

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Калагова Георгия Алибековича «Непертурбативное ренормгрупповое исследование скейлингового поведения», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02-Теоретическая физика

Диссертация Г. А. Калагова посвящена исследованию инфракрасного (ИК) скейлинга и фазовых переходов в статистических системах с помощью непертурбативного ренормгруппового подхода.

Как хорошо известно, различные физические системы демонстрируют интересное сингулярное поведение в окрестности своих критических точек или точек непрерывного фазового перехода. Корреляционные функции имеют степенную (скейлинговую) форму с универсальными критическими показателями, которые зависят лишь от глобальных характеристик системы (таких как симметрия и размерность пространства). Количественное описание критического поведения осуществляется ренормализационной группой (РГ). В РГ подходе возможные типы критического поведения связаны с ИК-притягивающими неподвижными точками моделей теории поля.

Наиболее развитым и общепринятым аппаратом осуществления РГ анализа является теория возмущений, основные недостатки которой хорошо известны: асимптотический характер квантово-полевых разложений, отсутствие малого параметра в реальных статистических системах, невозможность исследования модели в области сильной связи и т.д. Поэтому применение и развитие методов непертурбативного характера при изучении коллективных явлений актуальной задачей.

В работе Г. А. Калагова с помощью инстантонного анализа, первоначально предложенного Л. Н. Липатовым, изучаются аналитические свойства рядов теории возмущений, находится асимптотика старших порядков и применяется при пересуммировании методом Бореля эpsilon-разложения критического индекса Фишера в скалярной модели ϕ^3 и уравнений РГ для модели матричного комплексного антисимметричного поля ранга N , описывающей поведение равновесной системы фермионов с высшим спином $s > 1/2$ ($N = 2s + 1$) с окрестности точки перехода в сверхтекучее/сверхпроводящее состояние. В рамках непертурбативной РГ изучается вопрос о влиянии турбулентного движения среды на динамическое критическое поведение. Для описания критической системы выбрана модель А критической динамики. Турбулентное поле скоростей моделировалось ансамблем Крейчнана (поле скорости гауссово и имеет нулевое время корреляций).

Показано, что в модели ϕ^3 вычисленные на сегодня 4-петлевые приближения для РГ функций и критических показателей не выходят на липатовскую асимптотику. Проведено пересуммирование ϵ -разложения индекса Фишера с учётом найденной асимптотики методами Паде-Бореля и конформного борелевского пресуммирования.

В эффективной матричной модели найдено семейство инстантонов. Исследовано влияние матричной структуры инстантона на аналитические свойства пертурбативных разложений уравнений РГ. Проведено пересуммирование 5-петлевых разложений бета-функций. Показано, что при $N > 4$ в модели отсутствуют ИК устойчивые фиксированные точки, а траектории РГ покидают область устойчивости системы, что интерпретируется как фазовый переход первого рода. Для анализа обнаруженного фазового перехода проведено РГ исследование составных операторов старших порядков. Оценена температура перехода системы в сверхтекучее/сверхпроводящее состояние. Показано, что она превышает оценки, полученные в рамках теории среднего поля Ландау.

Все это приводит к заключению о существовании высокотемпературного фазового перехода в системе фермионов с высшим спином.

При непертурбативном РГ анализе модели А под воздействием ансамбля Крейчнана особое внимание уделяется зависимости областей устойчивости найденных критических режимов от параметра, характеризующего степень сжимаемости жидкости. Показано, что учёт турбулентного переноса приводит к возникновению нового класса универсальности с новым набором критических показателей.

Достоверность полученных результатов обеспечивается как использованием мощного и хорошо развитого аппарата квантовой теории поля, так и сравнением с результатами, известными ранее для различных частных случаев.

Диссертация является законченным оригинальным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Диссертант продемонстрировал свободное владение математическим аппаратом современной квантовой теории поля.

Диссертация хорошо написана и построена. Особо отмечу, что автор существенно переработал тексты своих отдельных журнальных публикаций и представил единый цельный текст. У меня нет каких-либо существенных замечаний к работе.

Можно надеяться, что автор в дальнейшем продолжит исследования в данной области, используя развитый в диссертации подход.

Все основные результаты диссертации являются новыми; они своевременно и полно опубликованы и представлены лично автором на международных научных конференциях и семинарах. Результаты работы своевременно и полно опубликованы. Содержание и

количество публикаций отражают содержание работы. Автореферат соответствует диссертации.

Все сказанное выше позволяет заключить, что диссертационная работа «Непертурбативное ренормгрупповое исследование скейлингового поведения», отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, а ее автор, Калагов Георгий Алибекович, несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент

Деркачев Сергей Эдуардович

доктор физико-математических наук

шифр специальности оппонента – 01.01.03 «Математическая физика»

ведущий научный сотрудник лаборатории математических проблем физики,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В. А. Стеклова Российской Академии Наук,

191023, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, д. 27

Рабочий телефон 8 (812) 312 40 58

E-mail: derkach@pdmi.ras.ru

