

Рецензия на проект
«Исследования реакторных нейтрино на короткой базе»

Обсуждаемый проект – «Исследования реакторных нейтрино на короткой базе», посвящен экспериментам, выполняемым на малых (порядка единиц метров) расстояниях от источника антинейтрино. В случае экспериментов DANSS и ν GeN источником является мощный энергетический ядерный реактор, а в эксперименте RICOSNET – исследовательский ядерный реактор. Вместе с тем, эксперименты объединяет близость подходов, методов и используемых для регистрации антинейтрино ядерных реакций, а также персонал, привлечённый к рассматриваемым работам. Актуальность проектов подобного рода представляется несомненной – исследования в физике нейтрино по-прежнему находятся на переднем крае современной науки и являются одними из наиболее обсуждаемых в физике элементарных частиц. Несмотря на сильнейшее влияние нейтрино на процессы развития и существования Вселенной, многие его свойства, такие как масса, электромагнитные моменты, да и сама его природа (майорановская или дираковская) до сих пор не определены.

В рамках рассматриваемой экспериментальной программы предполагается исследовать ряд процессов, связанных с нейтрино, а именно: когерентное рассеяние нейтрино на ядрах мишени; проверка существования осцилляций нейтрино в стерильное состояние (в рамках модели с одним стерильным и тремя активными нейтрино); возможность наличия у нейтрино аномального магнитного момента, помимо предсказанного минимально расширенной Стандартной Моделью (MPCМ). Первый из рассматриваемых процессов не запрещён в рамках Стандартной Модели, но ввиду малости передаваемой нейтрино энергии и, соответственно, малой кинетической энергии регистрируемого ядра отдачи, до сих пор не имеет надёжно подтверждённой регистрации. В случае надежного обнаружения явления когерентного рассеяния нейтрино станет возможным создание достаточно компактных нейтринных детекторов, которые могли бы использоваться в качестве удаленных диагностических систем ядерных реакторов на его основе, в противовес существующим часто громоздким установкам, которые используют реакцию обратного бета-распада на протоне.

Вопрос существования стерильного нейтрино широко обсуждается после предполагаемого наблюдения дефицита реакторных антинейтрино в эксперименте НЕЙТРИНО-4, так называемой реакторной антинейтринной аномалии (РАА) и недостатке нейтрино в эксперименте с искусственным источником нейтрино (эксперимент BEST). Хотя результаты этих экспериментов находятся в некотором противоречии друг с другом и с более ранними результатами ускорительных экспериментов (LSND), представляется необходимой их дополнительная проверка.

Обнаружение аномального магнитного момента антинейтрино будет означать майорановскую природу нейтрино. Вопрос о природе нейтрино (майорановское оно или дираковское) до сих пор не установлен экспериментальной физикой.

Предлагаемый проект базируется на опыте группы в разработке и создании похожих установок. Так, прототипом установки DANSS-2 является детектор DANSS, на котором были получены одни из лучших мировых ограничений на параметры осцилляций нейтрино в стерильное состояние, в том числе и «закрывающие» первоначально предложенные его параметры. Опыт создания и проведения эксперимента GEMMA используется в предлагаемой установке ν GeN. Для установки RICOCHET неоценимым является опыт, полученный исследовательской командой EDELWEISS.

Проект представляется ценным не только с экспериментальной, но и теоретической точки зрения. Изучение потоков нейтрино от ядерных реакторов помогает улучшить теоретические модели реакторных процессов, определение физических констант делящихся ядер, например, количество нейтрино на акт деления каждого ядра и их характерные спектры антинейтрино. Улучшение знаний о спектрах антинейтрино ядер-компонентов ядерного топлива реакторов приводит к решению важной прикладной задачи – дистанционному мониторингованию выгорания ядерного топлива в процессе работы реактора. Важно подчеркнуть независимость этого метода контроля от персонала, обслуживающего ядерный реактор.

Следует отметить высокую конкуренцию в исследованиях реакторных антинейтрино на малых расстояниях от источника, поэтому соблюдение проектных сроков и выдерживание графика финансирования проекта особенно важно.

В целом не оставляет сомнений важность и научная актуальность проекта – «Исследования реакторных нейтрино на короткой базе», а экспериментальная группа обладает всеми навыками и компетенциями, а также многолетним опытом реализации подобных проектов, что позволяет рекомендовать заявленную экспериментальную программу к утверждению для исполнения.



СИНЁВ Валерий Витальевич

Доктор физико-математических наук, Ведущий научный сотрудник

Лаборатории гамма-астрономии и реакторных нейтрино

Отдела экспериментальной физики

Института ядерных исследований РАН

email: vsinev@inr.ru