

БИБЛИОГРАФИЯ

621.3.032.26(049.3)

**МОНОГРАФИЯ ОБ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ**

Бутлов М. М., Степанов Б. М., Фанченко С. Д. Электронно-оптические преобразователи и их применение в научных исследованиях/Под ред. Е. К. Завойского. — М.: Наука. Гл. редакция физико-матем. лит-ры, 1978. — 431 с.

Ранее в нашей стране, США и ГДР выпускались книги, в которых описаны конструкции некоторых электронно-оптических преобразователей (ЭОП), отдельные их характеристики, применения этих приборов в определенных областях исследований. Рецензируемая монография (431 с., 165 ил., библиография — 856 назв.) является первой, где наряду с изложением оригинальных результатов своих собственных работ авторы поставили задачу рассмотреть данное направление науки и техники в целом.

Монография начинается с обсуждения общих принципов механики и оптики, из которых вытекают фундаментальные свойства изображений, в частности, таутохронизм. После этого рассматриваются фотоэлектронные изображающие устройства всех мыслимых типов, причем характеристики соответствующих приборов сравниваются с принципиальными возможностями, вытекающими из теории. Затем делается физический анализ постановки исследований, основанных на получении информации в виде изображений с помощью фотоэлектронных изображающих устройств. И, наконец, приводятся результаты, полученные на основе применения таких устройств в различных областях науки.

Монография состоит из введения и четырех разделов: первый раздел посвящен теории изображений, второй — электронно-оптическим преобразователям, третий и четвертый — их научным применениям. Прилагаемый список литературы представляет собой наиболее полную до сих пор опубликованную библиографию по данному научному направлению.

В разделе I рассмотрены всевозможные аберрации, а также информационные свойства и временные характеристики изображений. Следует отметить четкость и ясность изложения теории частотно-контрастных характеристик, обобщенного квантового выхода и информационной емкости электронно-оптических преобразователей.

Фундаментальная проблема, так сказать, «временных аберраций» световых и электронных изображений, рассмотренная в книге на основе результатов пионерских работ Е. К. Завойского и С. Д. Фанченко, раньше никогда не находила места в учебниках и монографиях. Анализ таутохронизма оптических и электронных изображений и минимальной возможной длительности передаваемых в виде изображений сигналов в зависимости от геометрических и хроматических аберраций, оптической дисперсии стекла и т. п. представляет самостоятельный теоретический интерес. Вместе с тем в разделе I даются формулы для оценки предельных возможностей изображающих устройств, которые используются в последующих разделах применительно к конкретным электронно-оптическим приборам.

В разделе II весьма подробно рассмотрено устройство электронно-оптических преобразователей всех систем, электронографических преобразователей изображения, микрональных усилителей яркости, телевизионных трубок и усилительными мишенями.

Много места отводится используемому в этих приборах фотокатодам и люминесцентным экранам, чувствительности, шумам, информационным характеристикам.

В разделе обобщены результаты многолетних отечественных исследований и разработок, в ходе которых, во-первых, М. М. Бутлов впервые в мире осуществил многокамерный ЭОП, способный регистрировать каждый электрон, вылетевший с входного фотокатода, и, во-вторых, М. М. Бутлов, Б. М. Степанов и С. Д. Фанченко разработали уникальные времяанализирующие ЭОП, позволившие полностью освоить пикосекундный диапазон наблюдаемых процессов. В гл. 7 и 8 дается, по-видимому, наиболее

полное в мировой монографической литературе рассмотрение электронно-оптических приборов для усиления и временного анализа изображений различной природы. Детально освещен опыт электронно-оптического приборостроения не только в нашей стране, но и за рубежом.

