

УДК 536.75
ББК 22.317.24



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 06-02-30034.

Гиттерман М., Хэлперн В.

Фазовые превращения. Краткое изложение и современные приложения. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. — 128 с.

В книге дается краткое и доступное изложение фундаментальной теории фазовых превращений и приводятся области применения теории в современной практике. Данная теория используется в физике при современных разработках по изучению конденсации атомов Бозе–Эйнштейна, высокотемпературной сверхпроводимости и вихрей в сверхпроводниках, в то время как в других областях она применяется для исследования явлений «малых миров» и безмасштабных систем (таких как фондовая биржа или Интернет). Совместный анализ этих явлений позволяет выявить связь между ними и провести аналогию с общей теорией фазовых превращений.

ISBN 5-93972-599-6

ББК 22.317.24

© 2004 World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

© Перевод на русский язык: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006

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, электронными или механическими, включая фотокопирование, запись на магнитный носитель, или помощи любой другой системы хранения и обработки информации, если на то нет письменного разрешения издательства.

All rights reserved. This book, or part thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the Publisher.

<http://shop.rcd.ru>

<http://ics.org.ru>

Оглавление

Предисловие к русскому изданию	8
Введение	9
ГЛАВА 1. Фазы и фазовые переходы	11
1.1. Классификация фазовых переходов	14
1.2. Фазовые переходы второго рода	16
1.3. Корреляции	17
1.4. Заключение	19
ГЛАВА 2. Модель Изинга	20
2.1. Одномерная модель Изинга	22
2.2. Двумерная модель Изинга	23
2.3. Трехмерная модель Изинга	27
2.4. Заключение	29
ГЛАВА 3. Теория среднего поля	30
3.1. Теория среднего поля Ландау	31
3.2. Фазовые превращения первого рода в теории Ландау	33
3.3. Уточнение теории Ландау, позволяющее учесть флуктуации	34
3.4. Критические индексы	36
3.5. Критерий Гинзбурга	37
3.6. ϵ -разложение Вильсона	37
3.7. Заключение	40
ГЛАВА 4. Скейлинг	41
4.1. Соотношения между критическими индексами	42
4.2. Соотношения масштабов	45
4.3. Динамическое масштабирование	49
4.4. Заключение	50

ГЛАВА 5. Ренорм-группа	52
5.1. Неподвижные точки отображения	52
5.2. Основной принцип теории ренорм-групп	54
5.3. Метод ренорм-групп при решении одномерной модели Изинга	56
5.4. Метод ренорм-групп двумерной модели Изинга для квадратной решетки (1)	57
5.5. Метод ренорм-групп для решения модели Изинга для квадратной решетки (2)	59
5.6. Заключение	63
ГЛАВА 6. Фазовые превращения в квантовых системах	64
6.1. Симметрия волновой функции	64
6.2. Обменное взаимодействие между частицами Ферми	65
6.3. Квантовая статистическая физика	68
6.4. Сверхтекучесть	71
6.5. Конденсация Бозе–Эйнштейна для атомов	72
6.6. Сверхпроводимость	73
6.7. Высокотемпературные сверхпроводники	77
6.8. Заключение	79
ГЛАВА 7. Универсальность	80
7.1. Ферромагнетик Гейзенберга и сопутствующие модели	80
7.2. Многочастичные спиновые взаимодействия	83
7.3. Модель нормального распределения и сферическая модель	85
7.4. Модель $x-y$	87
7.5. Вихри	90
7.6. Взаимодействие между вихрями	91
7.7. Вихри в сверхтекучих жидкостях и сверхпроводниках	93
7.8. Заключение	93
ГЛАВА 8. Случайные системы и малые миры	95
8.1. Перколяция связей	95
8.2. Модель Изинга со случайными взаимодействиями	97
8.3. Спиновые стекла	98
8.4. Системы «малого мира»	100
8.5. Эволюционирующие графы	103
8.6. Фазовые превращения в системах малых миров	104
8.7. Заключение	106

ГЛАВА 9. Самоорганизованная критичность	107
9.1. Степенные законы распределения	108
9.2. Песочная куча	110
9.3. Распределение соединений в сетях	112
9.4. Динамика сетей	113
9.5. Анализ сетей с использованием теории среднего поля	117
9.6. Концентраторы безмасштабных сетей	119
9.7. Заключение	121
Литература	122
Предметный указатель	126