

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к русскому изданию	10
Предисловие	11
Глава 1. Что такое квантовая оптика?	15
1.1. По дороге к квантовой оптике	15
1.2. Резонансная флюоресценция	17
1.3. Сжатие флуктуаций	23
1.4. Модель Джейнса–Камингса–Пауля	31
1.5. КЭД резонатора	32
1.6. Оптика де-бройлевских волн	39
1.7. Квантовое движение в ловушках Пауля	44
1.8. Двухфотонная интерферометрия и дальше	47
1.9. План книги	48
Литература	50
Глава 2. Некоторые сведения из квантовой механики	55
2.1. Собственные состояния операторов координаты и импульса	56
2.2. Собственное энергетическое состояние	61
2.3. Матрица плотности: краткое введение	65
2.4. Эволюция квантовых состояний во времени	75
Литература	87
Глава 3. Функция Вигнера	90
3.1. Дебют функции Вигнера	91
3.2. Свойства функции Вигнера	92
3.3. Эволюция функции Вигнера во времени	97
3.4. Функция Вигнера определяется фазовым пространством	99
3.5. Уравнения в фазовом пространстве для собственных энергетических состояний	102
3.6. Гармонический осциллятор	108
3.7. Вычисление квантово-механических средних	112
Литература	118
Глава 4. Квантовые состояния в фазовом пространстве	123
4.1. Собственное энергетическое состояние	124
4.2. Когерентное состояние	133
4.3. Сжатое состояние	147
4.4. Повёрнутые квадратурные состояния	164
4.5. Реконструкция квантового состояния	171
Литература	177

Глава 5. Волны à la ВКБ	181
5.1. Вероятность для классического движения	181
5.2. Амплитуды вероятности квантового движения	183
5.3. Квантование энергии	187
5.4. Резюме	192
Литература	196
Глава 6. ВКБ и фаза Берри	199
6.1. Фаза Берри и адиабатическое приближение	200
6.2. Адиабатичность и волновые функции ВКБ-приближения	205
6.3. Неадиабатическая фаза Берри	215
Литература	218
Глава 7. Интерференция в фазовом пространстве	219
7.1. Суть подхода	219
7.2. Вывод формализма перекрытия площадей	222
7.3. Приложение к переходам Франка–Кондона	231
7.4. Обобщение	232
Литература	234
Глава 8. Применения интерференции в фазовом пространстве	236
8.1. Связь с интерференцией в фазовом пространстве	236
8.2. Собственные состояния данной энергии	237
8.3. Когерентное состояние	239
8.4. Сжатое состояние	245
8.5. Вопрос о фазовых состояниях	253
Литература	264
Глава 9. Динамика волновых пакетов	266
9.1. Что такое волновые пакеты?	266
9.2. Дробные и полные возобновления	267
9.3. Естественные масштабы времени	270
9.4. Новые представления сигнала	274
9.5. Простое описание дробных возобновлений	280
Литература	286
Глава 10. Квантование поля	290
10.1. Волновое уравнение для потенциалов	291
10.2. Структура мод в ящике	297
10.3. Поле как набор гармонических осцилляторов	302
10.4. Эффект Казимира	308
10.5. Операторы векторного потенциала и полей	315
10.6. Состояния поля излучения с заданным числом фотонов	318
Литература	325
Глава 11. Состояния поля	330
11.1. Свойства квантованного электрического поля	330
11.2. Возвращение к когерентным состояниям	334

11.3. Состояние шрёдингеровской кошки	346
Литература	359
Глава 12. Функции в фазовом пространстве	362
12.1. Вигнеровское фазовое пространство не единственное	362
12.2. Q -функция Хушими–Кано	365
12.3. Усреднение с помощью функций в фазовом пространстве	372
12.4. P -распределение Глаубера–Сударшана	380
Литература	391
Глава 13. Оптическая интерферометрия	393
13.1. Делитель пучка	394
13.2. Гомодинный детектор	402
13.3. Восьмиканальный интерферометр	406
13.4. Измеряемые фазовые операторы	415
Литература	424
Глава 14. Взаимодействие атома и поля	427
14.1. Как сконструировать взаимодействие?	428
14.2. Связь векторный потенциал — импульс	429
14.3. Дипольное приближение	436
14.4. Взаимодействие диполя с электрическим полем	439
14.5. Взаимодействие и перепутывание подсистем	443
14.6. Эквивалентность $\mathbf{A} \cdot \mathbf{p}$ и $\mathbf{r} \cdot \mathbf{E}$	443
14.7. Эквивалентность гамильтонианов $H^{(1)}$ и $\tilde{H}^{(1)}$	448
14.8. Простая модель взаимодействия атома с полем	449
Литература	458
Глава 15. Модель Джейнса–Каммингса–Пауля: динамика	460
15.1. Резонансная модель Джейнса–Каммингса–Пауля	460
15.2. Роль отстройки	468
15.3. Решение уравнений Раби	471
15.4. Обсуждение решения	475
Литература	483
Глава 16. Приготовление состояний и перепутывание	484
16.1. Измерения для перепутанных систем	484
16.2. Коллапс, возобновления и дробные возобновления	494
16.3. Приготовление квантовых состояний	502
16.4. Инженерия квантовых состояний	506
Литература	520
Глава 17. Ловушка Пауля	525
17.1. Основы методов удержания ионов	526
17.2. Лазерное охлаждение	531
17.3. Движение иона в ловушке Пауля	533
17.4. Модельный гамильтониан	548
17.5. Приближение эффективного потенциала	555
Литература	558