Раздел III посвящен применению усилителей изображения в ядерной физике, физике плазмы, астрономии, биологии, медицине и микроскопии, а раздел IV — применению времяанализирующих ЭОП в лазерных экспериментах и исследовании искровых разрядов. Инициаторами многих из этих применений явились академик Е. К. Завойский, авторы монографии и их сотрудники. Как отмечает Е. К. Завойский на с. 6, «книга интересна тем, что ее авторы были почти всегда пионерами в этой области; они использовали разработанные приборы не только в физике, но как энтузиасты, этой техникой настойчиво внедряли их в астрономическую практику, в биологию, в медицину и т. п.». Поначалу сильные флуктуации состоящих из считанного числа квантов пороговых изображений, совсем не похожих на хорошо проработанные полутонные фотографии, вызывали недоверие к применению монокамерных ЭОП. «Вспоминается, — пишет Е. К. Завойский, — как дело доходило до курьезов, когда не удавалось убедить астрономов и оптиков в необходимости использовать усилители света, в которых фотографически регистрировался каждый электрон, вылетевший из фотокатода. Им казалась непривычной картина далекой туманности или спектра, состоящая из точек — следов отдельных электронов». Неожиданной оказалась некоторым и впервые указанная Е. К. Завойским и С. Д. Фанченко возможность достижения с помощью ЭОП временного разрешения 10^{-12} — 10^{-14} с. Прошли годы, и теперь регистрация спектра межзвездного вещества на уровне отдельных фотонов (рис. 117 в книге) или временная развертка лазерного излучения с разрешением около одной пикосекунды (рис. 157, 160) вошли в обыденную практику эксперимента. Электронно-оптический метод наблюдения составил основу целого ряда выдающихся научных результатов, среди которых можно назвать следующие: создание люминесцентной камеры для наблюдения ионизирующих частиц, регистрация одиночных вспышек черенковского излучения с точнейшим определением энергии релятивистских частиц, исследование эволюции во времени оптических спектров свечения высокоионизированной плазмы и мягкого рентгеновского излучения в опытах по управляемому термоядерному синтезу, прямое наблюдение развития во времени пикосекундного излучения лазеров с самосинхронизацией мод, обнаружение оптического пульсара в Крабовидной туманности, открытие дисретных источников биолюминесценции одноклеточных. Этот список можно было бы продолжать.

Рассмотрение этих и других научных результатов в последних двух разделах книги отличается несколькими достоинствами. Во-первых, здесь дается систематический физический анализ свойств соответствующих пороговых изображений, позволяющий четко сопоставить достигнутое с принципиально возможным. Во-вторых, результатам каждого опыта предпослано детальное описание соответствующей экспериментальной установки с точным указанием типа и параметров используемых ЭОП и т. п. В-третьих, даются подробные сведения о методике соответствующих измерений и выпускаемой промышленностью аппаратуре.

Большой интерес представляет гл. 15, где подробно описаны электронно-оптические камеры серий ФЭР и ЛВЭ, разработанные под руководством Б. М. Степанова, отечественные луны времени серий ЛВ, «КАДР-4-ЗИС» и «КАНАЛ», а также промышленные высокоскоростные электронно-оптические камеры США, Великобритании и Франции. В-четвертых, наряду с применениями ЭОП, получивших теперь уже широкий размах, отмечаются и поисковые работы, находящиеся в ранней стадии развития, и проблемы, ожидающие своего решения (особенно интересны перспективы повышения пропускательной способности телескопов, связанные с расширением наблюдаемой области Вселенной, а также возможности наблюдения субпикосекундных процессов). Все это делает монографию ценным пособием для ученых, которые пожелают применить электронно-оптический метод в своих исследованиях.

Из недостатков книги можно отметить следующие. При всей широте охвата материала не упоминаются приборы с зарядовой связью, которые в последнее время быстро развиваются и, по-видимому, представляют собой перспективную систему телевидения с возможностью усиления изображений. Допущена известная неряшливость при составлении списка литературы. Для удобства пользования библиографией источники расположены по годам публикации и в алфавитном порядке в пределах каждого года, но этот алфавитный порядок в ряде случаев нарушается. В целом книга издана хорошо, она представляет собой фундаментальную монографию по быстро развивающейся области науки и техники и, несомненно, заинтересует студентов старших курсов, аспирантов, научных работников и инженеров, специализирующихся по разработке и научным применениям электронно-оптических преобразователей.

