

Отзыв научного руководителя
на диссертацию Апарина Алексея Андреевича
«Скейлинговые закономерности в рождении кумулятивных частиц и частиц с
большими поперечными импульсами в протон–ядерных столкновениях при высоких
энергиях», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и
элементарных частиц

Диссертация «Скейлинговые закономерности в рождении кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в протон–ядерных столкновениях при высоких энергиях» выполнена в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И.Векслера и А.М.Балдина в рамках темы 1066.

Диссертационная работа посвящена исследованию самоподобия в рождении заряженных кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в столкновениях протонов с ядрами при высоких энергиях. Работа выполнена с целью развития теории и поиска экспериментальных свидетельств скейлинговых закономерностей рождения адронов в плотной ядерной материи.

Поиск новых симметрий и скейлинговых закономерностей всегда был предметом интенсивных исследований при изучении взаимодействий частиц и ядер высоких энергий. Как правило, их открытия (калибровочная инвариантность, спонтанное нарушение симметрии, скейлинги Бьеркена, Фейнмана, Полякова-Кобы-Нильсена-Олесена, правила кваркового счета, кумулятивное рождение и др.) способствовали выявлению новых свойств взаимодействий и структуры частиц, а также существенному продвижению в развитии теории сильных взаимодействий.

Одна из новых закономерностей, установленных в рождении нейтральных и заряженных адронов, фотонов и струй с большими поперечными импульсами при взаимодействии (анти)протонов и ядер высоких энергий, получила название z-скейлинга. Изучение свойств z-скейлинга в $p+A$ и $A+A$ взаимодействиях проводится с целью выявления особенностей образования частиц в сложных ядерных системах и изучения влияния ядерной среды на процесс формирования частиц. Нарушение z-скейлинга при высоких энергиях и больших поперечных импульсах предлагается рассматривать как указание на возможность существования новых физических процессов или закономерностей, таких как фазовые переходы в адронной и ядерной материи.

В диссертационной работе Апарина А.А. впервые в рамках теории z-скейлинга проанализированы экспериментальные данные по инклюзивным сечениям кумулятивного рождения заряженных пионов в протон-ядерных взаимодействиях, полученные на ускорителе У70 (ИФВЭ) и протонном синхротроне (ФНАЛ) в области больших и малых поперечных импульсов. Проведено сравнение с результатами полученными группами Д.Кронина (ФНАЛ), Р.Суляева (ИФВЭ) и Д.Джаффе (ФНАЛ) по инклюзивным спектрам рождения адронов с большими поперечными импульсами в некумулятивной области. Особенная привлекательность кумулятивных процессов заключается в том, что роль ядерных эффектов для таких событий ожидается существенной и отличной от ядерных эффектов в области, доступной в кинематике на свободных нуклонах. Ядерные эффекты

в кумулятивной области обусловлены, прежде всего, коллективными взаимодействиями конstituентов (кварков и глюонов), из которых состоят нуклоны.

В экспериментах Г.Лексина (ФНАЛ) и Л.Золина (ИФВЭ) инклюзивные сечения рождения кумулятивных частиц измерялись в заднюю полусферу в области фрагментации мишени, а в эксперименте В.Гапиенко (У70) – в переднюю полусферу. В первом случае регистрировались кумулятивные частицы с малыми поперечными импульсами, а во-втором – с большими (до 3.5 ГэВ/с).

Проведена проверка скейлинговых свойств рождения кумулятивных пионов, установленных ранее для некумулятивного рождения частиц в $p+A$ взаимодействиях с большими поперечными импульсами. Установлено, совпадение формы скейлинговой функции для кумулятивного и некумулятивного рождения пионов в широком диапазоне энергий налетающего протона, импульсов и углов регистрируемой частицы и атомного номера ядра-мишени ($A=Li-W$) и закона аддитивности для фрактальной размерности ядер ($\delta_A = A \delta$) в экспериментально исследовано области.

Полученная зависимость скейлинговой функции от параметра подобия z использовалась для предсказательных расчетов зависимости инклюзивных сечений рождения пионов от импульса в глубоко-кумулятивной области. Эти результаты представляют несомненный интерес для планирования новых экспериментов, нацеленных на поиск новых физических явлений в такой, еще малоизученной, области, как кумулятивное рождение частиц с большими поперечными импульсами.

В последней главе диссертации, на основе расширенной версии теории z -скейлинга, сделано предложение по использованию жестких кумулятивных процессов рождения адронов в $Au+Au$ столкновениях во второй фазе программы энергетического сканирования на RHIC в эксперименте с фиксированной мишенью с целью поиска сигнатур фазовых переходов. Получены оценки потерь энергии конstituентов при рождении кумулятивных пионов в центральных $Au+Au$ столкновениях и определены условия для отбора событий.

Апарин А.А. сдал успешно экзамены кандидатского минимума. Результаты его исследований представлялись и обсуждались на международных конференциях, семинарах ИФВЭ и опубликованы в реферируемых журналах.

Считаю, что диссертация Апарина Алексея Андреевича удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель, безусловно, заслуживает присвоения ему искомой степени.

Научный руководитель
Начальник сектора Лаборатории физики высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований,
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Токарев М.В.

Подпись Токарева М.В. заверяю
Ученый секретарь ИФВЭ

Пешехонов Д.В.