1980 г. Август *Том 131, вып. 4*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

537.76(049.3)

ДИНАМИЧЕСКИЕ КРИТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И СМЕЖНЫЕ ВОПРОСЫ

Dynamical Critical Phenomena and Related Topics/Ed. Ch. P. Enz.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1979.— (Lecture Notes in Physics. V. 104).

Минувшие полтора десятилетия ознаменовались рядом крупных успехов в теории фазовых переходов. Формулировка гипотезы подобия и развитие приближенных аналитических методов вычисления критических показателей, характеризующих особенности различных физических величин в точке фазового перехода второго рода, позволили далеко продвинуться в понимании природы как статических, так и динамических критических явлений. При этом на передний план в последние годы выдвинулось исследование динамических свойств систем вблизи точек фазовых переходов. Ситуация здесь особенно сложна и многообразна, поскольку в динамических явлениях (в отличие от статических) нельзя ограничиться изучением эволюции во времени какой-либо одной переменной, а необходимо, вообще говоря, рассматривать множество связанных между собой процессов, временные масштабы которых могут по-разному соотноситься между собой. Об уровне активности в этой области говорит хотя бы тот факт, что в короткий промежуток времени с июля 1978 по апрель 1979 г. по проблемам критической динамики и связанным с ними вопросам состоялось шесть крупных международных конференций.

Настоящий том представляет собой сборник трудов одной из таких конференций, проходившей в апреле 1979 г. в Университете г. Женевы в Швейцарии. Точнее, в сборник включены лишь тексты приглашенных докладов, тогда как остальные, представленные на конференцию работы, приведены лишь в виде списка названий с указанием фамилий и адресов авторов.

Многие ведущие специалисты не смогли принять участия в конференции, будучи заняты на других аналогичных совещаниях. Тем не менее конференция собрала представительный и весьма компетентный состав участников.

Доклады, помещенные в сборник, сгруппированы по семи темам.

В первую тему объединены три вводных доклада, посвященных обзору современных теоретических методов исследования динамических критических явлений. В первом докладе Дж. Д. Гантона (Университет Темпл, Филадельфия, США) дается сравнительная характеристика двух основных методов теоретического изучения динамических критических явлений: теории связанных мод и метода группы перенормировок. Отмечается, что хотя последний из этих методов является более строгим, теория связанных мод позволяет в ряде случаев получать значительно более полные предсказания, которые легче сравнить с экспериментом. В качестве конкретных примеров рассматриваются явления вблизи критической точки «жидкость – газ» в простых жидкостях и вблизи трикритической точки в растворах ^{3}He в ^{4}He. В докладе Х. К. Янссена (Ин-т теоретической физики, Дюссельдорфский ун-т, ФРГ) освещаются теоретико-полевые методы исследования критической динамики, предложенные им и де Доминисисом. Указывается ряд новых приложений этих методов, содержащихся в оригинальных статьях, представленных на конференцию, но не включенных в сборник. Доклад П. Сцепфалузи (Ин-т физики, Будапешт) содержит анализ некоторых специфических черт и трудностей построения теории динамических критических явлений ниже точки фазового перехода в системах с многокомпонентным параметром порядка, обладающим непрерывной вращательной групной симметрии. Исследовано поведение продольной и поперечной восприимчивостей, отвечающих параметру порядка, и соответствующих корреляционных функций. Вычислен вклад критических («голдстоуновских») мод в особенности кинетических (транспортных) коэффициентов в изотропном антиферромагнетике. Показано, что теория не только объясняет зависимость коэффициента, характе-

ризующего релаксацию продольной части намагниченности, от волнового вектора в гидродинамической области частот, но и дает правильные предсказания относительно численной величины этого коэффициента в $RbMnF_3$.

Близки по характеру, но выделены в особую тему два следующих доклада, посвященных обзору метода динамической группы перенормировок в реальном пространстве. Этот метод занимает важное место в современных теоретических исследованиях, в первую очередь ввиду его приложимости к системам с низкой размерностью пространства. В докладе М. Сузуки (Токийский ун-т) на примере простой кинетической модели Изинга формулируется идея метода и объясняется суть приближения Мигдала, дающего возможность практически применять его к различным системам, а также резюмируются результаты некоторых других недавних работ по этой теме. Доклад Г. Ф. Мазенко (Ин-т Дж. Франка и Чикагский ун-т) посвящен более фундаментальному разбору особенностей и результатов подхода в применении к кинетической двумерной модели Изинга.

