

## Измерение ионизационных выходов ядер отдачи в аргоне

В. П. Олейников<sup>1,2\*</sup>, М. А. Бакулев<sup>3,4</sup>, А. Е. Бондарь<sup>1,2</sup>, Т. А. Быков<sup>1</sup>, М. Б. Громов<sup>4,5</sup>,  
Д. А. Касатов<sup>1,2</sup>, А. А. Лизунов<sup>1,2</sup>, Т. С. Михеев<sup>1,2</sup>, В. В. Носов<sup>1,2</sup>, А. В. Соколов<sup>1,2</sup>,  
Е. О. Соколова<sup>1,2</sup>, Н. Д. Старцев<sup>1</sup>, С. Ю. Таскаев<sup>1,2,5</sup>, С. М. Чашин<sup>4</sup>, А. С. Чепурнов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>4</sup>Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына  
Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>5</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

\*e-mail: [V.P.Oleynikov@inp.nsk.su](mailto:V.P.Oleynikov@inp.nsk.su)

Двухфазные (жидкость-газ) детекторы на основе аргона имеют хорошую чувствительность к относительно низким энергиям ядер отдачи (~1 кэВ), благодаря чему они широко используются в экспериментах ядерной физики и астрофизики. Эти детекторы могут быть масштабированы до массы рабочего вещества в десятки тонн, благодаря чему они используются для поиска WIMP. Для реконструкции энергии ядра отдачи по сигналу детектора необходимо знать ионизационный выход – отношение числа электронов, эмитированных из жидкости в газ, к энергии ядра отдачи. Для измерения ионизационных выходов лучше всего подходят нейтроны, имитирующие WIMP.

В Институте ядерной физики имени Г. И. Будкера ведутся работы по измерению ионизационных выходов аргона на двухфазном детекторе. Измерения, проведенные ранее с пучком нейтронов с энергией 2,45 МэВ от нейтронного генератора на основе D-D реакции, имели относительно высокую энергию ядер отдачи, 233 кэВ [1]. Также, статистика в этих измерениях была недостаточной для требуемой точности. Для увеличения статистики измерений и возможности работы с более низкими энергиями ядер отдачи было решено использовать ускорительный источник нейтронов ВИТА в ИЯФ СО РАН, используемый для развития методики бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) [2], [3]. Было проведено две серии тестовых измерений, где вместо двухфазного детектора был установлен сцинтилляционный детектор на основе монокристалла стильбена и ФЭУ. Были определены пороги регистрации нейтронных счетчиков и квенч-факторы стильбеновых кристаллов. Выполнено Монте-Карло моделирование энергетических спектров рассеянных нейтронов, которое показало хорошее согласие с экспериментом.

Ведется подготовка к проведению следующей фазы эксперимента: увеличение светосбора двухфазного детектора и размещение его в бункере ускорительного источника нейтронов ВИТА. Для увеличения светосбора детектора планируется покрыть всю его поверхность смесителем спектра тетрафенилбутадиеном (ТФБ). Проведен цикл работ по измерению эффективности переизлучения ТФБ и исследованию эффектов старения. Для увеличения чувствительности к оптическим сигналам сцинтилляции планируется размещение дополнительной матрицы фотодетекторов, состоящей из кремниевых фотоумножителей (КФЭУ) ArrayC-60035-4P-BGA. Для данных КФЭУ было измерено усиление, вероятность перекрестных наводок и скорость счета темновых шумов при криогенной температуре.

### Список источников

1. А. Е. Bondar [et al.], Siberian Physical Journal. **12**, 3 (2017).
2. С. Ю. Таскаев, Ускорительный источник нейтронов. ВИТА. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2024. 248 с.
3. S. Taskaev [et al.], Preprint 202605.0884 (2026).