

## ОТЗЫВ

официального оппонента, Лубсандоржиева Баярто Константиновича, д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), на диссертацию Бузыкаева Алексея Рафаиловича “Разработка черенковских счетчиков АШИФ для детектора КЕДР”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики

Диссертация Бузыкаева Алексея Рафаиловича “Разработка черенковских счетчиков АШИФ для детектора КЕДР” выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН. Диссертация посвящена актуальной теме разработки детекторов на базе черенковских счетчиков с радиатором из аэрогеля. Детекторы такого типа активно применяются для идентификации не только в ускорительных экспериментах, но и в экспериментах в астрофизике частиц.

Актуальность работы не вызывает никаких сомнений. Черенковские детекторы широко применяются для идентификации частиц, особенно в экспериментах на ускорителях. Разработка новых высокоэффективных детекторов на базе новых материалов радиаторов, новых методов вывода сигналов и новых фотодетекторов играет исключительно важную роль для дальнейшего развития экспериментальной техники. А это, в свою очередь, будет открывать новые горизонты для физических экспериментов.

Научная новизна диссертационной работы А.Р.Бузыкаева также несомненна. Впервые для аэрогелевых черенковских детекторов проведено тщательное моделирование методом Монте-Карло сбора света на фотокатод фотоприемника с учетом конкретной геометрии счетчиков. Моделирование выполнено с помощью пакета программ LCE, разработанной при активном участии А.Р.Бузыкаева. Впервые разработан и оригинальный метод измерения длины поглощения света в аэрогеле.

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы из 67 наименований. Достоинством диссертации является также ее компактность. Вся работа насчитывает 86 страниц, из которых 8 страниц приходится на список литературы и 8 страниц на титульный лист, оглавление и введение. Диссертация богато иллюстрирована – всего 58 рисунков.

Во введении дается обоснование актуальности диссертационной работы. Сформулированы цель работы, научная новизна, практическая значимость и личный вклад диссертанта. Также сформулированы положения, которые защищает диссертант, и приведены данные по апробации работы.

В первой главе даются довольно подробные описания примеров использования черенковских детекторов с радиаторами из аэрогеля в различных экспериментах на ускорителях. Эти примеры хорошо иллюстрированы и хорошо обосновывают актуальность данной диссертационной работы.

Вторая глава посвящена описанию моделирования распространения фотонов в аэрогелевом радиаторе. Описание это довольно подробное, показывающее насколько тщательно и на каком высоком профессиональном уровне выполнено моделирование.

В третьей главе, которая является, на мой взгляд, основной частью диссертации, представлены черенковские детекторы АШИФ – счётчики, использующие шифтеры. Довольно подробно описываются методы измерения показателя преломления, длины поглощения и длины рассеяния света в аэрогеле. Использование данных методов позволило создать аэрогель, названный в диссертации “Новосибирским аэрогелем”, с рекордным значением длины поглощения. Обосновывается выбор фотоумножителей с МКП в качестве основного фотоприемника, а также выбор переизлучателя ВВQ.

В четвёртой главе представлены результаты работы по разработке прототипа черенковских детекторов для эксперимента ВаВаg, в котором автор принимал активное участие. Моделирование данного прототипа

выполнено с помощью пакета программ LCE, созданной при непосредственном участии автора.

В пятой главе достаточно детально описывается детектор КЕДР, в котором для идентификации частиц используются аэрогелевые черенковские счетчики АШИФ.

В шестой главе представлены сами счетчики АШИФ. Описываются моделирование этих счетчиков, тестирование счетчиков как на ускорительном пучке, так и с использованием мюонов космических лучей.

В седьмой главе обсуждаются аэрогелевые счетчики, созданные для детектора СНД при активном участии автора диссертации. Успешная эксплуатация этих счетчиков на протяжении многих лет демонстрируют их высокие качество и надежность.

В заключении диссертации перечислены основные результаты работы.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. К сожалению, некоторые экспериментальные моменты, представляющие исключительную важность, опущены в диссертации, например, на странице 42 упоминаются измерения “абсолютного коэффициента сбора фотоэлектронов” в ФЭУ с МКП. При этом, даются только результаты, а для того, чтобы узнать подробности измерений, читатель отсылается к публикациям. Работа только бы выиграла, если бы чуть подробнее были даны описания этих измерений.

2. На странице 47, рисунок 3.18, дана кривая спектральной чувствительности для ФЭУ с МКП без всяких деталей. Вид кривой достаточно необычен для мультищелочного фотокатода. Максимум чувствительности приходится на 480-490 нм, тогда как для “стандартных” мультищелочных фотокатодов максимум чувствительности приходится на ~430-440 нм. Было бы очень интересно узнать подробности измерений кривой спектральной чувствительности этого ФЭУ, какова интегральная чувствительность и т.д. Это интересно для многих экспериментов, например,

для экспериментов по поиску двойного безнейтринного бета распада ядер и по поиску частиц темной материи, использующих сцинтилляционные кристаллы с максимумом излучения в желто-красной области, такие, как  $\text{CaMoO}_4$ .

3. На странице 24, в формуле 2.4 – ошибка. По-видимому, в знаменателе должен быть знак “+”, иначе формула теряет смысл.

4. Во второй главе диссертации говорится о “рассеянии Релея”. В других же главах при этом написано “рэлеевское рассеяние”. Последнее, все-таки, является общепринятым. По крайней мере, судя по физической энциклопедии.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа Бузыкаева Алексея Рафаиловича “Разработка черенковских счетчиков АШИФ для детектора КЕДР” выполнена на весьма высоком научном уровне, заслуживает самой высокой оценки и является несомненным вкладом в развитие методов экспериментальной физики.

Полученные в диссертации результаты несомненно найдут применение при планировании и разработке экспериментов в различных научных центрах, таких, как ОИЯИ, ИЯИ РАН, ИТЭФ, ИФВЭ, КЕК, DESY, CERN, и т.д.

Все научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, являются актуальными, обоснованными и достоверными. Результаты работы докладывались на международных и российских конференциях; основные результаты работы опубликованы в 9 статьях, из которых 8 статей в журналах из перечня, рекомендованного ВАК.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа “Разработка черенковских счетчиков АШИФ для детектора КЕДР” отвечает всем требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бузыкаев Алексей Рафаилович, безусловно,

