

А. С. Шварц

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
КВАНТОВОЙ
ТЕОРИИ ПОЛЯ**



URSS

А. С. Шварц

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ

Издание второе



URSS

МОСКВА

Шварц Альберт Соломонович

Математические основы квантовой теории поля. Изд. 2-е.
М.: ЛЕНАНД, 2017. — 376 с.

Книга содержит изложение основных понятий квантовой теории поля, во многом отличающееся от существующих построений. Подробно рассматривается теория рассеяния в гамильтоновом и в аксиоматическом подходе, а также связь между этими двумя подходами к квантовой теории поля.

Книга рассчитана как на математиков, желающих познакомиться с квантовой теорией поля, так и на физиков, интересующихся более глубоким анализом основ этой теории. Она будет интересна также специалистам по квантовой теории поля — не только благодаря оригинальности предложенного в книге построения квантовой теории поля, но и потому, что она содержит ряд новых результатов, в том числе результаты, полученные автором и его сотрудниками.

ООО «ЛЕНАНД». 117312, г. Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, д. 11А, стр. 11.
Формат 60×90/16. Печ. л. 23,5. Зак. № 831.

Отпечатано в ООО «Курганский Дом печати». 640022, Курган, К. Маркса, 106.

ISBN 978–5–9710–3695–1

© ЛЕНАНД, 2016

18931 ID 218575



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к первому изданию	3
Введение	8
Условные обозначения	18
Глава 1. Основные принципы квантовой теории	
§ 1. Состояния квантовомеханической системы	20
§ 2. Эволюция вектора состояния	20
§ 3. Вычисление вероятностей значений измеряемой величины	21
§ 4. Гейзенберговские операторы	24
§ 5. Интегралы движения. Стационарные состояния	25
Глава 2. Квантовая механика одной частицы и системы нетождественных частиц	
§ 6. Квантовая механика одной скалярной частицы	27
§ 7. Квантовая механика частицы со спином	29
§ 8. Квантовое описание системы нетождественных частиц.	31
§ 9. Частица в ящике с периодическими граничными условиями	34
§ 10. Одномерный гармонический осциллятор	35
§ 11. Система связанных осцилляторов	38
Глава 3. Квантовая механика системы тождественных частиц	
§ 12. Система μ тождественных частиц	40
§ 13. Фоковское пространство.	44
Глава 4. Оператор эволюции. Операторы $S(t, t_0)$ и $S_\alpha(t, t_0)$	
§ 14. Нестационарная теория возмущений	54
§ 15. Стационарные состояния гамильтониана, зависящего от параметра	58
§ 16. Адиабатическое изменение стационарного состояния	61

Глава 5. Теория потенциального рассеяния	
§ 17. Формальная теория рассеяния	66
§ 18. Одночастичная задача рассеяния	72
§ 19. Многочастичная задача рассеяния	78
Глава 6. Операторы в фоковском пространстве	
§ 20. Представления соотношений коммутации и антикоммутации. Фоковское представление	88
§ 21. Простейшие операторы в фоковском пространстве	95
§ 22. Нормальная форма оператора. Теорема Вика	100
§ 23. Диаграммная техника	109
Глава 7. Функции Уайтмана и Грина	
§ 24. Функции Уайтмана	116
§ 25. Функции Грина	120
§ 26. Представление Челлена—Лемана	124
§ 27. Уравнения для функций Уайтмана и Грина	127
Глава 8. Трансляционно инвариантные гамильтонианы	
§ 28. Трансляционно инвариантные гамильтонианы в фоковском пространстве	130
§ 29. Теорема реконструкции	137
§ 30. Взаимодействия вида $V(\varphi)$	147
Глава 9. Матрица рассеяния трансляционно инвариантного гамильтониана (основные факты)	
§ 31. Матрица рассеяния трансляционно инвариантного гамильтониана в фоковском пространстве	152
§ 32. Определение матрицы рассеяния с помощью операторной реализации трансляционно инвариантного гамильтониана	158
§ 33. Адиабатическое определение матрицы рассеяния	170
§ 34. Фаддеевское преобразование. Теорема эквивалентности	174
§ 35. Квазиклассическое приближение	183
Глава 10. Аксиоматическая теория рассеяния	
§ 36. Основные предположения. Построение матрицы рассеяния	194
§ 37. Доказательство лемм	209
§ 38. Асимптотические поля (in- и out-операторы)	223
§ 39. Одевающие операторы	229
§ 40. Обобщения	239
§ 41. Адиабатическая теорема в аксиоматической теории рассеяния	251
Глава 11. Трансляционно инвариантные гамильтонианы (дальнейшее исследование)	
§ 42. Связь аксиоматической теории с гамильтоновым формализмом	272
§ 43. Гейзенберговские уравнения. Канонические преобразования	276

§ 44.	Построение операторной реализации	282
§ 45.	Одевающие операторы для трансляционно инвариантных гамильтонианов	290
§ 46.	Теория возмущений в аксиоматическом подходе	296

Глава 12. Аксиоматика лоренц-инвариантной квантовой теории поля

§ 47.	Аксиомы, обеспечивающие лоренц-инвариантность матрицы рассеяния	306
§ 48.	Аксиоматика локальной квантовой теории поля	312
§ 49.	Проблема построения нетривиального примера	316

Дополнение

§ Д.1.	Гильбертово пространство	329
§ Д.2.	Система векторов в предгильбертовом пространстве	330
§ Д.3.	Конкретные пространства.	331
§ Д.4.	Операции с гильбертовыми пространствами	336
§ Д.5.	Операторы в гильбертовом пространстве.	338
§ Д.6.	Локально выпуклые пространства	346
§ Д.7.	Обобщенные функции	347
§ Д.8.	Собственные и обобщенные собственные векторы	357
§ Д.9.	Представления групп	358

Список литературы	362
-----------------------------	-----