534.1(049.3)

ВВЕДЕНИЕ В СИНЭРГЕТИКУ

Haken H. *Synergetics: an Introduction*. — 2nd ed. — Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1978.—355 p.

Рецензируемая книга представляет собой введение в новую, недавно возникшую область научных исследований — синэргетику. Синэргетика пытается выявить общие закономерности в процессах самоорганизации, протекающих в различных системах, которые в ряде случаев приводят к образованию в этих системах пространственных и временных структур. Как правило, исследуемые системы являются открытыми, диссипативными системами, которые далеки от термодинамического равновесия. Однако при определенных условиях в некоторых таких системах возникают упорядоченные структуры. Примеры возникновения таких структур можно найти в физике, астрофизике, биологии, химии и т. д. Хорошо известным, например, в физике является образование в нагреваемой жидкости, начиная с некоторых градиентов температуры, шестиугольных ячеек Бенара, в астрофизике таким примером служат спиральные галактики, в химии — реакция Жаботинского. Общие методы исследования таких систем только создаются, хотя в ряде областей уже получены в этом направлении существенные результаты. Настоящая книга, фактически являясь первым учебником по синэргетике, знакомит читателей с основными понятиями этой области науки. Несмотря на то, что синэргетика является достаточно молодым научным направлением, которое возникло в начале 70-х годов, настоящая монография представляет собой уже второе дополненное издание этой книги, в которое включена интересная статья о хаосе. Это издание состоит из тринадцати глав. В первой, вводной, главе указываются те основные проблемы, которые затрагивает синэргетика. В этой главе, в частности, приводятся примеры интересных физических, биологических, химических процессов, в которых особенно отчетливо проявляются эффекты, связанные с возникновением различных самоорганизующихся структур.

Вторая глава посвящена теории вероятностей и представляет собой краткий экскурс в этот раздел математики. В ней сформулированы основные определения и законы, используемые теорией вероятностей, а также приведены примеры наиболее часто используемых в различных областях вероятностных распределений.

Следующая глава знакомит читателей с таким важным понятием, как энтропия системы, причем вначале на простейших примерах показано, как вводится это понятие в теорию информации, где эта величина служит мерой количества информации. В этой же главе детально анализируется, как с помощью введенного понятия энтропии строятся основные положения равновесной и неравновесной термодинамики, а также подробно рассматриваются основные уравнения и соотношения, которые используются для описания явлений в равновесных и неравновесных системах.

Четвертая глава посвящена исследованию стохастических процессов, описание которых основано на использовании некоторых нестационарных кинетических уравнений для соответствующих плотностей вероятности состояний в системах. В качестве примера в этой главе подробно проанализировано броуновское движение частицы. В этой же главе достаточно большое внимание уделено исследованию марковских процессов, а также анализу основного уравнения Чепмена — Колмогорова. При этом в ряде случаев рассматриваются некоторые интересные методы решения уравнений, которые описывают марковские процессы.

Одним из основных моментов, на который обращает внимание автор этой книги в следующей главе, является вопрос о том, каким образом в старой детерминированной системе может возникнуть новая структура. При этом рассмотрение основывается на примере некоторого детерминированного процесса, который описывается с помощью определенного уравнения движения. Изменение определенных параметров в этом уравнении может привести к тому, что вначале устойчивое движение может стать неустойчивым, и в самой системе при этом могут возникнуть новые типы движений или «структур». Хотя проводимый анализ основывается на простейших уравнениях движения механики типа уравнения для ангармонического осциллятора, выводы, полученные из этого анализа, несомненно, применимы и для более сложных систем. В этой же главе подробно исследовано возникновение в пространстве фазовых траекторий узловых и седловых точек, фокусов, предельных циклов, а также приведены основные теоремы и критерии устойчивости для различных фазовых траекторий. Эта же глава знакомит читателей с теорией катастроф Тома, которая позволяет классифицировать некоторые статические неустойчивости.

