

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.04**

на базе Объединенного института ядерных исследований  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 24 апреля 2015 г. № 63

О присуждении Дереновской Ольге Юрьевне, Россия,  
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация "Методы и алгоритмы распознавания и реконструкции распадов  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  в эксперименте СВМ" по специальности "05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" принята к защите 20 февраля 2015 г., протокол № 61, диссертационным советом Д 720.001.04, созданном 11 апреля 2012 г., приказ 105/нк, на базе Объединенного института ядерных исследований, 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6.

Соискатель – Дереновская Ольга Юрьевна, 1985 года рождения, в 2007 году окончила Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова, диплом с отличием, физико-математический факультет, специальность – прикладная математика. Работает научным сотрудником в Лаборатории информационных технологий Объединенного института ядерных исследований (ЛИТ ОИЯИ). Диссертация выполнена в этой же организации.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук Иванов Виктор Владимирович, главный научный сотрудник ЛИТ ОИЯИ.

Официальные оппоненты:

— Щукин Николай Васильевич, доктор физико-математических наук, доцент, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (НИЯУ МИФИ), профессор;

— Битюков Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, доцент, ФГБУ ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий НИЦ "Курчатовский институт", ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУ ГНЦ РФ Институт теоретической и экспериментальной физики НИЦ "Курчатовский институт" (г. Москва) – в своем положительном отзыве, принятом на научном заседании секции Ученого совета ИТЭФ и утвержденном профессором, директором института Козловым Юрием Федоровичем, указала, что диссертационная работа Дереновской О.Ю. представляет собой полноценное исследование, содержащее решение актуальной задачи, играющего важную роль для эксперимента СВМ, характеризуется научной новизной и практической ценностью. Приведены несколько замечаний, которые, по мнению ведущей организации, не влияют на общую положительную оценку работы. В заключительной части отзыва ведущей организации указывается, что диссертационная работа соответствует специальности "05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" и полностью удовлетворяет всем требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области, в которой выполнено диссертационное исследование, и способностью компетентно, всесторонне и объективно оценить работу.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от Ларисы Андреевны Панченко, кандидата технических наук, доцента кафедры

биоинженерии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; от Ивана Васильевича Киселя, доктора физико-математических наук, профессора Франкфуртского университета им. И.В. Гёте. Отзывы положительные, в них отмечается актуальность диссертационного исследования, научная новизна и практическая ценность полученных результатов. Подчеркивается, что разработанные автором алгоритмы и комплексы программ успешно используются членами коллаборации CBM.

В поддержку диссертационной работы Дереновской О.Ю. поступило письмо от руководителя эксперимента CBM, профессора Питера Зенгера (Центр им. Гельмгольца по исследованию тяжелых ионов, Дармштадт, Германия). Главной задачей физической программы проекта CBM является исследование очарованных частиц ( $J/\psi$ -мезонов), рождающихся в столкновениях тяжелых ионов. Это исследование базируется на результатах регистрации, идентификации и реконструкции процессов  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ . Это и определяет актуальность рассматриваемой диссертации, посвященной математическому обеспечению ключевой задачи эксперимента. Подчеркивается важность исследований и разработок, выполненных Дереновской О.Ю., для развития проекта CBM в целом.

Соискатель имеет 46 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 26 работ, 5 из которых опубликованы в рецензируемых научных изданиях. В опубликованных работах соискателя отражены основные результаты диссертации и положения, выносимые на защиту. Вклад диссертанта в указанные публикации является определяющим.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. О.Ю. Дереновская и Ю.О. Васильев: Реконструкция  $J/\psi$  в диэлектронном канале распада при энергиях SIS100 в эксперименте CBM // "Письма в ЭЧАЯ", 2013, Т.10, № 5(182), стр. 694-705.
2. О.Ю. Дереновская и Ю.О. Васильев: Критерии отбора распадов  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ , регистрируемых установкой CBM в AuAu-соударениях при

энергии пучка 25 ГэВ/нуклон // "Письма в ЭЧАЯ", Т.10, № 7(184), 2013, стр. 1163-1174.

3. О.Ю. Дереновская и В.В. Иванов: Реконструкция и отбор распадов  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ , регистрируемых установкой CBM в AuAu-соударениях при энергии пучка 25 ГэВ/нуклон // "Письма в ЭЧАЯ", Т.11, №4 (188), 2014, стр. 862-885.

