

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.03, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЁННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.07.2018 №549

О присуждении Овчаренко Егору Владимировичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Разработка методов моделирования, сбора и анализа данных физических установок и их применение для детектора RICH эксперимента CBM» по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики принята к защите 27.04.2018, протокол заседания № 547, диссертационным советом Д 720.001.03, созданным на базе Международной межправительственной организации «Объединённый Институт Ядерных Исследований» (ОИЯИ), 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6, приказ о создании диссертационного совета от 11.04.2012 № 105/нк.

Соискатель Овчаренко Егор Владимирович, 1989 года рождения, в 2012 г. окончил Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана по специальности «Системы автоматизированного проектирования». Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБУ «Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова» НИЦ «КИ» в период с 04.07.2012 г. по 03.07.2016 г. по направлению подготовки высшего образования 03.06.01 «Физика и астрономия». Удостоверение № 600-290-03/221 о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики. Экзамены кандидатского минимума сданы, что подтверждается справкой об обучении, выданной в ФГБУ «Институт теоретической и экспериментальной

физики им. А.И. Алиханова» НИЦ «КИ» на основании подлинных протоколов о сдаче кандидатских экзаменов, хранящихся в архиве Института по месту сдачи экзамена.

В настоящее время работает в Лаборатории информационных технологий Объединённого Института Ядерных Исследований в должности научного сотрудника Научного отдела вычислительной физики.

Диссертация выполнена в Лаборатории информационных технологий Объединённого Института Ядерных Исследований.

Научный руководитель – **Белогуров Сергей Геннадьевич**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории информационных технологий Объединённого Института Ядерных Исследований.

Официальные оппоненты:

Лубсандоржиев Баярто Константинович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела экспериментальной физики лаборатории гамма-астрономии и реакторных нейтрино Института ядерных исследований РАН;

Друцкой Алексей Георгиевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории тяжёлых кварков и лептонов Физического института РАН

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский Институт», г. Гатчина, дала положительный отзыв, составленный **Самсоновым Владимиром Михайловичем**, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией релятивистской ядерной физики, и подписанный **Ворониным Владимиром Владимировичем**, доктором физико-математических наук, зам. директора по научной работе.

Для полноты картины стоит отметить некоторые недостатки. Раздел 2.6.8 «Избранные подробности реализации «CATIA-GDML Geometry Builder» содержит важную информацию, но не является необходимым для понимания

сути выполненных работ. И его было бы целесообразно поместить в приложение. Кроме того, имеется некоторое количество жаргонизмов, например «вдоль круговой оси ϕ ». Указанные недостатки не влияют на качество полученных результатов и высокую оценку работы в целом. В отзыве отмечено, что работа удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатской диссертации, а автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 12 работ.

Наиболее значимые работы:

1. S. Belogurov, Yu. Berchun, A. Chernogorov, P. Malzacher, E. Ovcharenko, A. Semennikov. CATIA-GDML geometry builder // J. Phys.: Conf. Ser. 331, 032035 (2011);
2. S. Belogurov, Yu. Berchun, A. Chernogorov, P. Malzacher, E. Ovcharenko, V. Schetinin. Development and application of CATIA-GDML geometry builder // J. Phys.: Conf. Ser. 513, 022003 (2014);
3. J. Adamczewski-Musch et al. Tests of the CBM RICH readout and DAQ prototype // Phys. Part. Nuclei Lett. 14, no. 6, pp. 904–912 (2017);
4. J. Adamczewski-Musch et al. Development of the CBM RICH readout electronics and DAQ // NIM A876, pp. 246–248 (2017);
5. J. Adamczewski-Musch et al. The RICH detector of the CBM experiment // NIM A876, pp. 65–68 (2017).

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

В отзыве **Лубсандоржиева Б.К.** говорится о том, что диссертация посвящена разработке детектора черенковских колец эксперимента CBM, а созданные автором методы и средства и полученные результаты могут найти свое применение не только в указанном эксперименте, но и во многих других экспериментах ядерной физики и физики элементарных частиц. Обоснованность

и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации не вызывает сомнений. Диссертация выполнена на весьма высоком научном уровне и является несомненным вкладом в развитие методов экспериментальной физики. Работа написана хорошим, ясным языком, хорошо иллюстрирована и имеет прозрачную структуру, облегчающую восприятие материала.

