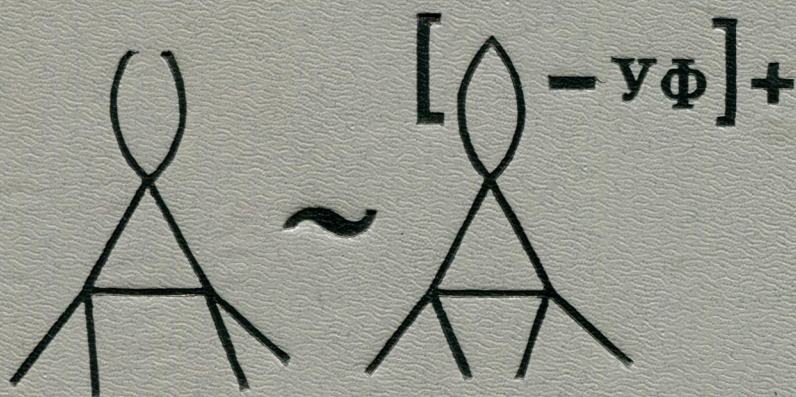


Дж. Коллинз

Перенормировка



Дж. Коллинз

Перенормировка

**ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ПЕРЕНОРМИРОВОК,
РЕНОРМАЛИЗАЦИОННОЙ ГРУППЫ
И ОПЕРАТОРНЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ**

Перевод с английского
В. А. СМЕРНОВА
под редакцией
О. И. ЗАВЬЯЛОВА



Москва «Мир» 1988

ББК 22.31
К 60
УДК 530.1

Коллинз Дж.

К 60 Перенормировка: Пер. с англ. — М.: Мир, 1988. —
448 с., ил.

ISBN 5-03-000726-1

8.2 0101 Книга американского физика-теоретика, отражающая развитие и применение современных математических методов в квантовой теории поля. Среди них — теория R -операции, метод ренормализационной группы, разложение произведения операторов на малых расстояниях. Изложение отличается высоким научным уровнем и вместе с тем ясностью и доступностью. Книга заполняет заметный пробел, существующий в русскоязычной литературе по этому разделу математической физики, позволяя читателю довольно быстро выйти на передовые позиции современной квантовой теории поля (ценой обхода ряда чрезмерно громоздких и педантичных доказательств).

Для математиков и физиков, работающих в области квантовой теории поля, для аспирантов и студентов университетов.

К $\frac{1702050000-094}{041(01)-88}$ 17—88, ч. 1

ББК 22.31

Редакция литературы по математическим наукам

ISBN 5-03-000726-1 (русск.)

© Cambridge University Press 1984
This book was originally published
in the English language by Cambridge
University Press of Cambridge,
England.

ISBN 0-521-31177-2 (англ.)

© перевод на русский язык, с добавлениями, «Мир», 1988

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора перевода	5
1. Введение	7
2. Квантовая теория поля	10
2.1. Скалярная теория поля	10
2.2. Решение в форме функционального интеграла	12
2.3. Перенормировка	16
2.4. Ультрафиолетовые регуляризации	18
2.5. Уравнения движения для функций Грина	20
2.6. Симметрии	22
2.7. Тожества Уорда	26
2.8. Теория возмущений	29
2.9. Спонтанно нарушенная симметрия	33
2.10. Фермионы	35
2.11. Калибровочные теории	36
2.12. Квантование калибровочных теорий	38
2.13. БРС-инвариантность и тождества Славнова — Тейлора	41
2.14. Правила Фейнмана для калибровочных теорий	43
2.15. Другие симметрии лагранжиана (2.11.7)	45
2.16. Модели теории поля	46
3. Основные примеры	48
3.1. Однопетлевая собственная энергия в φ^3 -теории	48
3.1.1. Виковский поворот	49
3.1.2. Решётка	50
3.1.3. Интерпретация расходимости	51
3.1.4. Вычисление	53
3.2. Более высокие порядки	54
3.3. Степень расходимости	56
3.3.1. Модель φ^3 при $d = 6$	58
3.3.2. Почему Z может быть нулём и всё же содержать расходимости?	59
3.3.3. Перенормируемость и неперенормируемость	60
3.4. Ренормализационная группа	61
3.4.1. Произвол в перенормированной диаграмме	61
3.4.2. Перенормировочные предписания	64
3.5. Размерная регуляризация	65
3.6. Минимальные вычитания	69
3.6.1. Определение	69
3.6.2. Случай $d = 6$	70
3.6.3. Ренормализационная группа и минимальные вычитания	71
3.6.4. Безмассовые теории	72
3.7. Координатное пространство	72
4. Размерная регуляризация	75
4.1. Определение и аксиомы	77
4.2. Продолжение в область малых d	82
4.3. Свойства d -мерного интегрирования	87
4.4. Формулы для пространства Минковского	97
4.4.1. Швингеровские параметры	97
4.4.2. Фейнмановские параметры	98

