

## **Отзыв**

**научного руководителя на диссертацию Дрожжовой Татьяны Александровны  
«Исследование флюктуаций числа нуклонов-участников и отбор событий по  
центральности в экспериментах по столкновениям ультрарелятивистских  
ядер»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук  
по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.**

Дрожжова Татьяна Александровна, 1988 года рождения, закончила аспирантуру СПбГУ по специальности Физика атомного ядра и элементарных частиц, после окончания магистратуры физического факультета СПбГУ. За время учебы на физическом факультете СПбГУ Т.А.Дрожжова зарекомендовала себя инициативной и хорошо успевающей студенткой, сочетающей учебу с научными исследованиями. Работа по данной диссертации проводилась Татьяной Александровной в рамках участия группы Санкт-Петербургского государственного университета в двух международных физических экспериментах: ALICE по столкновению ультрарелятивистских тяжелых ионов на Большом адронном коллайдере, а также в эксперименте NA61/SHINE на Супер протонном синхротроне (SPS) в ЦЕРН.

В представленной диссертационной работе рассматриваются флюктуации числа нуклонов-участников в столкновениях ультрарелятивистских ядер, а также изучаются и решаются задачи, связанные с определением центральности и отбором классов событий по прицельному параметру для случая ядро-ядерных и протон-ядерных столкновений при высоких энергиях. Поскольку прицельный параметр столкновений в эксперименте не контролируется и, кроме того, даже при фиксированной геометрии столкновения от события к событию присутствуют так называемые объемные (фоновые) флюктуации числа нуклонов-участников, то данная проблема имеет особенное значение в исследованиях динамических эффектов в процессах множественного рождения частиц, где наибольший интерес представляют флюктуации наблюдаемых, определяемых свойствами источников. Данная диссертационная работа посвящена важному методу исследований центральности и отбора классов событий ядро-ядерных столкновений, который разрабатывался в эксперименте ALICE при участии автора диссертации. Метод опирается на модельные расчеты и измерения, проводимые событие за событием, и использует в качестве основного анализа такие наблюдаемые как множественность заряженных частиц и флюктуации этой величины в зависимости от центральности ядро-ядерных столкновений.

**Научная значимость и новизна работы** определяются разработанным Т.А.Дрожжовой новым универсальным методом количественной оценки флюктуаций числа нуклонов-участников, который позволяет отбирать оптимальные классы событий с целью последующего выявления динамических эффектов, а также новейшими экспериментальными данными по Pb-Pb столкновениям при энергии 5.02 ТэВ, где на основании откалиброванных данных была измерена плотность множественности заряженных частиц области средних быстрот как функция центральности.

Выбор оптимальной ширины классов центральности в протон-ядерных и ядро-ядерных столкновениях обеспечивает минимизацию тривиальных фоновых флюктуаций, что является критическим при анализе флюктуаций и поиске сигналов различных коллективных явлений. Практическая значимость метода также состоит в том, что он позволяет оптимизировать детекторные системы с целью уменьшения фоновых флюктуаций измеряемых величин.

Разработанные с участием автора программы для подсчета множественности (AliMultSelection) и калибровки центральности (AliMultSelectionCalibrator), применяются как для протон-ядерных, так и для ядро-ядерных столкновений на эксперименте ALICE. Результаты калибровки центральности для столкновений ядер свинца при энергии 5.02 ТэВ вошли в библиотеку AliROOT коллаборации ALICE.

**Актуальность работы** определяется тем, что она ориентирована на современные действующие эксперименты по релятивистским столкновениям ядер: ALICE и NA61/SHINE, и связана непосредственно с подготовкой физической программы эксперимента MPD на коллайдере NICA в ОИЯИ.

Соискатель являлся непосредственным участником экспериментов NA61/SHINE на ускорителе SPS и ALICE на LHC в ЦЕРН, принимал участие в сеансах сбора данных, калибровке, контроле качества, анализе данных.

