

АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ

о результатах НИР по гранту за 2024 год

Конкурс 2024 года на соискание грантов
для поддержки научно-исследовательской работы
аспирантов и молодых сотрудников ИГУ.

Направление Физика и астрономия Шифр гранта 091-24-303

1. Наименование НИР по гранту Исследование процессов нелинейного взаимодействия коллективных возбуждений в кварк-глюонной плазме методами гамильтоновой динамики

2. Структурное подразделение (кафедра, лаборатория) аспирант физического факультета ИГУ, кафедра теоретической физики

3. Исполнитель НИР Марков Никита Юрьевич
(Ф.И.О)

4. Координаты исполнителя НИР +7 (904) 132-37-00 markov@icc.ru
(телефон, факс, E-mail)

5. Ожидаемые результаты в соответствии с заявленным планом работы

1. будет выполнено обобщение скобки Ли-Пуассона, включающей бозонную нормальную переменную и неабелев цветной заряд жесткой тестовой (или внешней) частицы, на случай непрерывной среды и представлены соответствующие уравнения Гамильтона;

2. будут выписаны канонические преобразования, включающие одновременно как бозонную степень свободы мягких коллективных возбуждений в кварк-глюонной плазме, так и степень свободы, связанную с цветным зарядом жесткой пробной частицы и найдены две независимые системы уравнений условий каноничности для этих преобразований, основанные на скобке Ли-Пуассона;

3. на основе найденных канонических преобразований, будет проведена процедура исключения “несущественного” гамильтониана третьего порядка H_3 , определен явный вид эффективной амплитуды, описывающей процесс упругого рассеяния

плазмона на жесткой цветной частице в низшем приближении, и выписан соответствующий эффективный гамильтониан четвертого порядка;

4. с использованием уравнения движения Гамильтона со скобкой Ли-Пуассона, будет получено матричное по цветовой степени свободы кинетическое уравнение, описывающее процесс упругого рассеяния коллективных глюонных возбуждений на жесткой пробной цветозаряженной частице;

5. исходя из матричного кинетического уравнения, будут вычислены первый и второй моменты по цвету от данного уравнения, и тем самым будет определена самосогласованная система двух скалярных кинетических уравнений на бесцветную и цветовую часть плотности числа плазмонов;

6. будет рассмотрена модельная задача взаимодействия двух бесконечно узких волновых пакетов и выписана соответствующая система нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка по производной по времени, определяющих динамику взаимодействия бесцветной и цветовой составляющих плотности числа плазмонов; будут представлены графики численного расчета эволюции данных функций и определено направление спектральной перекачки энергии мягких возбуждений.

6. Основные полученные научные результаты

1. на случай непрерывной среды выполнено прямое обобщение скобки Ли-Пуассона, включающей бозонную полевую переменную и цветной заряд Янга-Миллса жесткой тестовой (или внешней) частицы, и представлены соответствующие уравнения Гамильтона;

2. определены канонические преобразования, включающие как бозонную степень свободы мягких коллективных возбуждений в плазме с неабелевым взаимодействием, так и степень свободы, связанную с цветным зарядом жесткой пробной частицы и выписаны две независимые системы уравнений условий каноничности для этих преобразований, основанные на скобке Ли-Пуассона;

3. проведена процедура исключения “несущественного” гамильтониана третьего порядка H_3 , найден явный вид эффективной амплитуды, описывающей процесс упругого рассеяния плазмона на жесткой цветной частице в ведущем приближении по константе взаимодействия, и выписан соответствующий эффективный гамильтониан четвертого порядка;

4. получено матричное по цветовой степени свободы кинетическое уравнение, описывающее процесс упругого рассеяния коллективных глюонных возбуждений на жесткой тестовой цветозаряженной частице;

5. вычислены первый и второй моменты по цвету от матричного кинетического уравнения, и тем самым определена самосогласованная система двух скалярных кинетических уравнений для бесцветной и цветовой части плотности числа плазмонов;

6. рассмотрена модельная задача взаимодействия двух бесконечно узких волновых пакетов и выписана соответствующая система нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка по производной по времени, определяющих динамику взаимодействия бесцветной и цветовой составляющих плотности числа плазмонов.

7. Предполагаемое использование результатов, в том числе в учебном процессе

Разработанный подход можно использовать в качестве конкретного физического примера применения общей теории канонических уравнений, канонических преобразований для статистических систем с бесконечным числом степеней свободы в рамках курсов “Классическая аналитическая механика” и “Статистическая физика”.

8. Перечень публикаций по результатам работы (статьи, доклады) с приложением оттисков или рукописей, направленных в печать

1. Марков Ю.А., Маркова М.А., Марков Н.Ю. Классическая матрица рассеяния для жестких и мягких возбуждений в плазме с неабелевым взаимодействием // В сборнике: Динамические системы и компьютерные науки: теория и приложения. материалы 6-й Международной конференции. Иркутск, 2024. С. 50-54.

2. Марков Ю.А., Маркова М.А., Марков Н.Ю. Потери энергии быстрой цветной частицы в неабелевой плазме в рамках гамильтонова формализма // В сборнике: Динамические системы и компьютерные науки: теория и приложения. материалы 6-й Международной конференции. Иркутск, 2024. С. 55-59.

3. Марков Ю.А., Маркова М.А., Марков Н.Ю. Классическая матрица рассеяния для жестких и мягких возбуждений в плазме с неабелевым взаимодействием // Итоги науки и техн. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз., 2025, Т. 240, С. 29–38.
DOI: 10.36535/2782-4438-2025-240-29-38

4. Марков Ю.А., Маркова М.А., Марков Н.Ю. Потери энергии быстрой цветной частицы в неабелевой плазме в рамках гамильтонова формализма // Итоги науки и техн. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз., 2025 (в печати).

5. Markov Yu.A., Markova M.A., Gitman D.M., Markov N.Yu. Classical scattering matrix for hard and soft Bose-excitations in a non-Abelian plasma within the Hamiltonian formalism // The European Physical Journal Plus, 2025 (на рассмотрении).

Исполнитель НИР по гранту  Марков Никита Юрьевич (Ф.И.О.)
(подпись)