4. O.Yu. Derenovskaya, V.V. Ivanov: Algorithms for selection of  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  decays registered in the CBM experiment // Вестник РУДН. Серия "Математика. Информатика. Физика", №2, 2014. pp. 350-353.

5. О.Ю. Дереновская и В.В. Иванов: Векторизация и распараллеливание алгоритмов селекции и реконструкции распадов  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  в реальном времени эксперимента CBM // Вестник РУДН. Серия "Математика. Информатика. Физика", №4, 2014, стр. 50-67.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Развита методика, включающая цепочку математических методов и соответствующих алгоритмов анализа данных, регистрируемых системой детекторов установки CBM, для быстрого распознавания и реконструкции редких событий  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  в условиях доминирующего адронного фона.

– В рамках развитой методики предложены признаковые переменные, позволяющие максимально подавить фон и надежно выделить сигнал; разработана процедура для выбора критических границ, разделяющих по указанным переменным области сигнальных и фоновых событий.

– Предложен оптимизированный вариант геометрии установки CBM для эффективной регистрации  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ .

– На основе модифицированного критерия согласия  $\omega_n^k$ , предназначенного для идентификации электронов/позитронов с помощью детектора переходного излучения TRD, разработан быстрый параллельный алгоритм с использованием SIMD-инструкций и технологии OpenMP.

– Проведена оценка возможностей ускорения процесса обработки за счет реализации потенциала современных гибридных компьютерных платформ на базе многоядерных процессоров.

Теоретическая значимость исследования состоит в следующем:

- в результате проведенного анализа эффективности двух подходов для идентификации заряженных частиц детектором TRD: с использованием искусственной нейронной сети и с помощью модифицированного критерия согласия  $\omega_n^k$  – сделан аргументированный выбор в пользу алгоритма на основе критерия согласия  $\omega_n^k$ ;
- развитые математические методы и критерии реконструкции редких событий, таких как распады  $J/\psi$ -мезонов, могут быть использованы для решения аналогичных задач при анализе данных других экспериментов.

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

- развитая в работе методика позволяет надежно зарегистрировать за приемлемое для эксперимента время достаточно большую статистику событий  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ ;
- предложенная процедура оптимизации геометрии установки СВМ позволила подобрать оптимальную (исходя из отношения «сигнал/фон») толщину мишени;
- используемые критерии для выделения сигнала и подавления фона с помощью выявленных признаков переменных не приводят к искажению фазового пространства событий  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ ;
- проведенная оценка временных затрат всех вычислительных алгоритмов, используемых для реконструкции  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ , позволила выявить эффективное направление оптимизации алгоритмов для обработки данных в реальном времени;
- указанные методы реализованы в виде алгоритмов, включенных в математическое обеспечение СВМ.

Достоверность и обоснованность результатов, полученных в диссертации, подтверждены применением для моделирования исследуемых физических событий общепризнанных программ и моделей, таких как GEANT3, UrQMD, PLUTO; использованием реалистичной модели установки CBM и применением разработанного членами коллаборации CBM математического и программного обеспечения для обоснования физического эксперимента и проведения систематических исследований – среды CBMROOT, разработанной на базе системы ROOT; применением для реконструкции событий  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  пакета KFParticle – успешно апробированного в экспериментах на Большом Адронном Коллайдере (ЦЕРН); а также тестированием разработанных алгоритмов и программ на различных типах соударений.

Личный вклад соискателя состоит в том, что им сформулированы цели и задачи диссертационной работы, предложены и развиты математические методы идентификации  $J/\psi$ -мезонов в диэлектронном канале распада с помощью установки CBM в условиях интенсивного адронного фона, разработаны вычислительные алгоритмы и комплексы программ, а также выполнены все расчеты, включенные в диссертационную работу.

Диссертация соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием четкого плана исследований, правильным выбором методологических подходов и средств, взаимосвязи концепции работы с полученными результатами и выводами.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным "Положением о присуждении ученых степеней". На заседании 24 апреля 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Дереновской Ольге Юрьевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 3 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель заседания  
диссертационного совета \_\_\_\_\_ Игорь Викторович Пузынин

Ученый секретарь  
диссертационного совета \_\_\_\_\_ Иосиф Моисеевич Иванченко

«24» апреля 2015г.