Т.А.Дрожжовой проведен анализ для ядро-ядерных и протон-ядерных столкновений при энергиях SPS и LHC. С целью изучения флуктуаций и методов определения классов центральности с использованием информации о множественности заряженных частиц в ядро-ядерных столкновениях разработан новый метод, который демонстрируется на примере модели Глаубера с двухкомпонентной моделью описания множественности, а также с использование генератора событий HIJING как для столкновений протон-ядро, так и для столкновений ядро-ядро с учетом виртуальных откликов детектора ALICE. Метод позволяет получить количественную оценку флуктуаций числа нуклонов-участников при отборе классов центральности ядро-ядерных столкновений в условиях, приближенных к экспериментальным. Проведены оценки флуктуаций числа нуклонов-участников для случаев столкновений как тяжелых так и легких ядер при различных энергиях LHC и SPS, выполнен отбор событий, минимизирующий флуктуации, связанные с вариацией числа нуклонов-участников.

С использованием экспериментальных данных, полученных в различных системах детектора ALICE на LHC для столкновений PbPb столкновений при 5.02 ТэВ, автором работы были реализованы подсчет множественности заряженных частиц, а также калибровка центральности, что позволило осуществить анализ зависимости множественности заряженных частиц от центральности столкновений. Измерения множественности заряженных частиц в диапазоне средних псевдобыстрот ( $|\eta| < 0.5$ ) являются первыми исследованиями в Pb-Pb столкновениях при энергии 5.02 ТэВ на нуклон-нуклонную пару в системе центра масс. Т.А.Дрожжовой была также реализована возможность подсчета множественности и определения центральности с использованием дифракционного детектора AD эксперимента ALICE, который был введен в эксплуатацию во второй половине периода сбора данных RUN-II и расширил диапазон по псевдобыстроте. Результаты работы по калибровке центральности используются во всех измерениях ALICE, где необходима классификация событий по центральности столкновения.

Результаты, представленные в диссертации, докладывались и обсуждались на семинарах Лаборатории физики сверхвысоких энергий СПбГУ, на рабочих совещаниях коллабораций ALICE и NA61/SHINE, а также были представлены автором и прошли апробацию на международных конференциях, семинарах и научных школах:

Ettore Majorana International School of Subnuclear Physics, Erice, Сицилия, 14-23 Июня 2016,

DPG (Deutsche Physikalische Gesellschaft), Март 2016, Дармштадт, Германия,  
International Conference on Particle Physics and Astrophysics, 2016, Москва,  
Quark Confinement and the Hadron Spectrum XI, Санкт-Петербург, 2014,  
The XXII International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems “Relativistic Nuclear Physics and Quantum Chromodynamics” (Baldin ISHEPP XXII) Дубна, Сентябрь 2014,

The Second Asia-Europe-Pacific School of High-Energy Physics, Пури, Индия, 2014  
и на нескольких других.

По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, из них 6 статей в изданиях, индексирующихся в базах Web of Science и/или Scopus.

За годы учебы Татьяна постоянно повышала научную квалификацию, участвуя в международных школах молодых ученых по физике высоких энергий, в том числе в ЦЕРН. Дрожжова Т. А. своевременно сдала кандидатские экзамены по истории и философии физики, английскому языку и специальности, успешно прошла предзащиту своей диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Диссертация является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему. Считаю, что Дрожжова Т.А. достойна присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц и рекомендую диссертацию к защите.

Отзыв дан в связи с представлением диссертации к защите в диссертационный совет Д 212.232.16.

23 апреля 2018г.

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры физики высоких энергий  
и элементарных частиц СПбГУ,  
заведующий лабораторией физики  
сверхвысоких энергий СПбГУ



Г.А.Феофилов

ЛИЧНУЮ ПОДЛИСЬ ЗАВЕРЯЮ



Н.И. МАШТАКОВА

Документ подготовлен  
в порядке исполнения  
трудовых обязанностей