

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 201.002.01

на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11 февраля 2020 г., протокол № 2.

О присуждении Рудик Дмитрию Геннадьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Изучение и разработка методов регистрации вакуумного ультрафиолета для сцинтилляционного нейтринного детектора на жидком аргоне» по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, принята к защите 10 декабря 2019 г., протокол № 8, диссертационным советом Д 201.002.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25), созданным приказом Минобрнауки РФ от 15.02.2013 № 75/нк.

Соискатель, Рудик Дмитрий Геннадьевич, 1991 года рождения, в 2014 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», в 2018 году – аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ).

Соискатель работает научным сотрудником лаборатории развития сцинтилляционных методов регистрации частиц НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ. Диссертация выполнена в вышеуказанной лаборатории.

Научный руководитель – Акимов Дмитрий Юрьевич, кандидат физ.-мат. наук, начальник лаборатории развития сцинтилляционных методов регистрации частиц НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ.

Официальные оппоненты:

1. Кузьминов Валерий Васильевич, доктор физ.-мат. наук, заведующий филиалом Баксанская нейтринная обсерватория Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт ядерных исследований Российской академии наук;
 2. Смольников Анатолий Алексеевич, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Дзелепова Объединённого института ядерных исследований, г. Дубна,
- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН), в своем положительном заключении, подписанном Бузулуцковым Алексеем Федоровичем, доктором физ.-мат. наук, главным научным сотрудником Лаборатории 3-3 и Аракчеевым Алексеем Сергеевичем, кандидатом физ.-мат. наук, ученым секретарем ИЯФ СО РАН, указала, что полученные автором результаты являются существенным вкладом в развитие методов регистрации сцинтилляций в детекторах на основе жидкого аргона. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Д.Г. Рудик, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 23 научные работы, включая публикацию в журнале Science. По теме диссертации – 2 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях общим объемом 1,6 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Работы выполнены в нераздельном соавторстве. Автор внес определяющий вклад в получение представленных результатов и подготовку публикаций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. D. Akimov, ..., D. Rudik et al. Study of Xe-doping to LAr scintillator // J. Phys. Conf. Ser. – 2017. – Т. 798, № 1. – С. 012210.
2. D. Akimov, ..., D. Rudik et al. Fast component re-emission in Xe-doped liquid // JINST. – 2019. – Т. 14, № 09. – P09022.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

В.В. Кузьминов – известный в мире физик-экспериментатор в области исследований редких процессов с помощью газовых детекторов в условиях низкого фона естественной радиоактивности и космических лучей в подземных лабораториях БНО. Внёс большой личный вклад в создание одной из лучших в мире подземной низкофоновой лаборатории. Много времени уделяет научно-организационной работе, руководству деятельностью Баксанской нейтринной обсерватории.

А.А. Смольников – широко известный физик-экспериментатор, специалист по исследованию двойного бета-распада. Стоял у истоков развития темы двойного бета-распада в России. Принимал участие в нескольких международных экспериментах, хорошо знаком с проблематикой нейтринных детекторов и проблемой регистрации сцинтилляционного света в жидком аргоне. Участвовал в экспериментах по изучению сцинтилляционных свойств жидкого аргона, а также смеси жидкого аргона с ксеноном, который использовался в качестве объемного переизлучателя.

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН – крупнейший академический институт страны. Уникальные установки и оборудование Института составляют основу инфраструктуры для широкого спектра междисциплинарных научных и научно-технологических исследований. Одним из направлений деятельности института является поиск темной материи при помощи низкофоновых детекторов на жидком аргоне Dark Side, а также исследование сцинтилляционных свойств жидкого аргона для его применения в подобных детекторах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Впервые экспериментально показано, что ксенон при концентрации ~ 1500 ppm по массе эффективно переизлучает как медленную, так и быструю компоненту сцинтилляции аргона;
- Экспериментально измерены характеристики смесей LAr с различными концентрациями Xe и константы процессов переноса возбужденного состояния от молекул Ar атомам Xe; для быстрой компоненты данная константа была измерена впервые;
- В результате измерений стабильности смеси при длительной работе детектора установлено, что параметры сцинтилляционных сигналов стабильны на протяжении измерений. Подобные измерения до сих пор не проводились;
- Показано, что повышение эффективности разделения типов частиц по форме сигнала при росте концентрации Xe в LAr связано с ростом вероятности передачи возбуждения от молекул Ar атомам Xe.

Актуальность темы диссертации связана с необходимостью повышать эффективность регистрации света в существующих и готовящихся экспериментах, использующих детекторы на жидком аргоне. Жидкий аргон широко используется в качестве рабочего вещества в нейтринных экспериментах и в экспериментах по поиску темной материи. Однако длина волны сцинтилляционного света жидкого аргона лежит в области вакуумного ультрафиолета (~ 128 нм), что затрудняет его регистрацию. Распространенным решением данной проблемы является использование спектросместителей, которые переизлучают сцинтилляционный свет жидкого аргона в область более больших длин волн. Наиболее популярным спектросместителем является тетрафенил бутадиен (ТФБ). Ряд недостатков ТФБ и сложность работы с этим веществом определяет необходимость дальнейшего исследования различных способов переизлучения света. Одним из элегантных способов переизлучения света в жидком аргоне может стать добавление небольшой примеси ксенона. Однако до сих пор не был решен ряд вопросов касательно данного способа переизлучения света в жидком аргоне. Таким образом,

актуальность темы диссертации не вызывает сомнений и представляет интерес для исследований в нейтринной физике.

Практическая значимость. Повышение эффективности регистрации фотонов в детекторах на жидком аргоне позволит регистрировать события с более низким порогом по энергии, а также может повысить энергетическое разрешение детектора. Данный факт крайне важен для нейтринных экспериментов, например, для регистрации упругого когерентного рассеяния нейтрино на атомном ядре аргона. Улучшение качества разделения типов частиц по форме сигнала при добавлении ксенона в жидкий аргон позволит эффективнее удалять фоновые события от электронных и гамма взаимодействий. Стабильность параметров газовой смеси демонстрирует возможность использования примеси ксенона в качестве переизлучателя в длительных экспериментах. Кроме того, необходимо отметить, что исследования ТФБ образцов, произведенные диссертантом, позволили повысить эффективность регистрации света в детекторе на жидком аргоне CENNS-10, что дало возможность впервые зарегистрировать процесс упругого когерентного рассеяния нейтрино на ядрах аргона.

Научная новизна. В данной работе впервые экспериментально показано, что при концентрации ксенона ~ 1500 ppm эффективно переизлучается не только медленная, но и быстрая компонента сцинтилляции жидкого аргона. При этом впервые показана связь между ростом эффективности переизлучения быстрой компоненты и ростом эффективности разделения типов частиц по форме сигнала. Впервые показана стабильность параметров смеси в длительном сеансе измерений.

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в том, что полученные результаты важны для понимания процессов передачи возбуждения от молекул Ar к атомам Xe.

Достоверность результатов автора подтверждается экспериментально, а также тем, что они согласуются с результатами, полученными в работах других групп для отдельных концентраций ксенона в жидком аргоне.

Личный вклад. Основные представленные в работе результаты получены лично автором диссертации, либо при его определяющем участии.

