

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Предисловие ко второму изданию	9
Глава 1. Введение	10
Глава 2. Квантовый транспорт. Андерсоновская локализация	20
2.1. Основные принципы	20
2.2. Идеи локализации	22
2.3. Термоактивированная проводимость в режиме локализации	28
2.4. Теория Таулесса. Локализация в тонких проволоках и эффекты конечной температуры	32
2.5. Скейлинговая теория локализации и ее следствия	37
2.6. Режим слабой локализации	47
Задачи	50
Глава 3. Механизмы сбоя фазы за счет взаимодействия с окружением: приложение к кулоновскому взаимодействию электронов в металлах	51
3.1. Введение и обзор механизмов дефазировки	51
3.2. Сбой фазы за счет электрон-электронного взаимодействия	61
3.3. Обзор результатов для различных размерностей	67
3.4. Соотношение между временем сбоя фазы и временем электрон-электронного рассеяния	74
3.5. Одно полезное выражение для скорости дефазировки и анализ случая $T \rightarrow 0$	78
Глава 4. Равновесные мезоскопические эффекты и статические свойства	85
4.1. Введение в термодинамические флуктуационные эффекты	85
4.2. Квантовая интерференция и равновесные свойства. Персистентные токи	91
Задача	116
Глава 5. Квантовая интерференция и транспортные свойства. Формулировка Ландауэра и ее применения	117
5.1. Общие замечания о проводимости Кубо конечных систем	117
5.2. Формулировка Ландауэра для контактанса мезоскопической системы и некоторые ее обобщения	121

5.3. Применения формулировки Ландауэра	137
Задачи	154
Глава 6. Квантовый эффект Холла	156
6.1. Введение	156
6.2. Общее рассмотрение	161
6.3. Локализация в сильных магнитных полях и КЭХ	166
6.4. Заметки о дробном квантовом эффекте Холла (ДКЭХ)	172
Задача	181
Глава 7. Мезоскопика и сверхпроводимость	182
7.1. Введение	182
7.2. Сверхпроводящие кольца и тонкие проволоки	187
7.3. Слабосвязанные сверхпроводники. Эффект Джозефсона и SNS контакты	198
7.4. Андреевское отражение. Дальнейшие свойства SN и SNS контактов	206
Глава 8. Шум в мезоскопических системах	217
8.1. Введение	217
8.2. Дробовой шум для случая «излучения из резервуара»	219
8.3. Низкочастотный ($1/f$)-шум	223
8.4. Квантовая теория корреляторов шумов	229
Задачи	240
Глава 9. Заключительные замечания	242
Приложения	252
А. Теория линейного отклика Кубо	252
Б. Проводимость Кубо–Гринвуда и соотношения Эдвардса–Таулесса	255
В. Эффект Ааронова–Бома и теорема Байерса–Янга и Блоха	257
Г. Вывод матричных элементов в диффузионном режиме	258
Д. Более аккуратное описание сбоев фазы в двумерных проводниках при низких температурах	259
Е. Аномалии в плотности состояний	260
Ж. Квазиклассическая теория спектральных корреляций	263
З. Некоторые детали четырехконтактной формулировки	266
И. Универсальность флуктуаций кондактанса и универсальные корреляции собственных значений матрицы прохождение	267
К. Кондактанс баллистического «точечного контакта»	269
Список литературы	271

Предисловие

Мезоскопическая физика — довольно молодая отрасль науки. Она возникла около 15 лет назад и за это время уже добилась блестящих успехов. В этой области физики счастливым образом сочетаются возможность разрешения фундаментальных физических вопросов и близость к технологическим приложениям не столь отдаленного будущего. Некоторые из экспериментальных возможностей в мезоскопике стали возможными благодаря миниатюризации электронных устройств; с другой стороны, потребности этой миниатюризации учитываются при постановке задач самой мезоскопике. Можно надеяться, что плодотворное взаимовлияние физики и технологии в этом направлении будет продолжаться и дальше. В настоящее время мы уже довольно много знаем о мезоскопическом мире, заключенном в области между микроскопическими и макроскопическими пространственными масштабами. Ответы на многие фундаментальные вопросы о том, каким образом действие квантовых законов трансформируется при переходе в классический макроскопический режим, во многих случаях уже получены, в других — ожидаются в скором времени. Есть все основания полагать, что промежуточная область размеров между уже имеющимися сейчас искусственными структурами, с одной стороны, и встречающимися в природе (или синтетическими) молекулами — с другой, будет понята и исследована уже в ближайшем будущем. Как раз сейчас развиваются мощные технологические методы, необходимые для этого будущего исследования.

Эта книга представляет собой попытку сделать увлекательные вопросы мезоскопике доступными как физикам, так и химикам, и инженерам-электронщикам, оптикам и технологам. От читателя требуются достаточно глубокие знания физики, однако близкое знакомство с современными методами теоретической физики не предполагается. Понимание основных физических идей, лежащих в основе описываемых явлений, а также умение делать простые качественные оценки эффектов должны оказаться весьма полезными и для экспериментаторов, и для технологов. В то же время изучение этой книги может помочь студентам и аспирантам, специализирующимся в области физики и химии, закрепить и творчески использовать весь комплекс полученных знаний по квантовой механике, статистической физике, электромагнетизму и физике твердого тела.

Автор чрезвычайно признателен своим коллегам и соавторам за многолетнее сотрудничество в области мезоскопике, в ходе которого мы