530.145(049.3)

КОНФОРМНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ В КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ

Todorov I. T., Mintchev M. G., Petkova V. B. Conformal Invariance in Quantum Field Theory.— Piza: Scuola Normale Superiora, 1978.

В последнее десятилетие в теоретической физике появилось много новых направлений, в основе которых лежат идеи подобия и конформной симметрии. Эти идеи нашли широкое применение как в квантовой теории поля, так и в задачах статистической физики. К настоящему моменту опубликовано большое число интересных результатов (многие из которых получены авторами книги) и идей в этой области, так что рецензируемая книга является весьма своевременной.

Большое внимание (около половины книги) авторы уделяют описанию структуры конформной группы и ее представлений, разработке удобного математического аппарата и вопросам кинематики, основанной на конформной группе. Интерес к этим вопросам безусловно оправдан. Достаточно напомнить, что точные конформно-инва-

риантные пропагаторы и (трехточечные) вершины удается найти еще до привлечения конкретной динамической модели.

В гл. I обсуждаются конформная группа риманова пространства, новый метод построения классических решений полевых уравнений, преобразования полей в пространстве Минковского и ковариантный формализм Дирака, в котором конформные преобразования выглядят особенно просто. В этой же главе рассмотрен важный вопрос: как совместить конечные конформные преобразования с причинностью? Дело в том, что причинность нарушается при специальных конформных преобразованиях благодаря их сингулярному (на некоторой гиперповерхности) характеру. Такие преобразования связывают точки, лежащие внутри и вне светового конуса. Для разрешения этого парадокса необходима специальная математическая конструкция (требующая перехода к компактифицированному пространству), прекрасное описание которой приведено в книге.

Другой путь решения этой проблемы — рассмотреть теорию поля в евклидовом пространстве, где конечные специальные конформные преобразования не вызывают каких-либо трудностей. Такой вариант удобен еще и потому, что евклидова формулировка теории поля используется во второй части при анализе динамических уравнений. Евклидовы поля вводятся в гл. II и III как формальные конструкции для компактной записи трансформационных свойств функций Грина. Явно ковариантный формализм (аналогичный формализму Дирака) для случая $2h$-мерного евклидова пространства рассмотрен в гл. III. В качестве иллюстрации эффективности этого формализма найдены выражения для пропагаторов и трехточечных функций Грина, а также сформулированы ковариантные правила Фейнмана в скелетной мезон-нуклонной теории (взаимодействие Юкавы).

В гл. IV исследованы свойства ковариантных двухточечных и трехточечных функций Грина в координатном и импульсном пространстве.

Вторая часть книги (гл. V—VII) содержит обсуждение конформно-инвариантной динамики. В гл. V излагается теоретико-групповой подход к анализу системы уравнений Фрадкина — Симанзика для перенормированных функций Грина. В этом подходе используется парциальное разложение (по коэффициентам Клебша — Гордона конформной группы) функций Грина, что позволяет диагонализовать интегральные уравнения, связывающие различные функции Грина, и дать строгое обоснование вакуумных операторных разложений произведений полей. В этой же главе рассмотрена скелетная теория возмущений для взаимодействия Юкавы и доказано отсутствие в ней ультрафиолетовых и инфракрасных расходимостей. В гл. VI обсуждаются простейшие конформно-инвариантные модели. Построены операторные разложения для обобщенных свободных полей и для свободных безмассовых полей. Рассмотрены локальные сохраняющиеся (тензорные) токи, которые входят в разложение произведения безмассовых полей. Наконец, в гл. VII рассмотрено электромагнитное взаимодействие. Проблема состоит в том, что обычное требование конформной инвариантности приводит к чисто продольному фотонному пропагатору. Авторы обсуждают следствия аксиоматического подхода и некоторые варианты преодоления указанной трудности.

В книге имеется пять приложений, в которых рассмотрены вопросы математического характера, а также некоторые вычислительные приемы, характерные для конформно-инвариантной теории поля. В приложениях, в частности, дано описание представлений конформной группы евклидова пространства и рассмотрен вывод парциального разложения, используемого для диагонализации динамических уравнений. К сожалению, эти вопросы изложены с чрезмерной краткостью.

Книга предназначена для теоретиков, работающих в области квантовой теории поля. Она охватывает широкий круг вопросов, содержит весьма обширную библиографию и является прекрасным пособием как для тех, кто желает составить себе лишь общее впечатление о современном состоянии конформно-инвариантной теории поля, так и для активно работающих в этой области специалистов.

М. Я. Пальчик