

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертации
Дергачевой Анны Евгеньевны
«Разработка и создание 3D сегментированного
сцинтилляционного детектора нейтрино СуперFGD»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности 1.3.2 -
приборы и методы экспериментальной физики.

Диссертация Дергачевой Анны Евгеньевны «Разработка и создание 3D сегментированного сцинтилляционного детектора нейтрино СуперFGD» выполнена в Отделе физики высоких энергий ИЯИ РАН и посвящена разработке, созданию и первым измерениям с мюонными нейтрино 3D сегментированного сцинтилляционного детектора СуперFGD. В диссертации представлены результаты тестирования различных прототипов этого детектора на пучке заряженных частиц в ЦЕРНе и пучке нейтронов в Лос-Аламосе, а также первые результаты регистрации мюонных нейтрино в детекторе СуперFGD, полученные на нейтринном канале T2K в J-PARC (Япония).

Основными задачами нейтринного эксперимента с длинной базой T2K являются поиск CP нарушения в нейтринных осцилляциях и прецизионное измерение осцилляционных параметров. Для повышения чувствительности этого эксперимента, а также проекта ГиперКамиоканде, к CP нарушению по мере набора статистики нейтринных событий необходимо добиться снижения систематических погрешностей, улучшить точность измерения спектра мюонных нейтрино и антинейтрино вблизи пионорождающей мишени до исследуемых осцилляций. Также необходимо повысить точность определения состава нейтринного пучка, главным образом определить примесь электронных нейтрино, получить новые данные по сечениям взаимодействия мюонных и электронных нейтрино и антинейтрино с ядрами с энергиями около 1 ГэВ. Детектор СуперFGD, в разработке и создании которого принимала участие А.Е.Дергачева, будет являться центральным детектором в комплексе ближних нейтринных детекторов экспериментов T2K и ГиперКамиоканде и играть ключевую роль в поиске CP нарушения. Этот детектор позволит регистрировать в полном телесном угле заряженные частицы и нейтроны от взаимодействий нейтрино, детектировать протоны с низким порогом около 300 МэВ/с, эффективно регистрировать и идентифицировать электронные нейтрино и подавлять фоны от нейтральных пионов и фотонов.

Детектор СуперFGD состоит из 2-х миллионов оптически изолированных кубических сцинтилляторов, объемом 1 см³ каждый, с тремя ортогональными отверстиями для спектросмещающих волокон, сигнал с которых регистрируется микропиксельными лавинными фотодиодами. Такая конфигурация детектора позволяет регистрировать все вторичные частицы, возникающие в результате взаимодействия нейтрино, и восстановить 3D картину события. Ожидается, что созданный и успешно запущенный в работу на нейтринном канале T2K детектор СуперFGD позволит уменьшить уровень систематических погрешностей осцилляционных измерений до 3% и получить новые данные по сечениям взаимодействия нейтрино с энергиями около 1 ГэВ.

А.Е. Дергачева принимала непосредственное участие во всех этапах работы по разработке, созданию, монтажу и запуску в работу детектора СуперFGD на нейтринном канале T2K. Начальным этапом ее работы был анализ данных, набранных во время тестов прототипов СуперFGD на пучке заряженных частиц в ЦЕРН и с нейтронами в Лос-Аламосе. Она проанализировала первые нейтринные события, зарегистрированный детектором СуперFGD, и измерила ключевые параметры детектора: световой выход индивидуального сцинтилляционного кубика для минимально ионизирующих частиц, временное разрешение, оптический crosstalk в полной конфигурации детектора. Полученные ей результаты – измеренный световой выход вдоль треков остановившихся протонов и средний световой выход в точке остановки протонов – подтверждают принципиальную возможность эффективной регистрации и идентификации протонов низкой энергии, возникающих в результате взаимодействия нейтрино с ядрами через заряженный ток, и позволяют восстанавливать энергию нейтрино с использованием кинематических параметров всех заряженных частиц. Полученные Анной Дергачевой результаты очень важны для настройки программы Монте Карло моделирования нейтринных процессов в детекторе и дальнейшего использования при разработке теоретических моделей взаимодействия нейтрино с нуклонами и легкими ядрами.

Анна Дергачева поступила в очную аспирантуру ИЯИ РАН в 2019 году после окончания магистратуры Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» по направлению подготовки 14.04.02 - «Ядерная физика и технологии» поступила в очную аспирантуру ИЯИ РАН, которую успешно закончила в 2023 году. В период подготовки диссертации А.Дергачева А.Е. работала в должности стажера-исследователя НОЦ ИЯИ РАН, а с 01.07.2022 в должности младшего научного сотрудника Отдела физики высоких энергий. За шесть лет работы в Институте Анна Дергачева принимала активное участие в создании детектора СуперFGD, успешно выполнила анализ большого объема данных, полученных в тестах прототипов детектора, проанализировала данные, накопленные в первых сеансах на нейтринном пучке в полностью собранной и отлаженной конфигурации СуперFGD. За время работы в рамках модернизации ближнего нейтринного детектора эксперимента T2K А.Е. Дергачева внесла заметный вклад в создание и успешный запуск уникального нейтринного детектора СуперFGD, проявила себя как способный исследователь в области

физики элементарных частиц, выросла как самостоятельный ученый. Особо следует отметить такие качества А.Е.Дергачевой как трудолюбие, высокую работоспособность, умение доводить работу до конца и получать результаты. Все результаты, представленные в диссертации, получены лично А.Е.Дергачевой, или при ее непосредственном участии. Она неоднократно докладывала полученные результаты на различных российских и международных конференциях и семинарах. Исследования Анны Дергачевой были поддержаны грантами РНФ, она является участником научно-исследовательской работы в рамках проекта «Наука» Министерства науки и высшего образования РФ «Изучение происхождения, источников и свойств нейтрино на Байкальском нейтринном телескопе и других установках мирового класса».

Диссертация Дергачевой Анны Евгеньевны «Разработка и создание 3D сегментированного сцинтилляционного детектора нейтрино СуперFGD» является законченным научным трудом, в котором представлены важные результаты по разработке, созданию, тестированию и измерению с пучком мюонных нейтрино 3D сегментированного сцинтилляционного детектора нейтрино СуперFGD. Считаю, что представленная к защите диссертация А.Е.Дергачевой удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.3.2 - приборы и методы экспериментальной физики, а ее автор безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

15 января 2025 года

Научный руководитель
Главный научный сотрудник, заведующий ОФВЭ,
профессор, доктор физ.-мат. наук

Ю.Г. Куденко

Подпись Ю.Г.Куденко удостоверяю
Заместитель директора ИЯИ РАН,
доктор физ.-мат. наук

А.В. Фещенко