4.5.	Матрицы Дирака	99
4.6.	γ_5 и ϵ_{ijkl}	102
5.	Перенормировка	104
5.1.	Расходимости и подрасходимости	105
5.2.	Двухпетлевая собственная энергия в теории $(\varphi^3)_6$	110
5.2.1.	Диаграмма на рис. 5.1.2	111
5.2.2.	Дифференцирование по внешним импульсам	114
5.2.3.	Диаграмма на рис. 5.1.3	116
5.3.	Перенормировка диаграмм Фейнмана	118
5.3.1.	Одночастично-неприводимый граф без подрасходимостей	120
5.3.2.	Общий случай	121
5.3.3.	Применение общих формул	124
5.3.4.	Резюме	125
5.4.	Трёхпетлевой пример	125
5.5.	Лесная формула	128
5.5.1.	Формула	128
5.5.2.	Доказательство	130
5.6.	Связь с \mathcal{L}	132
5.7.	Перенормируемость	137
5.7.1.	Перенормируемость и неперенормируемость	137
5.7.2.	Космологический член	139
5.7.3.	Степени перенормируемости	140
5.7.4.	Неперенормируемость	141
5.7.5.	Связь перенормируемости с размерностью константы связи	143
5.7.6.	Физические неперенормируемые теории	144
5.8.	Доказательство локальности контрчленов; теорема Вейнберга	148
5.8.1.	Степень контрчленов равна степени расходимости	149
5.8.2.	$\bar{R}(G)$ конечно при отрицательном $\delta(G)$	151
5.8.3.	Асимптотическое поведение	153
5.9.	Перевычитания	154
5.9.1.	Перенормировка на массовой поверхности и перевычитания	154
5.9.2.	Замечания	155
5.9.3.	Перевычитания в ОЧН-диаграммах	156
5.10.	Перенормировка без регуляризации: БПХЦ-схема	157
5.11.	Минимальные вычитания	160
5.11.1.	Определение	160
5.11.2.	МВ-перенормировка	162
5.11.3.	Минимальные вычитания с другими регуляризациями	163
6.	Составные операторы	164
6.1.	Разложение произведения операторов	165
6.2.	Перенормировка составных операторов: примеры	168
6.2.1.	Перенормировка оператора φ^2	168
6.2.2.	Перенормировка произведения $\varphi^2(x)\varphi^2(y)$	173
6.3.	Определения	173
6.4.	Операторное смешивание	177
6.5.	Тензоры и минимальные вычитания	178
6.6.	Свойства	181
6.7.	Дифференцирование по параметрам лагранжиана \mathcal{L}	193
6.8.	Связь между перенормировками φ^2 и m^2	197
7.	Ренормализационная группа	198
7.1.	Изменение перенормировочных предписаний	199
7.1.1.	Изменение параметризации	199
7.1.2.	Зависимость от перенормировочных предписаний	201
7.1.3.	Примеры в низших порядках	203

12.9.3. Тожества Уорда	379
12.9.4. Контрчлены, пропорциональные операторам A^2 и $\partial \cdot A^2$	380
12.9.5. Связь между ϵ_0 и Z_3	381
12.9.6. Зависимость от калибровки	381
12.9.7. Ренормгрупповое уравнение	384
12.10. Унитарная калибровка для массивного фотона	384
13. Аномалии	385
13.1. Киральные преобразования	387
13.2. Определение матрицы γ_5	389
13.3. Свойства аксиальных токов	393
13.3.1. Неаномальные токи	393
13.3.2. Аномальные токи	394
13.3.3. Киральные калибровочные теории	394
13.3.4. Суперсимметричные теории	394
13.4. Тожество Уорда для затравочного аксиального тока	395
13.4.1. Перенормировка операторов в тождествах Уорда	396
13.5. Некоторые однопетлевые вычисления	398
13.6. Несинглетный аксиальный ток не обладает аномалией	403
13.6.1. Сокращение аномалии	403
13.6.2. Перенормированный ток не обладает аномальной размерностью	404
13.7. Трёхтоковое тождество Уорда; треугольная аномалия	406
13.7.1. Общая форма аномалии	406
13.7.2. Однопетлевое значение	408
13.7.3. Более высокие порядки	410
14. Глубоконеупругое рассеяние	412
14.1. Кинематика и т. п.	413
14.2. Партоновая модель	416
14.3. Дисперсионные соотношения и моменты	418
14.4. Разложение для скалярного тока	421
14.5. Вычисление коэффициентов Вильсона	424
14.5.1. Коэффициенты Вильсона в низшем порядке	424
14.5.2. Аномальные размерности	425
14.5.3. Решение РГ-уравнения; несинглетный случай	428
14.6. Разложение произведения операторов для векторного и аксиального токов	428
14.6.1. Коэффициенты Вильсона; электромагнитный случай	429
14.7. Партоновая интерпретация разложения Вильсона	430
14.8. W_4 и W_5	432
Литература	434
Именной указатель	439
Предметный указатель	440