К замечаниям относится следующее:

1. Автору не совсем удалось сбалансировать в диссертации часть, связанную с разработками программных средств и методов, с экспериментальной частью, которая заметно уступает первой части.
2. На стр.34 диссертации говорится об эффективности регистрации фотоэлектронов на уровне 95% для фотоумножителя R7600-03-M16. Интересно было бы узнать более подробно об этом замечательном факте. Ведь это один из фундаментальнейших параметров в детектировании фотонов. Как это было измерено? С какой точностью?
3. Есть некая вольница в определениях. Так на стр. 20 говорится о “самозапускающейся” электронике, а уже на следующей странице, стр.21, упоминается “самотриггерующаяся” электроника.

Однако, указанные недостатки не влияют на общую положительную высокую оценку данной работы.

В отзыве **Друцкого А.Г.** отмечается, что тема и результаты исследований, представленных в диссертации, весьма актуальны. Диссертация выполнена на высоком научном уровне. Автором выполнен большой объём работ, как по написанию компьютерных кодов для моделирования детектора СВМ RICH, так и по разработке системы считывания данных. В диссертации приведено большое количество описаний, которые могут быть использованы как руководство для пользователей. Полученные результаты опубликованы в престижных научных журналах и неоднократно докладывались на международных конференциях и семинарах. Оппонент отмечает, что диссертация является законченным научным исследованием, а огромная проделанная методическая работа чрезвычайно важна для успешной работы эксперимента СВМ в будущем.

Тем не менее, в диссертации имеются мелкие недостатки.

В частности, во вводной части теоретическая концепция образования кварк-глюонной плазмы и планируемые исследования электрон-позитронной пары описаны несколько туманно. Ссылки даны не на оригинальные теоретические работы, а на опубликованные труды самой коллаборации CBM. Не очень понятно, о каком из двух понятий идет речь в пункте «научная новизна и практическая ценность». Из текста диссертации и автореферата трудно оценить новизну данного исследования. Хотелось бы видеть больше сравнительных характеристик свойств детектора RICH, в частности систематических погрешностей, для лучшего качественного понимания сделанного выбора конструкции. Хотелось бы видеть в диссертации более четкое объяснение личного вклада автора диссертации в описанную работу. В списке докладов не указана фамилия докладчика. В тексте диссертации следует прямо указать список базовых статей и вклад в их подготовку автора диссертации. Отмеченные недостатки не умаляют достоинств диссертации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и способностью определить научную и практическую ценность выполненной работы.

В частности, ПИЯФ возглавляет российское участие в проекте CBM RICH. Лубсандоржиев Б.К. является признанным экспертом в методике физического эксперимента, особенно связанной с испусканием и регистрацией света. Друцкой А.Г. имеет большой опыт в моделировании и анализе данных экспериментов в физике частиц и физике высоких энергий.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан набор инструментов «CATIA-GDML geometry builder», облегчающий создание детальных геометрических моделей, предназначенных для таких

пакетов Монте-Карло (МК) моделирования прохождения частиц через вещество, как GEANT/ROOT, а также для обмена геометрической информацией между этими пакетами и САПР CATIA v5.

Создано детальное описание детектора RICH эксперимента CBM в среде CbmRoot. Проведена оптимизация конструкции и компоновки данного детектора: выбраны оптимальные параметры для камеры, аппроксимирующей цилиндрическую поверхность; предложена новая форма зеркал, которая позволяет увеличить геометрическую эффективность RICH на несколько процентов; выполнена оптимизация положения и конструкции магнитного экрана; чтобы оценить влияние пассивного материала были максимально точно смоделированы механические конструкции; создана параметризованная геометрическая МК-модель RICH-секции ионопровода. Созданы детальные геометрические МК-модели различных элементов для экспериментов CBM, R3B, PANDA на FAIR.

Разработано программное обеспечение для: приёма и обработки бестриггерного потока данных, калибровки счётчика точного времени и относительных задержек каналов, для построения хитов и событий. Собран и протестирован прототип системы считывания и сбора данных детектора CBM RICH на основе многоанодного ФЭУ H12700, специально разработанных передней электроники типа предусилитель-дискриминатор и высокоточного ВЦП с последующим прямым вводом данных в единую среду моделирования, сбора и анализа данных CbmRoot. Тесты проводились как в составе полнофункционального прототипа детектора CBM RICH на пучке в CERN, так и на лабораторном стенде.

