

Объединенный Институт Ядерных Исследований

А. Л. КУЗЕМСКИЙ

**РАБОТЫ ПО СТАТИСТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКЕ И КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ
ТВЕРДОГО ТЕЛА**

(К 65-летию со дня рождения)

Дубна 2009

Аннотация.

Сборник содержит сжатое изложение работ по статистической физике и квантовой теории твердого тела доктора ф.-м. наук Куземского А.Л. Обсуждаются принципиальные вопросы физики магнетизма, методы квантовой теории магнетизма и, в частности, метод двухвременных температурных функций Грина, широко используемый в различных задачах физики систем многих взаимодействующих частиц. Обсуждается обширный круг задач квантовой теории твердого тела, в частности построение последовательной квантостатистической теории магнетизма и сверхпроводимости сложных веществ на основе приближения сильно связанных электронов. Дано изложение некоторых новых самосогласованных методов описания квантовых кооперативных эффектов и квазичастичной динамики основных микроскопических моделей магнетизма: модели Гейзенберга, модели Хаббарда, модели Андерсона, спин-фермионной модели и т.п. Проведен сравнительный анализ этих моделей и их применимость для описания сложных магнитных веществ. Проанализированы концепции нарушенной симметрии, квантового протектората и квазисредних в контексте квантовой теории магнетизма и сверхпроводимости. При этом удалось сформулировать критерий применимости квантовых моделей магнетизма к конкретным веществам на основе анализа их низкоэнергетического и высокоэнергетического спектров. Рассмотрены вопросы неравновесной статистической термодинамики в подходе неравновесного статистического оператора Д.Н.Зубарева. Обсуждается вывод кинетических уравнений для системы в термостате. Изучено динамическое поведение частицы в среде с учетом эффектов диссипации. Получено уравнение типа Шредингера с затуханием для динамической системы в термостате.

A.L. KUZEMSKY. Works on Statistical Physics and Quantum Solid State Physics.

ФОТО: семейный архив

Куземский А. Л.

Работы по статистической физике и квантовой теории твердого тела.

— А. Л. Куземский

Works on Statistical Physics and Quantum Solid State Physics.

A.L. KUZEMSKY.

Дубна.: Изд-во Объединенного института ядерных исследований, 2009.

— 100 с.: ил.12

ISBN X-XXXX-XXXX-X

©А.Л.Куземский, 2009

Содержание

1	ПРЕДИСЛОВИЕ	4
2	Основные Даты	5
3	Библиография: Список Публикаций	6
4	Избранные работы, цитирующие статьи из списка В:	18
5	Квантовая статистическая механика и физика твердого тела.	26
6	Магнетизм вещества и модели магнетизма.	27
7	Квантовая теория магнетизма.	32
8	Метод модельных гамильтонианов.	33
8.1	Проблема магнетизма коллективизированных электронов.	36
8.2	Модели Андерсона и Хаббарда.	37
8.3	$s - d$ обменная модель и модель Зенера.	39
8.4	Адекватность модельного описания.	40
9	Теория систем многих взаимодействующих частиц.	42
9.1	Двухвременные температурные функции Грина.	43
9.2	Метод неприводимых функций Грина.	50
9.3	Обобщенные средние поля.	52
9.4	Антиферромагнетик Гейзенберга и аномальные средние.	57
9.5	Многочастичные системы с сильной и слабой электронной корреляцией.	59
9.6	Уравнения сверхпроводимости.	64
9.7	Теория магнитного полярона.	67
10	Нарушенная симметрия, квазисредние и физика магнетизма.	70
10.1	Метод квазисредних Н.Н. Боголюбова.	72
10.2	Квантовый протекторат и микроскопические модели магнетизма.	74
11	Неравновесные статистические операторы и квазисредние в теории необратимых процессов.	76
11.1	Обобщенные кинетические уравнения.	79
11.2	Обобщенные кинетические уравнения для системы в термостате.	81
11.3	Уравнение типа Шредингера для динамической системы в термостате.	83
12	Заключение.	86

1 ПРЕДИСЛОВИЕ

*Посвящается моим родителям:
Леониду Сергеевичу Куземскому (1908–1978),
Валентине Федотовне Куземской (1910–1978)*

Цель данного сборника, – попытаться рассказать для широкого круга студентов вузов и университетов и широкого круга научных работников о работах автора в области квантовой статистической механики и квантовой теории твердого тела и, в особенности, квантовой теории магнетизма. Нужно подчеркнуть, что путь к пониманию основ современной статистической механики и разработка эффективных методов расчета различных физических характеристик многочастичных систем был весьма сложным и тернистым. Современная статистическая механика была заложена и сформулирована в трудах Дж.П. Джоуля (1818 - 1889), Р. Клаузиуса (1822 - 1888), У. Томсона (1824 - 1907), Дж.К. Максвелла (1831 - 1879), Л. Больцмана (1844 - 1906) и, в особенности, Дж.У. Гиббса (1839 - 1903). Труд Гиббса "Основные принципы статистической механики" [1, 2] остается одной из высочайших вершин современной теоретической науки. Большой вклад в разработку современных методов равновесной и неравновесной статистической механики был внесен работами академика Н.Н. Боголюбова (1909 - 1992) [3, 4, 5]. Физик-теоретик – и не только теоретик – должен ориентироваться в теоретических вопросах современной физики систем многих частиц. Во-первых, статистическая механика насыщена концепциями, которые расширяют его общий физический и мировоззренческий кругозор. Во-вторых, статистическая механика и, в особенности, квантовая статистическая механика, демонстрирует необычайную эффективность и предсказательную силу, которая достигается путем построения и использования весьма простых (и даже грубых) моделей. Тем не менее эти упрощенные модели позволяют описывать огромное многообразие реальных веществ, материалов и самых нетривиальных многочастичных систем, таких как, например, кварк-глюонная плазма, молекула ДНК или межзвездная материя. В системе многих взаимодействующих частиц большую роль играют т.н. *корреляционные эффекты* [6], которые определяют специфику поведения самых разнообразных объектов - от космических систем до атомных ядер и т.п. В особенности это относится к твердым телам. Изучение свойств систем с сильными межэлектронными корреляциями, сложным характером квазичастичных состояний и сильным потенциальным рассеянием является принципиально важной и актуальной проблемой теории конденсированного состояния вещества. Наше время характеризуется бурным ростом конструирования и использования новых материалов, которые не только находят широчайшее применение в различных прикладных областях, но имеют выход на самые фундаментальные проблемы физики, физической химии, молекулярной биологии и т.д. Квантовые кооперативные эффекты, такие как **магнетизм и сверхпроводимость**, зачастую играют определяющую или существенную роль в этих новых материалах, как и другие нетривиальные квантовые эффекты. Это направление исследований развивается очень быстро. Много еще предстоит описать, понять и осмыслить. Уверен, что впереди еще много замечательных открытий, эффектов, теорий. Если этот сборник поможет студентам и молодым ученым в выборе своего собственного пути в науке, я буду считать свое время, посвященное его написанию, потраченным не напрасно.