Глава 18. Затухание и усиление	562
18.1. Затухание и усиление поля в резонаторе	563
18.2. Матрица плотности подсистемы	565
18.3. Резервуар двухуровневых атомов	567
18.4. Одноатомный мазер	579
18.5. Взаимодействие атома с резервуаром	590
Литература	604
Глава 19. Атомная оптика в квантованных световых полях	609
19.1. Постановка задачи	609
19.2. Сведение к одномерному рассеянию	614
19.3. Приближение Рамана–Ната	618
19.4. Отклонение атомов	620
19.5. Интерференция в фазовом пространстве	633
Литература	639
Глава 20. Функции Вигнера в атомной оптике	641
20.1. Модель	641
20.2. Уравнение движения для функции Вигнера	643
20.3. Движение в фазовом пространстве	645
20.4. Квантовая линза	650
20.5. Статистика фотонов и импульсное распределение	654
20.6. Эвристический подход	655
Литература	660
Приложение А. Волновые функции стационарных состояний гармонического осциллятора	661
А.1. Решение в виде степенного ряда	661
А.2. Асимптотическое поведение	664
Приложение Б. Операторы, зависящие от времени	670
Б.1. Особенности дифференцирования операторов	670
Б.2. Упорядочение во времени	672
Приложение В. Мера Зюсмана	676
В.1. В чём недостаток других мер	676
В.2. Выход из сложившегося затруднения	677
В.3. Обобщение на многомерные распределения	678
Приложение Г. Уравнения в фазовом пространстве	679
Г.1. Постановка задачи	679
Г.2. Преобразование Фурье матричных элементов	681
Г.3. Члены с кинетической энергией	681
Г.4. Члены с потенциальной энергией	683
Г.5. Резюме	685
Приложение Д. Функция Эйри	686
Д.1. Определение и дифференциальное уравнение	686
Д.2. Асимптотическое разложение	687

Приложение Е. Радиальное уравнение	693
Приложение Ж. Асимптотический вид распределения Пуассона	696
Приложение З. Инструментарий для интегралов	698
З.1. Метод стационарной фазы	698
З.2. Спираль Корню	703
Приложение И. Площадь перекрытия	706
И.1. Сведение ромбовидной области к прямоугольнику	706
И.2. Ромбовидная область	707
И.3. Площадь перекрытия как вероятность	710
Приложение К. P-распределения	711
К.1. Тепловое состояние	711
К.2. Состояние с заданным числом фотонов	712
К.3. Сжатое состояние	713
Приложение Л. Ядро для процесса гомодинамирования	716
Л.1. Выражение для ядра в замкнутом виде	716
Л.2. Предел сильного локального осциллятора	718
Приложение М. За пределами дипольного приближения	720
М.1. Тейлоровское разложение первого порядка	720
М.2. Классическое калибровочное преобразование	723
М.3. Калибровочное преобразование в квантовом случае	726
Приложение Н. Эффективный гамильтониан	729
Приложение О. Термостат из осцилляторов	732
О.1. Вклад от членов второго порядка	732
О.2. Соотношения симметрии при взятии следа	735
О.3. Основное кинетическое уравнение	736
О.4. Явные выражения для Γ , β и \tilde{G}	737
О.5. Интегрирование по времени	739
Приложение П. Функции Бесселя	740
П.1. Определение функций Бесселя	740
П.2. Асимптотическое поведение	741
Приложение Р. Квадратный корень из δ-функции	743
Литература для дальнейшего чтения	745
Предметный указатель	748