Следующий большой цикл из четырех докладов посвящен конкретным вопросам критической динамики вблизи λ-перехода в жидком гелии. В докладе Т. Дж. Грейтака (Массачусетский технологический институт, США) резюмируется состояние экспериментальных исследований интенсивности и спектрального состава рассеянного света вблизи λ-точки жидкого ^4He. Эти исследования выявили ряд несоответствий с предсказаниями динамической теории подобия и расчетами методом группы перенормировок, природа которых объясняется в докладе Р. А. Феррела и Я. К. Бхаттачарджи (Мэрилэндский университет, США), исходя из детального учета нелинейной связи между флуктуациями параметра порядка и флуктуациями энтропии. Существенное значение имеет при этом то обстоятельство, что, как показывает расчет, время релаксации параметра порядка в жидком ^4He приблизительно на порядок величины превышает время релаксации флуктуаций энтропии. В силу этого, а также в связи с большой величиной некритического («фонового») вклада в теплопроводность и константу затухания флуктуаций параметра порядка, в выражениях для спектра флуктуаций энтропии и параметра порядка возникают аномально большие поправочные члены, резко сужающие область температур и волновых векторов, в которой применимы предсказания обычной динамической теории подобия. Детальный расчет величины этих поправочных членов с использованием приближения связанных мод позволяет полностью описать экспериментальные данные для температурной зависимости коэффициента теплопроводности и температурной эволюции спектрального состава света, рассеянного на флуктуациях энтропии. Этот результат представляет собой одно из наиболее ярких достижений в теории динамических критических явлений вблизи λ-точки жидкого гелия за последние годы.

Два других доклада из этого цикла (Х. Мейера и др., Ун-т Дьюка, Дурхэм, США, и Л. Пелити, Ун-т ди Камерино, Италия) посвящены обзору экспериментальных и теоретических исследований особенностей явлений переноса вблизи λ- и трикритической точки в смесях ^3He — ^4He. Указывается на значительное число имеющихся здесь еще не решенных проблем.

В отдельную (четвертую) тему выделен большой обзорный доклад К. А. Мюллера (Исследовательская лаборатория I. B. M., Цюрих, Швейцария), посвященный экспериментальным аспектам так называемой проблемы «центрального пика», т. е. температурно-зависящей несмещенной компоненты, возникающей в спектре рассеяния электромагнитных волн и нейтронов вблизи точек ряда структурных фазовых переходов. Отмечается, что в большинстве известных примеров происхождение этой компоненты связано с почти не избежным в твердых телах наличием примесей и других дефектов. В то же время в некоторых случаях причиной появления центрального пика могут быть и тепловые флуктуации.

Пятую тему, озаглавленную «Динамика спиновых стекол и систем низкой размерности», составляют два доклада: большой доклад Ц. ДеДоминисиса (Отдел теоретической физики, Сакле, Франция), посвященный обзору методов исследования динамических свойств систем со случайно распределенными «замороженными» примесями, и краткий доклад А. Шоландера (Ин-т теоретической физики, Гетеборг, Швеция) о динамике одномерных гайзенберговских спиновых систем. Соответствующие вопросы приобрели в последнее время значительную актуальность в связи с практическими применениями неупорядоченных магнитных материалов и одномерных соединений.

Заключительные два раздела содержат пять докладов по проблемам, не имеющим прямого отношения к динамическим критическим явлениям. Однако методы теоретического рассмотрения этих проблем близки к используемым в теории динамических критических явлений.

Одной из таких задач, в решении которых за последние годы был достигнут существенный прогресс, является вопрос о динамике перехода жидкости из режима ламинарного в режим турбулентного течения. Этой тематике в сборнике посвящены три статьи: статья П. Берже (Сакле, Франция) о некоторых новых экспериментальных методах исследования гидродинамических неустойчивостей и перехода к турбулентному течению; статья М. Г. Веларда (Мадридский ун-т, Испания), содержащая обзор

подходов к трудной проблеме построения теории гидродинамических неустойчивостей, и статья П. Л. Салема и др. (Ниццская обсерватория, Франция), посвященная попыткам применения метода группы перенормировок для анализа динамики и структуры полностью развитого турбулентного течения.

Наконец, последняя тема посвящена динамике сильно неравновесных систем. Сюда относятся обзорный доклад К. Кавасаки и А. Онуки (Ун-т Кюшу, Фукуока, Япония), в котором затрагиваются проблема описания критической динамики жидкости в присутствие однородного сдвигового течения, динамика сверхпроводящего перехода во внешнем электрическом поле, особенности нелинейной релаксации параметра порядка, кинетика фазовых переходов первого рода и явления спинодального распада в жидкостях вблизи критической точки, а также доклад Ф. Т. Ареччи (Университет ди Ференце, Фиренце, Италия) об экспериментальных аспектах кинетики перехода к режиму генерации в квантовой оптике.

В целом материалы, включенные в сборник, позволяют получить весьма полное представление о состоянии и перспективах исследований динамических критических явлений и некоторых смежных вопросов. Книга представляет безусловный интерес для специалистов, работающих в области теории фазовых переходов.

А. А. Собянин