

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
Общая библиография	11
Благодарности	12

Часть I. Введение в методы

1. КТП: язык и цели	14
2. Интегралы по траекториям	28
3. Определение корреляционных функций	35
4. Свободный бозон во внешнем поле	40
5. Теория возмущений. Фейнмановские диаграммы	53
6. Методы вычисления диаграммных рядов	61
7. Ренормгрупповая процедура	70
8. $O(N)$ -симметричная векторная модель ниже точки перехода	81
9. Нелинейная сигма-модель в двух измерениях	90
10. $O(3)$ -нелинейная сигма-модель в пределе сильной связи	99

Часть II. Фермионы

11. Интеграл по траекториям и теорема Вика для фермионов	104
12. Электродинамика металлов	112
13. Релятивистские фермионы	131
14. Эффект Ааронова–Бома	141

Часть III. Сильно флуктуирующие спиновые системы

Введение	152
15. Процедура квантования Швингера–Вигнера	158
16. $O(3)$ -нелинейная сигма-модель в $(2 + 1)$ измерениях	166
17. Порядок из беспорядка	172
18. Преобразование Йордана–Вигнера для моделей со спином $S = 1/2$	180
19. Майорановское представление для магнетиков со спином $S = 1/2$	187
20. Функционально-интегральные представления	193

Часть IV. Физика в мире одного пространственного измерения

Моему отцу

Введение	204
21. Модель свободного бозонного безмассового скалярного поля	205
22. Релевантные и иррелевантные поля	212
23. Переход Костерлица–Таулесса	219
24. Конформная симметрия	227
25. Определение конформной инвариантности	234
26. Модель Изинга	247
27. Гейзенберговская цепочка спинов $S = 1/2$	254
28. Одномерные фермионы со спином	265
29. Алгебры Каца–Мури	277
30. Модель Весса–Зумино–Новикова–Виттена	286
31. Выбор калибровки в неабелевых теориях	295
32. Гейзенберговская цепочка спинов $S = 1$	299
33. Цепочка Кондо	304
34. «Поваренная книга» конформной теории	309
35. Заключение. Краткий путеводитель по точно решаемым моделям	313
Предметный указатель	318

Предисловие

Цель настоящей книги — познакомить читателя с последними достижениями квантовой теории поля (обозначаемой далее аббревиатурой КТП). В первую очередь книга ориентирована на физиков, занимающихся конденсированными средами, но я надеюсь, что она также может представлять определенный интерес для специалистов в других направлениях. В последние 15 лет КТП бурно развивалась, изменился ее язык и стиль. Увы, плоды этого быстрого прогресса все еще недоступны широким народным массам студентов, аспирантов, младших научных сотрудников, и даже тех старших научных сотрудников, которые не принимали непосредственного участия в этом прогрессе. Этот культурный разрыв является серьезным препятствием для распространения идей в сообществе ученых, занимающихся физикой конденсированных сред. Единственный способ исправить подобное положение заключается в создании возможно большего числа книг, освещающих эти новые достижения. Несколько хороших книг уже существуют; они перечислены в Общей библиографии в конце предисловия. Однако, изучая их, я обнаружил, что пока еще остается место и для моего скромного вклада. При написании книги я старался сделать изложение максимально простым, сводя к минимуму формальную сторону дела. Опять же, для того чтобы облегчить жизнь новичку в данной области, я начинаю изложение с таких традиционных тем, как интегралы по траекториям и фейнмановские диаграммы. Предполагается, однако, что читатель уже знаком с этими темами, и соответствующие параграфы должны лишь освежить в памяти уже имеющиеся знания. Тем же, кто только начинает работать в этой области, я рекомендую читать первые параграфы книги параллельно с каким-либо вводным курсом по КТП. Таких курсов много, в частности «вечноюная» книга Абрикосова, Горькова и Дзялошинского.

Почему стоит изучать КТП? Для физиков, занимающихся конденсированными средами, равно как, по моему мнению, и для всех остальных физиков, на то есть несколько причин. Первая состоит в том, что КТП предоставляет красивые и мощные средства для наших исследований. Результаты, достигнутые с помощью этих средств, неисчислимы; знание их секретов является ключом к успеху для любого сильного теоретика. Вторая причина состоит в том, что эти средства очень элегантны и красивы. Это обстоятельство делает процесс научных исследований поистине приятным. Я не думаю, что это совпадение; я глубоко уверен в том, что эстетические критерии так же важны в науке, как и эмпирические. Красота и истина неразделимы, поскольку «красота есть воплощенная истина» (Владимир Соловьев). История науки убедительно подтверждает эту веру: все великие физические теории в то же время прекрасны. Эйнштейн, например, открыто признавал, что идеи красоты сыграли очень важную роль в