

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Захарова Бронислава Глебовича “Радиационные энергетические потери и эффект Ландау-Померанчука-Мигдала в аморфных средах в КЭД и КХД: метод интеграла по путям на световом конусе”, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Диссертационная работа Б.Г. Захарова посвящена построению теории радиационных энергетических потерь быстрых партонов в кварк-глюонной материи и теории неабелевого эффекта Ландау-Померанчука-Мигдала на основе квантовой хромодинамики (КХД). Тема диссертации представляет значительный интерес. С практической точки зрения актуальность темы диссертационной работы Б.Г. Захарова определяется возможностью применения результатов работы в физике соударений тяжелых ядер (AA), которые в настоящее время активно изучаются в экспериментах на коллайдерах RHIC и LHC. Основная цель этих экспериментов — изучение свойств горячей кварк-глюонной плазмы, рождающейся в начальной фазе соударения ядер. В настоящее время одним из основных диагностических сигналов рождения кварк-глюонной плазмы в соударениях тяжелых ядер является подавление спектров частиц с большими поперечными импульсами, которое, как принято считать, возникает из-за радиационных и столкновительных энергетических потерь быстрых партонов в кварк-глюонной плазме. Основной вклад в энергетические потери связан с радиационными потерями при излучении глюонов, индуцированными многократными перерасеяниями быстрых партонов на кварках и глюонах кварк-глюонной плазмы. Для расчета радиационных потерь быстрых партонов в среде требуется учет коллективного характера процесса излучения глюонов ввиду большой длины когерентности/формирования в процессе излучения глюона партонами при высоких энергиях. Коллективный характер излучения тормозных глюонов приводит к возникновению неабелевого аналога эффекта Ландау-Померанчука-Мигдала, который, подобно излучению фотонов электронами в КЭД, может значительно уменьшить интенсивность излучения. Активное теоретическое исследование радиационных энергетических потерь в кварк-глюонной плазме и эффекта Ландау-Померанчука-Мигдала в КХД было начато в 90е годы в преддверии будущих экспериментов по AA соударениям на RHIC и LHC. Построение теории неабелевых радиационных потерь оказалось сложной задачей и первые попытки решения этой проблемы были неудачны. Впервые последовательный формализм для расчета индуцированного излучения глюонов быстрыми партонами в КХД материи был разработан в работах Б.Г. Захарова. Эти работы легли в основу диссертационной работы Б.Г. Захарова. Автор разработал концептуально новый формализм для расчета любых переходов типа $a \rightarrow bc$ в среде без использования фейнмановской диаграммной техники. Трактовка Б.Г. Захарова основана на интегрировании по путям на световом конусе. Примечательно, что формализм, практически без изменений, работает как для абелевой, так и для неабелевой теории поля. Используя развитый формализм, Б.Г. Захаров разработал эффективную расчетную схему для проведения количественного анализа эффектов

взаимодействия в конечном состоянии для быстрых партонов в кварк-глюонной плазме, рождающейся в соударениях ядер. В рамках этой схемы автором был выполнен анализ данных с RHIC и LHC по ядерным факторам модификации R_{AA} спектров частиц с большими p_T . Было показано, что в пертурбативной картине энергетических потерь быстрых партонов в кварк-глюонной плазме можно разумно описать данные с коллайдеров RHIC и LHC по ядерным факторам модификации частиц с большими p_T в AA соударениях как для легких, так и для тяжелых флейворов.

Наряду с формализмом для энергетических потерь партонов за счет многократных перерасеяний в среде, в диссертации автором также впервые разработан квазиклассический формализм для неабелевого аналога синхротронного излучения. Автор представил как прямой вывод синхротронного глюонного спектра в терминах квазиклассических волновых функций партонов, так и вывод в рамках его метода интеграла по путям на световом конусе. Используя развитый формализм, автор впервые провел оценки в энергетические потери партонов в AA соударениях от взаимодействия с коллективными цветными полями, которые могут генерироваться плазменными неустойчивостями в кварк-глюонной плазме и на предплазменной стадии в фазе глазмы. Было показано, что эффект синхротронных потерь сравнительно мал. Данный результат важен с точки зрения понимания возможностей использования экспериментальных данных по ядерным факторам модификации для томографического анализа плотности КХД материи, рождающейся в AA соударениях, так как доказывает, что именно плазменная фаза доминирует в энергетических потерях быстрых партонов.

В диссертационной работе Б.Г. Захаров в рамках метода интеграла по путям на световом конусе рассмотрел также эффект Ландау-Померанчука-Мигдала в КЭД для излучения фотонов электронами. Автор получил простое представление спектра фотонов в виде суммы спектра Бете-Гайтлера и абсорбционной поправки, которая аккумулирует все коллективные эффекты и эффекты конечного размера мишени. Полученное представление впервые дало возможность проводить численные расчеты с аккуратной трактовкой кулоновских эффектов в многократном рассеянии электронов в среде. Результаты диссертационной работы, в части касающейся КЭД, актуальны в связи с первыми аккуратными данными по эффекту Ландау-Померанчука-Мигдала полученными в SLAC в 1995 г. и CERN SPS в 2003 г. Проведенное автором сравнение теоретических расчетов без подгоночных свободных параметров модели с данными SLAC и CERN SPS показало исключительно хорошее согласие теории с экспериментом.

Диссертация Б.Г. Захарова, несомненно, является крупным научным исследованием в области взаимодействия частиц высоких энергий с материей. Работа выполнена на самом высоком научном уровне. Автору удалось впервые решить важную с практической и общетеоретической точек зрения задачу вычисления энергетических потерь быстрых партонов в КХД материи. Разработанный Б.Г. Захаровым новый подход интегрирования по путям на световом конусе к радиационным потерям в настоящее время является самым мощным методом для расчета индуцированного глюонного излучения быстрыми партонами. Метод автора широко применяется в литературе в исследованиях модификации струй в среде. Б.Г. Захаров является признанным авторитетом в области КХД при высоких энергиях (его индекс цитирования

по inSPIRE более 6800). Следует сказать, что еще до работ вошедших в диссертацию Б.Г. Захаровым был выполнен целый ряд исследований, получивших широкую известность и которые могли бы составить не одну докторскую диссертацию.

Результаты диссертации опубликованы в 23 статьях в ведущих научных журналах, они неоднократно докладывались на международных конференциях и семинарах во многих известных зарубежных научных центрах. Материал, представленный в автореферате, показывает, что диссертационная работа Б.Г. Захарова “Радиационные энергетические потери и эффект Ландау-Померанчука-Мигдала в аморфных средах в КЭД и КХД: метод интеграла по путям на световом конусе” полностью соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор Бронислав Глебович Захаров несомненно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Начальник сектора Лаборатории
теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова
Объединенного института ядерных исследований,
доктор физико-математических наук

А.Е. Дорохов

ЛТФ ОИЯИ, 141980 г. Дубна, Московская обл.,
e-mail: dorokhov@theor.jinr.ru

Подпись А.Е. Дорохова удостоверяю:
Ученый секретарь Лаборатории
теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова
Объединенного института ядерных исследований,
кандидат физико-математических наук



С.Н. Неделько