

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Назаровой Елизаветы
Николаевны на тему: «Признаки негауссовского распределения
функции эллиптичности в ультрарелятивистских столкновениях
тяжелых ионов»
по специальности 01.04.16 – «физика атомного ядра и элементарных
частиц»

Диссертация Елизаветы Николаевны Назаровой посвящена изучению характеристик начального состояния кварк-глюонной материи, образующейся при соударениях ускоренных тяжелых ионов, или ядер, на Большом адронном коллайдере (БАК). Эксперименты БАК открыли новую эру в исследованиях многих процессов. Одним из интереснейших таких процессов являются соударения релятивистских ядер при энергиях в области ТэВ/нуклон, при которых возникает новое состояние кварк-глюонной материи. Это состояние характеризуется высокой плотностью и высокой температурой и называется кварк-глюонной плазмой (КГП). Факт образования такого состояния и его характеристики определяются по свойствам наблюдаемых конечных состояний системы, претерпевших сложную эволюцию. Анизотропия углового распределения частиц в соударениях релятивистских ядер является важной характеристикой системы, образующейся в области взаимодействия. Анализ этой анизотропии с помощью функции эллиптичности позволяет выяснить исходные параметры системы. Это определяет **актуальность темы диссертации** Е.Н. Назаровой.

Современный подход к анализу событий с образованием КГП рассматривает эллиптический поток как один из наиболее значимых особенностей азимутальной анизотропии. Флуктуации этого потока от события к событию определяются особенностями формы состояния с КГП в индивидуальных

событиях. Высокая энергия столкновений ядер на БАК обеспечивает большую множественность рожденных частиц в событиях, достаточную для проведения анализа в отдельных событиях. Анализ отдельных событий позволяет выяснить характер флуктуаций эллиптического потока. Такой анализ выполнен в диссертационной работе с использованием распределения функции вероятности гармоник эллиптического как с помощью моделирования процесса, так и путем обработки экспериментальных данных эксперимента CMS. Это соответствует современному теоретическому подходу в описании флуктуаций эллиптического потока и методике анализа эксперимента и определяет **актуальность и новизну результатов**, полученных в диссертации.

Для выполнения модельного анализа в диссертации использован генератор событий HYDJET++. В нем заложена двух-компонентная модель генерации спектров частиц в соударениях релятивистских ядер. В дополнение автором диссертации в модель включена возможность включения динамических флуктуаций эллиптического потока с помощью понятия эллиптичности. Особое значение имеет применение нового статистического метода анализа с помощью разверток/сверток (анфолдинга), включенного в стандартный пакет программ анализа Root, что является безусловным **достоинством диссертации**.

При использовании разработанной в работе методики и усовершенствованной модели удалось описать экспериментальные результаты эксперимента ATLAS по анизотропии частиц в соударениях ядер свинца (PbPb) при энергии 2.76 ТэВ/нуклон. По новой методике проведен анализ экспериментальных данных эксперимента CMS для соударений PbPb при энергии 5.02 ТэВ/нуклон и получено модельное описание результатов эксперимента. Это является заслуживающим уважения **достижением** работы диссертанта, **обеспечившим новизну** результатов работы.

Основным выводом работы является заключение о том, что асимметрия в распределении эллиптического потока может быть объяснена геометрией начального состояния, в частности асимметрией распределения функции эллиптичности в событиях PbPb соударений при энергиях 2.76 ТэВ/нуклон (ATLAS) и 5.02 ТэВ/нуклон (CMS), особенно в периферических соударениях ядер. Важно, что достигнуто согласованное описание этих свойств в двух разных экспериментах.

Достоверность полученных в диссертации результатов обусловлена использованием современного математического аппарата, процедурами применения обратных свертки для проверки устойчивости методов расчета, использования стандартных программ анализа RooUnfold пакета программ Root, а также согласия результатов соответствующих анализов в экспериментах CMS и ATLAS.

В диссертации приведено пространственное распределение функции эллиптичности со скошенным эксцентриситетом (рис. 5.15 стр.61), дающее наглядное представление о результатах анализа.

Диссертация написана четким литературным языком, содержит большое количество цитированной литературы, корректные ссылки при использовании иллюстраций.

Диссертация содержит полезные приложения.

Следует отметить некоторые **недостатки** работы. К ним следует отнести прежде всего неточности в описании детекторов экспериментальных установок и условий их работы:

- 1) максимальная энергия соударений протонов на БАК пока составляет 13 ТэВ, а не 14 ТэВ, как указано на стр.19;
- 2) «скорость столкновений ускорителя» указана вместо частоты столкновения сгустков протонов;

3) неудачные переводы терминов: «кусок» установки (стр.23); «удары» частиц по детекторам; «инженерный» анализ; «переходный радиационный трекер» (стр.25).

Во-вторых, использование жаргона: магнит, измеряющий траектории частиц (стр.23); измерение полного неупругого сечения.

И главное, в детекторе ATLAS отсутствует «аксиальное магнитное поле», как указано на стр.25, а в калориметрах FCal находятся поглотители, а не «амортизаторы».

Следует отметить также, что в автореферате журнал «Ученые записки физического факультета Московского Университета» ошибочно отнесен в сборники.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.16 – «физика атомного ядра и элементарных частиц» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Назарова Елизавета Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – «физика атомного ядра и элементарных частиц».

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,

Профессор кафедры общей ядерной физики
Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
«Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова»».

СМИРНОВА Лидия Николаевна

Смирнов
28.11.2018г

Контактные данные:

тел.: 7(915)4804164, e-mail: lns@physics.msu.ru, Lidia.Smirnova@cern.ch

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц

Адрес места работы:

119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ имени М.В.Ломоносова, д. 1 ,
строение 2, Физический факультет, кафедра общей ядерной физики

Тел.: +7(495)9393160; +1(495)9328972; e-mail: www@phys.msu.ru

Подпись сотрудника Физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова
Л.Н.Смирновой удостоверяю:

