

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 201.002.01,
созданного 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 04 декабря 2018 г., протокол № 9.

О присуждении Белову Владимиру Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование космогенных источников фона в эксперименте ЕХО-200» по специальности 01.04.23 – Физика высоких энергий принята к защите 11 сентября 2018 г., протокол № 6, 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» (НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ, 117218, г. Москва, ул. Большая Черемушkinsкая, д. 25), созданным приказом Минобрнауки РФ от 15.02.2013 № 75/нк.

Соискатель Белов Владимир Александрович, 1980 года рождения, в 2003 году окончил Московский физико-технический институт (государственный университет), в 2007 г. заочную аспирантуру Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт Теоретической и Экспериментальной Физики». С 11 апреля по 01 июня 2017 г. был прикреплен к аспирантуре НИЦ «Курчатовский институт – ИТЭФ» в качестве экстерна для сдачи кандидатского экзамена по истории и философии науки.

Соискатель работает старшим научным сотрудником лаборатории физики сильных взаимодействий НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ.

Диссертация выполнена в лаборатории физики сильных взаимодействий НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ.

Научный руководитель – Зельдович Ольга Яковлевна, кандидат физ.-мат. наук, начальник лаборатории физики сильных взаимодействий НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ.

Официальные оппоненты:

- Безруков Леонид Борисович, доктор физ.-мат. наук, заведующий лабораторией гамма-астрономии и реакторных нейтрино Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук;
 - Смольников Анатолий Алексеевич, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Джелепова Объединённого института ядерных исследований, г. Дубна,
- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», в своем положительном заключении, подписанном Балышом Александром Ярославовичем, кандидатом физ.-мат. наук, ведущим научным сотрудником Отдела физики электрослабых взаимодействий лаборатории элементарных процессов Отделения физики нейтрино (ОФН), Скорохватовым Михаилом Дмитриевичем, доктором физ.-мат. наук, руководителем ОФН и Стремоуховым Сергеем Юрьевичем, главным ученым секретарём НИЦ «Курчатовский институт», указала, что диссертация выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Диссертация отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, В.А. Белов, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 70 научных работ, включая публикации в журналах Nature и Science, в том числе по теме диссертации – 5 работ, из них 4 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, общим объемом 3,1 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. J.B. Albert et al. Search for Majorana neutrinos with the first two years of EXO-200 data // Nature. –2014. –Vol. 510, no. 7504. – P. 229—234.
2. J.B. Albert et al. Cosmogenic backgrounds to $0\nu\beta\beta$ in EXO-200 // Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. – 2016. – Vol. 2016, no. 04. – P. 029.
3. J.B. Albert et al. Search for neutrinoless double-beta decay with the upgraded EXO-200 detector // Physical Review Letters. – 2018. – Vol. 120, no. 7. – P. 072701.
4. Белов В. А. Метод быстрой оценки эффективности регистрации радиоактивных распадов в эксперименте EXO-200 // Ученые записки физического факультета Московского Университета. – 2018. – Т. 2018, № 3. – С. 1830206.

На диссертацию поступил положительный отзыв к.ф.-м.н. Ю.А. Камышкова, профессора департамента физики Университета штата Теннесси, США. В отзыве содержится замечание об отсутствии подробного анализа вкладов возможных источников радиоактивных загрязнений детектора, методов их подавления и перспектив их уменьшения в будущем. На автореферат поступили положительные отзывы д.ф.-м.н. А.И. Болоздыни (НИЯУ МИФИ) и к.ф.-м.н. Н.Ю. Агафоновой (ИЯИ РАН), замечаний нет. В отзывах отмечается, что рассмотренные в диссертации подходы и методы представляют интерес для всех экспериментов, нацеленных на поиск редких процессов, развитая автором методика позволила эффективно и систематически справиться с проблемой космогенного фона и классифицировать вклады различных изотопов в EXO-200 установке.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

Л.Б. Безруков – признанный в мире учёный, высококвалифицированный специалист в области неускорительной физики частиц. Известный физик-экспериментатор, автор многочисленных работ, в которых получены фундаментальные результаты по осцилляциям реакторных антинейтрино и безнейтринному двойному бета-распаду. Также он изучал неупругое рассеяние мюонов космических лучей на ядрах поваренной соли, провёл расчёты сечений

взаимодействия фотонов и мюонов высокой энергии с атомными ядрами. На протяжении многих лет участвует в работе кафедры МФТИ "Фундаментальные взаимодействия и космология", работе двух диссертационных советов.

А.А. Смольников – широко известный физик-экспериментатор, специалист по исследованию двойного бета-распада. Стоял у истоков развития темы двойного бета-распада в России, непосредственно участвовал в создании Баксанской Нейтринной Обсерватории ИЯИ РАН. Принимал участие в нескольких международных экспериментах, хорошо знаком с проблематикой детекторов редких процессов и изучению источников фона в них.

