

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ «ГНЦ РФ ИТЭФ»

_____ Козлов Ю.Ф.

« 02 » _____ 04 _____ 2015 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный Научный Центр Российской Федерации Институт Теоретической и Экспериментальной Физики" ФГБУ "ГНЦ РФ ИТЭФ" Национального исследовательского центра "Курчатовский институт" на диссертацию **Дереновской Ольги Юрьевны "Методы и алгоритмы распознавания и реконструкции распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ в эксперименте СВМ"**, представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – "математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Диссертационная работа Дереновской О.Ю. посвящена развитию методов и комплексов программ для реконструкции J/ψ -мезонов в диэлектронном канале распада в эксперименте СВМ (Compressed Baryonic Matter).

В настоящее время на строящемся в Дармштадте (Германия) ускорительном комплексе антипротонов и ионов FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) коллаборацией СВМ ведется разработка физической программы и подготовка экспериментальной установки для изучения сильносжатой барионной материи, образующейся в ядро-ядерных соударениях при энергии пучка от 2 до 45 ГэВ/нуклон.

Изучение рождения чармония является одной из ключевых задач эксперимента СВМ. Главная трудность состоит в крайне низком выходе J/ψ -мезонов с малой вероятностью их распада по диэлектронному каналу в условиях интенсивного адронного фона. Следует отметить, что отбор событий, связанных с рождением чармония, планируется проводить в режиме реального времени. В этой связи важной и актуальной задачей является разработка эффективных методов и быстрых вычислительных алгоритмов поиска указанных событий.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во введении приводится обзор экспериментов, в которых уже изучалось рождение J/ψ , определена цель диссертации и приводится краткое содержание глав.

В первой главе обсуждается физическая программа эксперимента СВМ. Особое внимание уделено описанию экспериментальной установки и ее основных элементов, поскольку информация с этих подсистем в дальнейшем используется для регистрации J/ψ в диэлектронном канале распада. Формулируется постановка решаемой в диссертационной работе задачи, отмечается ее важность и актуальность.

Во второй главе представлена разработанная методика для быстрого распознавания и реконструкции распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$. Процедура регистрации J/ψ основана на регистрации продуктов распадов J/ψ в трековом детекторе STS (Silicon

Tracking System), детекторах черенковского RICH (Ring Imaging CHernkov) и переходного TRD (Transition Radiation Detector) излучений, детекторе времени пролета TOF (Time Of Flight), а также последующего поиска кандидатов в J/ψ и определения их характеристик с помощью пакета KFParticle. Ключевая проблема в задаче реконструкции J/ψ – это быстрая и надежная идентификация электронов/позитронов на основе потерь энергии заряженных частиц, регистрируемых детектором переходного излучения TRD. С этой целью выполнена адаптация к задаче двух методов: искусственной нейронной сети (ИНС) и модифицированного непараметрического критерия согласия ω_n^k и проведено детальное сравнение особенностей их применения. Показано, что, по сравнению с критерием ω_n^k , метод на основе ИНС имеет ряд существенных ограничений.

В третьей главе предложены эффективные признаковые переменные, такие как поперечный импульс, прицельный параметр, z-координата вершины распада и минимальное расстояние между треками, образующими электрон-позитронную пару. Данные переменные позволяют максимально подавить фон, оставшийся после идентификации электронов/позитронов с помощью методов, описанных в первой главе, и надежно выделить сигнал. Также представлена процедура для определения критических границ, которые позволяют разделять с помощью признаков переменных области сигнальных и фоновых событий. В этой же главе проведено исследование по оптимизации геометрии установки, позволившее, в частности, выбрать оптимальную с точки зрения эффективности регистрации J/ψ толщину мишени.

В четвертой главе представлены результаты тестирования разработанной процедуры отбора и реконструкции распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ для разных типов соударений, соответствующих этапам реализации комплекса FAIR. Показано, что с помощью разработанной методики установка CBM позволит набрать достаточно большую статистику J/ψ за приемлемое для эксперимента время. На примере реконструкции $J/\psi \rightarrow e^+e^-$, образующихся в Au+Au-соударениях при энергии пучка 25 ГэВ/нуклон, проведено сравнение эффективности методов (искусственная нейронная сеть и критерий согласия ω_n^k) идентификации заряженных частиц с помощью детектора TRD. Принимая во внимание простую программную реализацию алгоритма на основе критерия согласия ω_n^k , его рекомендуется использовать для реконструкции $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ в реальном времени эксперимента.

В пятой главе проведена оценка временных затрат всех используемых алгоритмов с учетом их ускорения за счет векторизации программного кода посредством SIMD-инструкций и распараллеливания между ядрами центрального процессора, реализованного с помощью разных программных сред. Проведенный анализ позволил выявить алгоритмы, требующие дальнейшего совершенствования для применимости в обработке данных в реальном времени, а также предложить быстрый и эффективный алгоритм для идентификации заряженных частиц с помощью детектора TRD на основе критерия ω_n^k .

В Заключении сформулированы основные результаты, полученные в работе, и личный вклад соискателя в проведенные исследования.

Диссертация О.Ю. Дереновской представляет собой полноценное исследование, содержащее решение актуальной задачи, имеющей важное значение для коллаборации СВМ, характеризующееся научной новизной и практической ценностью. Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Основные результаты опубликованы в российских рецензируемых журналах, рекомендуемых Минобрнауки для публикации результатов кандидатских диссертаций.

Вполне естественно, в диссертации имеются определенные недостатки. Наблюдается некоторая поверхностность в обсуждении физического смысла данных, полученных в результате применения разрабатываемых алгоритмов. В частности, на рисунке 31 отсутствует масштаб для одной из гистограмм, в разделе 3.5 обходится вниманием тот факт, что тонкая мишень является многослойной, кроме того, несколько рисунков имеют англоязычные подписи к осям.

Отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку работы в целом. Таким образом, диссертационная работа Дереновской О.Ю. "Методы и алгоритмы распознавания и реконструкции распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ в эксперименте СВМ" соответствует специальности 05.13.18 – "математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" и полностью удовлетворяет всем требованиям "Положения о присуждении ученых степеней".

На основании изложенного считаем, что Ольга Юрьевна Дереновская заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв составил

Старший научный сотрудник
ФГБУ "ГНЦ РФ -ИТЭФ"
НИЦ "Курчатовский институт"

к.ф.-м.н. С.Г. Белогуров

г. Москва " 27" марта 2015 г.

Почтовый адрес:
117218, Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25
тел. +7(499)123 80 93, e-mail: director@itep.ru

Результаты диссертации и отзыв обсуждались и были одобрены на научном заседании секции №3 Ученого Совета ИТЭФ. Протокол № 20 от 31 марта 2015 г.

Председатель секции №3 Ученого Совета _____ д.ф.-м.н. А.Г. Долголенко

Секретарь секции Ученого Совета _____ д.ф.-м.н. А.П. Крутенкова