Институт Макса фон Лауэ Поля Ланжевена», г. Гренобль, Франция.

В 2019 г. Незванов А.Ю. в должности научного сотрудника приступает к работе в ЛНФ ОИЯИ, применяя накопленный опыт для моделирования и создания наиболее эффективных отражателей ОХН.

В 2020 г. были опубликованы результаты продолжающихся исследований по изучению влияния фторирования на структуру наноалмазных порошков и их рассеивающие свойства. В этой работе было экспериментально подтверждено, что фторирование наноалмазных порошков не влияет на размер и структуру алмазного ядра наночастиц, но удаляет с них графитообразную оболочку. Количество водорода, основного источника потерь ОХН, уменьшается в ~30 раз, увеличивая отражающую способность наноалмазов.

Главным практическим итогом исследований Незванова А.Ю. стала первая демонстрация усиленного направленного извлечения ОХН с помощью отражателя из фторированных алмазных наночастиц. Источником ОХН выступал пучок нейтронов, который попадал внутрь наноалмазного отражателя в форме полого цилиндра, закрытого с одной стороны пробкой из тех же наноалмазов. В результате многократного отражения от внутренних стенок цилиндра ОХН имели повышенную вероятность покинуть отражатель через открытый конец. Увеличение плотности потока ОХН, извлеченных под любыми углами, превысило 30 раз, а извлеченных направленно под малыми углами к оси отражателя (светимость на образце) – около 10 раз.

В 2023 г. было завершено и опубликовано исследование влияния размеров наноалмазов на эффективность квазизеркального отражения ХН: было показано, что более крупные наноалмазы около 15 нм эффективнее отражают ХН квазизеркально по сравнению с наноалмазами размером 4 нм, изученными в 2018 году. Была проанализирована и подтверждена эффективность фторирования наноалмазных порошков для отражения нейтронов.

В 2024 г. были опубликованы результаты исследования возможности применения фторированных графитов для эффективного отражения ХН. В результате интеркаляции фтора параметры кристаллической решетки графита изменялись, что сделало возможным отражать за счет дифракции нейтроны с длиной волны до 10 Å и более.

Все указанные результаты теоретических и экспериментальных работ являются критически важным этапом создания эффективных отражателей с заранее заданными свойствами оптимальными для конкретных задач нейтронной физики.

Незванов Александр Юрьевич являлся:

- научным руководителем двух аспирантов;
- исполнителем в пяти грантах на проведение научно-исследовательских работ;
- руководителем в трех грантах на проведение научно-исследовательских работ;
- лауреатом конкурса научных, методических и прикладных работ ЛНФ ОИЯИ (I премия, раздел «Прикладные и научно-методические работы», 2022 г.);
- лауреатом стипендии им. И.М. Франка (2021 г.);
- лауреатом стипендии им. Ф.Л. Шапиро (2022 г.);
- лауреатом конкурса премий Губернатора Московской области в сферах науки, технологий, техники и инноваций для молодых ученых и специалистов (2023 г.);
- лауреатом конкурса премий ОИЯИ для молодых ученых и специалистов (2021 г.).

Научный сотрудник, Ph.D.

А.Ю. Незванов

13.08.2024