

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук Литвиненко Анатолия Григорьевича на диссертационную работу **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

Диссертационная работа Бузыкаева Алексея Рафаиловича посвящена разработке и созданию детектирующих систем на основе черенковских счетчиков с аэрогелевым радиатором. Такие системы используются для идентификации частиц. Автор диссертации принимал участие во всех стадиях создания черенковских счётчиков для детектора КЕДР, начиная с моделирования и заканчивая эксплуатацией. Более того, предложенный автором диссертации метод измерения длины поглощения в аэрогеле позволял контролировать качество производимых образцов. Здесь следует отметить высокое качество аэрогеля, производимого в Новосибирске. Длина поглощения у «Новосибирского аэрогеля» на порядок больше, чем у аэрогеля, производимого в КЕК (Япония). Думается, в этом есть заслуга и соискателя. Более того, соискатель принимал участие в создании системы черенковских счётчиков с аэрогелевым радиатором для детектора СНД. Из сказанного следует, что в диссертационной работе Алексея Рафаиловича представлены результаты, для получения которых был проделан большой объём работы требующей высокой квалификации.

Актуальность исследований, результаты которых выносятся на защиту, определяются целым рядом обстоятельств. Одно из них то, что черенковские счётчики являются перспективными детекторами для идентификации частиц в той области импульсов, где времяпролётная методика требует больших пролётных баз. Второе, это то, что аэрогель по показателю занимает промежуточное место между твёрдыми радиаторами ($n > 1.3$) и газообразными ($n \cong 1.001$). Если говорить о разделении π - и К-мезонов, то пороговые черенковские счётчики с радиатором из аэрогеля перекрывают область импульсов от 500-600 МэВ/с до 1.5-2.0 ГэВ/с. Актуальность применения аэрогелевых черенковских счётчиков проиллюстрирована в первой главе диссертационной работы Бузыкаева А. Р., где обсуждается применение таких счётчиков для идентификации частиц в современных детекторах (Belle, BaBar, КЕДР, СНД). К этому можно добавить ещё много примеров использования такого рода счётчиков в современных экспериментах. Так, коллаборацией PHENIX (BNL, US) в 2003 – 2004 была изготовлена стенка ($110 \times 352 \text{ см}^2$) из пороговых черенковских счётчиков с аэрогелевым радиатором ($n=1.011$, изготовлен в КЕК). Стенка используется для идентификации частиц при изучении эффекта гашения струй в столкновении тяжёлых ядер на RHIC. Ещё раз отметим, что тематика исследований является

актуальной и это убедительно продемонстрировано в обсуждаемой диссертации.

Степень новизны работы характеризует то, что впервые при разработке системы аэрогелевых счётчиков для моделирования светосбора был применён метод Монте-Карло. Использование этого метода стало возможным благодаря универсальной программе моделирования LCE, в разработку которой Бузыкаев Алексей внёс существенный вклад. Также впервые был предложен и реализован новый метод измерения длины поглощения света в аэрогеле, которая определяет светосбор в счётчиках с диффузным собиранием света.

Одной из основных задач при проектировании аэрогелевых черенковских счётчиков является точное определение величины световыхода от пролёта заряженной частицы, задающего качество идентификации.

Возможным решением является изготовление большого количества прототипов счётчиков с дорогостоящими фотоприёмниками и прямого измерения этой величины на них.

Использование компьютерного Монте-Карло моделирования позволило ускорить процесс проектирования и значительно сократить затраты на исследовательское оборудование и производство системы. Что показывает **практическую значимость** результатов работы.

Благодаря разработанному Бузыкаевым Алексеем методу надёжного измерения длины поглощения света в аэрогеле впервые был получен аэрогель с рекордной длиной поглощения и созданы счётчики с высоким качеством идентификации частиц.

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы при планировании экспериментов и создании детекторов в таких научных центрах, как ИЯФ СО РАН, ОИЯИ, ИТЭФ, ИФВЭ, КЕК, CERN, Jefferson Laboratory и т.д.

Диссертационная работа Алексея Рафаиловича Бузыкаева состоит из введения, семи глав и заключения.

Во введении приведено краткое описание детектора КЕДР, направление исследований и перечислены некоторые из полученных результатов.

