

**И. К. Камилев.** Магнитные критические явления. Еще в 1971 г. В. Л. Гинзбург причислил проблему фазовых переходов и критических явлений к особо важным и интересным<sup>1</sup>. С тех пор в этой области исследований достигнуты огромные успехи. Широкое признание получили достижения теории в таких направлениях, как точное и приближительное решение некоторых модельных систем, применение гипотезы масштабной инвариантности скейлинг, ренормгрупповых представлений и  $\epsilon$  и  $1/n$ -разложений<sup>2</sup> к изучению критических и мультикритических явлений. Методы теории критических явлений оказались настолько общими, что они уже находят широкое применение во многих разделах современной физики<sup>3</sup>. Однако экспериментальный аспект этой проблемы изучен недостаточно полно и особенно в случае магнитных фазовых переходов и критических явлений. В настоящем докладе особое внимание уделяется рассмотрению экспериментальных и теоретических работ по изучению магнитных критических явлений, проведенных в Дагестанском университете, которые одними из первых подтвердили существование магнитного критического состояния и позволили осуществить наиболее полную проверку выводов современной теории критических явлений. Существенный интерес представляют результаты исследований по следующим направлениям:

1. Магнитные критические явления. Важнейший момент в изучении критических явлений — это расшифровка аномального изменения физических параметров в окрестности точки фазового перехода и количественное его описание с помощью критических индексов и амплитуд и на их основе установление природы фазовых переходов и критических явлений.

Для целого класса магнитных кристаллов — ферритов со структурой граната и шпинеля, ортоферритов, гадолиния и никеля дается оценка статических и динамических критических индексов и амплитуд. Эти индексы и амплитуды рассчитаны на основе измерений полевой и температурной зависимости намагниченности, магнитной и магнитоупругой восприимчивости, теплоемкости, коэффициента теплового расширения, магнитострикции, магнитокалорического эффекта, ядерного гамма-резонанса, магнитооптического эффекта Фарадея, скорости распространения и поглощения звука и теплопроводности. На их основе осуществлена экспериментальная проверка соотношений теории подобия (скейлинга), ряда магнитных уравнений состояния, уравнения состояния теплоемкости. На основе представлений теории подобия проведено теоретическое описание магнитоупругости в критической области и построены скейлинг-функции для магнитострикции, магнитоупругой восприимчивости и теплового расшире-

ния и дана их экспериментальная проверка. Здесь же дается экспериментальная проверка уравнения состояния (скейлинг-функции) для магнитной восприимчивости.

Аномалии динамических свойств в критической области объяснены на основе двух механизмов: как релаксационных, так и флуктуационных. Построена скейлинг-функция для флуктуационной и релаксационной частей коэффициента поглощения звука, описывающая его температурную, частотную и полевою зависимость.

Обсуждение экспериментальных данных показывает, что аномалии скорости и поглощения звука, обусловленные спин-решеточным взаимодействием обязаны процессам рассеяния упругой энергии на флуктуациях плотности спиновой энергии. Основным механизмом спин-фононной связи в исследованных ферритах является объемно-магнитоэластическая связь, возникающая из фононной модуляции, обменного взаимодействия между магнитоактивными ионами. Качественные особенности теплопроводности в магнитной критической области оказались тесно связанными с рассеянием тепловых фононов термодинамическими критическими флуктуациями спиновой системы или параметра порядка, которое выступает как дополнительный механизм рассеяния к уже известным: трехфононному, примесному, граничному и т. д. Информация о роли критических флуктуаций в тепловом сопротивлении была получена нами на основе измерений теплопроводности в магнитном поле. Сильное магнитное поле, подавляя флуктуации, снимает эти аномалии.

2. Магнитные критические явления в изотропных и анизотропных ферро- и ферримагнетиках в слабых магнитных полях<sup>4</sup>. Исследования в этой области по существу затрагивают принципиальные вопросы магнетизма. Результаты изучения фазовых переходов в присутствии магнитного поля показали, что на  $H-T$ -диаграмме существует не точка, а линия фазовых переходов. В области слабых магнитных полей, сравнимых с размагничивающим полем образца, наблюдаются фазовые переходы из неодородно намагниченного в однородно намагниченное состояние. В неодородно намагниченной области наблюдается температурная независимость намагниченности, восприимчивости, магнитооптического эффекта и магнитоэластики.

На их основе проведено наиболее точная оценка самопроизвольной намагниченности, точки Кюри и предложен новый метод определения спонтанной магнитоэластики. Полученные результаты представляют не только теоретический, но и практический интерес.

3. Мультикритические явления. На основе измерений температурной и полевой (слабые поля) зависимостей магнитной восприимчивости построены фазовые  $H-T$ -диаграммы для гексагонального гадолиния, феррита-граната иттрия и ортоферритов иттрия и самария. В них наблюдается кроссовер нового типа смена фазовых переходов из неодородно намагниченного в однородно намагниченное состояние в фазовый переход, связанный с кристаллографической магнитной анизотропией.

Кроме того, в ортоферритах, в силу того, что поле Дзялошинского значительно больше размагничивающегося поля, наблюдается несколько иная картина. Так на основе экспериментальных данных по магнитным свойствам показана возможность наблюдения в ортоферритах мультикритических явлений. Обсуждение экспериментальных фазовых диаграмм ортоферритов самария и иттрия показывает наличие фазовых переходов с точкой Лифшица, обусловленных не только перестройкой доменной структуры, но и переориентацией спина<sup>5</sup>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г и н з б у р г В. Л.— УФН, 1971, т. 103, с. 87; 1981, т. 134, с. 469.
2. П а т а ш и н с к и й А. З., П о к р о в с к и й В. Л. Флуктуационная теория фазовых переходов.— 2-е изд.— М.: Наука, 1982.
3. В и л ь с о н К. Г.— УФН, 1983, т. 141, с. 193.
4. К а м и л о в И. К., А л и е в Х. К.— УФН, 1983, т. 140, с. 640.
5. К а м и л о в И. К., А л и е в Х. К., О м а р о в А. М., О м а р о в а Н. Н.— Письма ЖЭТФ, 1984, т. 40, с. 424.