Продемонстрирована работоспособность концепции формирования временных интервалов и ввода данных в компьютер с использованием платы FLIB. Выполнен анализ влияния калибровки счётчика точного времени ВЦП на временное разрешение системы считывания CBM RICH. Проведена оценка стабильности калибровки. Разработана методика коррекции относительных задержек между каналами.

Определена точность взаимной временной привязки для разного количества каналов для событий, содержащих сигналы от вспышек лазера и от черенковских колец при наличии сместителя спектра и его отсутствии. Использование WLS позволяет увеличить количество зарегистрированных фотонов в кольце на ~19%.

Исследованы временные свойства WLS, нанесённого на окно многоанодного ФЭУ, при возбуждении черенковскими фотонами. Показано, что временной профиль имеет три экспоненциальные компоненты с характерными временами 1.4 нс, 3.8 нс, и 45 нс и относительными интенсивностями 2.17, 1.00, 0.22.

Исследована возможность использования времени-над-порогом (ToT) для повышения эффективности регистрации фотонов. Выявлено, что спектры ToT имеют многопиковую структуру, что говорит о несовершенстве текущей версии электроники и невозможности снижения порога регистрации за счет ограничения на величину ToT сигнала. Полученные результаты используются при разработке следующего поколения прототипа системы считывания.

Проведён сравнительный анализ особенностей считывания многоанодного ФЭУ с системой динодов "metal channel" временным (PADIWA + TRB v3) и аналоговым (n-XYTER) трактами. Разработан метод получения одноэлектронного спектра ФЭУ с помощью счётчика зарегистрированных фронтов в системе считывания без регистрации амплитуды. Установлено, что в этом спектре имеются особенности, препятствующие повышению эффективности за счёт снижения порога.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Выявлена неприводимость геометрических представлений в системах МК-моделирования прохождения частиц через вещество и в САПР друг в друга и предложена методика, позволяющая в практических случаях преодолеть это противоречие.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан инструментарий для облегчения создания детальных геометрических моделей, предназначенных для таких пакетов Монте-Карло моделирования прохождения частиц через вещество, как GEANT/ROOT, а также для обмена геометрической информацией между этими пакетами и САПР CATIA v5;

создано детальное описание детектора CBM RICH в среде CbmRoot и осуществлена на основе этого описания оптимизация конструкции и компоновки данного детектора;

создано программное обеспечение для испытания прототипа системы считывания и сбора данных детектора CBM RICH в составе полнофункционального прототипа указанного детектора в пучковых тестах;

проведено исследование свойств прототипа системы считывания и сбора данных детектора CBM RICH на основе результатов пучковых тестов и измерений на лабораторном стенде.

Оценка достоверности результатов исследования:

подтверждается тщательным сравнением построенных Монте-Карло моделей с инженерными с применением средств САПР CATIA v5; использованием многократно тестированных и общепризнанных пакетов UrQMD, ROOT, GEANT; многочисленными проверками правдоподобности результатов моделирования и их соответствия результатам пучковых тестов как автором диссертации, так и другими участниками рабочих групп; непротиворечивым взаимодополнением результатов исследований прототипа CBM RICH и результатов, полученных с другими аналогичными приборами.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке концепции и программной реализации пакета «CATIA-GDML geometry builder», предназначенного для создания детальных геометрических моделей для Монте-Карло моделирования детекторов в GEANT/ROOT и для обмена геометрической информацией между этими средами и САПР CATIA v5; создании детального описания детектора CBM RICH в среде CbmRoot, на основе которого при участии соискателя осуществлена оптимизация конструкции и компоновки данного детектора;

разработке программного обеспечения для испытания прототипа системы считывания и сбора данных детектора CBM RICH в составе полнофункционального прототипа указанного детектора на пучковых тестах; проведении исследований свойств прототипа системы считывания и сбора данных детектора CBM RICH на основе результатов пучковых тестов и измерений на специально подготовленном лабораторном стенде.

На заседании 6 июля 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Овчаренко Е.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора наук (отдельно по каждой специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

Русакович Николай Артемьевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Карамышева Галина Анатольевна

6 июля 2018