НИЦ «Курчатовский институт» – междисциплинарная национальная лаборатория, один из ведущих мировых научных центров по ряду областей физики. Уникальные установки и оборудование Института используются для широкого спектра междисциплинарных научных и научно-технологических исследований. Одним из основных направлений деятельности Центра являются ядерная физика и физика высоких энергий, позволяющие получать новые фундаментальные знания о свойствах материи и законах эволюции Вселенной. Исследования нейтрино – традиционная область для Курчатовского института. Сегодня здесь сосредоточивается около 80% всех российских работ по его физике. В институте работают высококвалифицированные специалисты, участвующие в международных проектах по физике частиц, проводимых как в самом Институте, так и в мировых научных центрах, таких как ЦЕРН, LNGS и др.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Установлен качественный и количественный состав изотопов, возникающих в установке ЕХО-200 при прохождении космических мюонов высоких энергий.
- Разработан метод быстрой оценки эффективности регистрации распадов изотопов, позволивший провести полное изучение списка изотопов активации с точки зрения вклада в экспериментальные данные.

- Для нескольких изотопов (^{134}Xe , ^{136}Xe , ^1H , ^{19}F , ^{63}Cu и ^{65}Cu) измерены скорости активации путём радиационного захвата нейтронов, возникающих при прохождении космических мюонов.
- Установлена величина вклада единственного опасного источника фона — β -распадов ^{137}Xe — в области поиска безнейтринного 2β -распада ^{136}Xe .

Актуальность темы диссертации связана с растущим интересом к поискам "новой" физики за пределами Стандартной Модели. Одной из важных задач является определение типа и абсолютной шкалы массы нейтрино. В настоящее время наилучшие результаты достигаются в экспериментах по поиску безнейтринного двойного бета-распада, таких как EXO-200. Столь редкие процессы требуют внимательного изучения всех источников фона. Тематика исследований, рассматриваемая автором в диссертационной работе, связана с прохождением космических мюонов высоких энергий, полностью подавить которые невозможно. Таким образом, актуальность темы диссертации не вызывает сомнений и представляет ценность для исследований в ядерной физике и физике высоких энергий. Представленная диссертационная работа выполнена в рамках участия ИТЭФ в международном проекте EXO.

Практическая значимость. По мере роста чувствительности экспериментов, нацеленных на поиск редких процессов, всё более важную роль начинают играть источники фона, отличные от естественной радиоактивности. Даже в условиях подземных лабораторий, несмотря на активную и пассивную защиту, взаимодействия космических мюонов высоких энергий с ядрами вещества в самом детекторе и окружающих материалах вызывают адронные и электромагнитные каскады с частицами высоких энергий. Именно этот механизм рождения активационных изотопов исследован в диссертации. Описанные подходы и методы представляют интерес для соответствующих экспериментов, как проводимых в подземных лабораториях, так на реакторах. Полученные результаты были использованы при обработке данных эксперимента EXO-200 и при разработке детектора nEXO.

Научная новизна работы состоит в том, что было проведено исследование роли частиц высоких энергий в формировании источников фона, вызываемых прохождением космических мюонов в эксперименте ЕХО-200. Разработанный метод впервые позволил осуществить исчерпывающую проверку списка изотопов активации и выявить те изотопы, которые вносят реальный вклад в низкофоновые данные эксперимента. Все полученные экспериментальные результаты являются новыми. Измерения были проведены в уникальных экспериментальных условиях на высокочувствительном сверхнизкофоновом детекторе ЕХО-200 на средней глубине залегания (~1600 м.в.э.).

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в том, что был разработан оригинальный метод оценки эффективности регистрации радиоактивных изотопов, позволяющий быстро проводить исследования больших списков изотопов активации на предмет выявления изотопов, опасных с точки зрения создания фона в эксперименте.

Достоверность результатов подтверждается тем, что они согласуются с ранее известными результатами, а также результатами, полученными другими методами.

Личный вклад. Основные представленные в работе результаты получены лично автором диссертации, либо при его определяющем участии, включая: расчет эффектов активации материалов при прохождении космических мюонов высоких энергий, разработку оригинального метода проверки изотопов активации, получение оценки вклада каждого изотопа в уровень фона, исследование событий радиационного захвата нейтронов на ядрах, измерение скоростей активации для некоторых из них. Соискатель принимал активное участие в наборе и обработке физических данных эксперимента ЕХО-200.

По теме диссертации опубликованы статьи в ведущих международных реферируемых журналах. Работы известны в научном сообществе и цитируются в работах других авторов.

Диссертация В.А. Белова «Исследование космогенных источников фона в эксперименте ЕХО-200» соответствует требованиям, предъявляемым п. 9

Положения о порядке присуждения ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук

На заседании 04 декабря 2018 г., протокол № 9, диссертационный совет принял решение присудить Белову Владимиру Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек (из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук



Ю.Т. Киселёв

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физ.-мат. наук
06 декабря 2018 г.



В.В. Васильев