В первой главе иллюстрируются примеры применения пороговых черенковских счётчиков с аэрогелевым радиатором в некоторых экспериментах на электрон-позитронных коллайдерах. Как отмечалось выше эта глава даёт исчерпывающий ответ на актуальность направления исследований данной диссертационной работы.

Во второй главе подробно описана процедура моделирования распространения света в счётчике с аэрогелевым радиатором. Эта часть диссертационной работы даёт отчётливое представление о том, как учитывались различные процессы при моделировании. Здесь нужно отметить большой объём высокий уровень выполненной работы.

В третьей главе обсуждаются черенковские счётчики с переизлучением (АШИФ). Подробно обсуждаются методы контроля аэрогеля (измерение показателя преломления, длины поглощения т.п.). Подчёркивая высокий уровень проделанной работы, следует отметить, что это в том числе

способствовало созданию аэрогеля с самой большой длиной поглощения. Кроме того в этой главе подробно описаны работы по выбору переизлучателей и результаты соответствующих исследований.

В четвёртой главе описаны работы по созданию и исследованию характеристик прототипа черенковских счётчиков для детектора BaBar. Алексей Рафаилович принимал непосредственное участие в проектировании и создании этого прототипа. Результаты полномасштабного моделирования прототипа с использованием программы LCE, созданной при определяющем участии соискателя, согласуются с результатами измерений на пучке. Это обстоятельство лишний раз указывает на качество и достоверность данных моделирования.

В пятой и шестой главах приведено описание детектора КЕДР и счётчиков АШИФ для него. Подробно описаны все стадии изготовления таких счётчиков, от оценок и моделирования, до испытания на пучке и на космических мюонах. Все этапы создания подробно описаны, а за качество работ отвечают экспериментальные данные, полученные с использованием этих счётчиков.

В седьмой главе перспективность методики светосбора по технологии АШИФ демонстрируется на аэрогелевых счётчиках для установки СНД выполненных по технологии АШИФ при участии соискателя. Установка СНД успешно работает с 2009 года, что лишний раз указывает на высокий уровень работы, выполненной соискателем.

В заключении приведены основные результаты, выносимые на защиту.

Таким образом, заканчивая обзор содержания диссертационной работы Алексея Рафаиловича Бузыкаева, следует отметить, что результаты исследований, выносимых на защиту, описаны достаточно подробно и проиллюстрированы графически (диссертация содержит 58 рисунков). Список цитируемой литературы составляет 67 наименований. Это лишний раз говорит о том, что соискатель владеет состоянием исследований по теме диссертации ведущимися в различных центрах.

В пользу достоверности результатов, выносимых на защиту в диссертации Бузыкаева, говорит и то, что они докладывались больше чем на 10 международных конференциях и рабочих совещаниях и опубликованы в 9 статьях в реферируемых журналах. Для кандидатской диссертации это более чем достаточно.

Несмотря на высокий уровень результатов выносимых на защиту диссертационная работа Алексея Рафаиловича Бузыкаева не является свободной от **недостатков**. Остановимся на некоторых:

1. В тексте порой имеются опечатки или не совсем аккуратные фразы, как правило, не влияющие на понимание. Например, на стр. 34 первый абзац 6-я строка сверху «...а регистрирующую площадь поверхности ФЭУ желательно иметь большую (в нашем случае около 25 мм)». Это не приводит к недоразумению, так как из рисунка 3.4, расположенного рядом, видно, что речь идёт о диаметре, но неточность налицо.

2. На наш взгляд, глава 4, состоящая из 3-ёх страниц выпадает из общей структуры диссертации. Вид проекта торцевых счётчиков детектора ВаВаг и сравнение результатов тестовых измерений с результатами моделирования показаны в главе 1.

Несмотря на отмеченные недостатки, считаю, что диссертационная работа Бузыкаева Алексея Рафаиловича выполнена на высоком научном уровне, содержит оригинальные результаты и удовлетворяет всем требованиям ВАК, в том числе пунктам 10, 11 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата физико-математических наук.

Автореферат правильно и достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация Бузыкаева Алексея Рафаиловича удовлетворяет п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 в части касающейся диссертаций на соискание степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 — Приборы и методы экспериментальной физики.

Доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник
начальник сектора Лаборатории физики
высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина
Объединенного института ядерных исследований



А.Г. Литвиненко

Подпись А.Г.Литвиненко заверяю

Ученый секретарь ЛФВЭ ОИЯИ



Д.В. Пешехонов