Следующая глава посвящена исследованию возникновения стохастического процесса в системе частиц, которые совершают детерминированные движения. При этом на примере частицы, которая находится в некотором потенциальном поле и на которую действует некоторая случайная сила, рассмотрены определенные решения уравнения Фоккера — Планка, описывающего нахождение частицы в той или иной точке,

для некоторых простейших потенциальных барьеров. Здесь же обсуждается аналогия такого движения с различными фазовыми переходами.

Достаточно большое внимание в книге уделено исследованию некоторых типов детерминированных движений, которые возникают в результате действия случайных сил в различных диссипативных системах. При этом в случае, когда движение в системе создается внешней силой, то говорится, что в этой системе возникает определенная организация. В случае же, когда новый тип движения создается нелинейными эффектами, присущими этой системе, то говорится, что система обладает собственной самоорганизацией. В этой книге достаточно подробно рассмотрено хорошо известное уравнение Гинзбурга — Ландау для неравновесных фазовых переходов, для которого указаны способы нахождения в различных системах устойчивых видов решений.

Отдельная глава в этой книге посвящена исследованию самоорганизационных процессов в ряде физических систем. Здесь, в частности, рассмотрено возникновение когерентных состояний в лазерах, причем для совокупности мод, находящихся вблизи резонанса, процесс возникновения самоорганизации во многом аналогичен процессам, которые имеют место в сверхпроводимости.

В этой же главе подробно рассмотрены неустойчивости, возникающие в гидродинамике. В первую очередь к ним относится неустойчивость Бенара, которая связана с возникновением упорядоченного движения в слое жидкости при нагревании ее нижней поверхности, начиная с некоторого градиента температуры, и проблема Тейлора, которая связана с образованием упорядоченной системы вращающихся валов в слое жидкости, находящемся между вращающимися цилиндрами. В этой же главе обсуждается неустойчивость Ганна, имеющая место в полупроводниках при определенных особенностях закона дисперсии электронов.

К числу других объектов исследования, в которых возникает определенная самоорганизация и возможно образование пространственных и временных структур, относятся химические и биохимические системы. Изучению свойств этих систем автор этой книги посвятил отдельную главу, в которой подробно проанализировал различные модели химических реакций, протекающих как с участием, так и без участия диффузионных процессов. Здесь же выявлены условия, при которых в этих системах возможно образование периодических пространственных распределений реагирующих компонентов. В этой же главе предложена стохастическая модель химических реакций, которая, помимо процессов рождения и уничтожения, в системе учитывает также диффузионную подвижность реагирующих компонентов.

Особенно важную роль эффекты самоорганизации играют в биологии и в проблеме возникновения и развития жизни на Земле. Поэтому в этой книге автор уделил внимание таким проблемам, как экология и динамика народонаселения, общим вопросам эволюции жизни, морфогенезу. Здесь, в частности, сделана попытка с помощью простых математических моделей проанализировать процессы эволюции и морфогенеза.

Интересный пример, который рассмотрен в этой книге, относится к социологическим проблемам. В одной из ее глав предложена стохастическая модель возникновения общественного мнения.

Как уже отмечалось, второе издание книги, которое вышло примерно спустя полтора года после первого, было дополнено автором интересной главой о хаосе. Все изложение в этой главе основывается на модели образования турбулентности в жидкости, предложенной Лоренцем. Нелинейная система уравнений Лоренца приводит к появлению различного рода фазовых траекторий, которые характеризуются наличием предельных циклов. Движение в такой системе ограничено в фазовом пространстве некоторой фазовой кривой, за которую не выходит ни одна другая фазовая траектория этой системы.

В такой системе возникает понятие лоренцева аттрактора или, как его называют в последнее время, странного аттрактора, наличие которого существенным образом изменяет понятие образования хаоса в системе.

В целом монография Хакена является довольно интересным изданием, которое знакомит читателя с основными понятиями синергетики и указывает на разнообразные явления, в которых возможно появление самоорганизационных эффектов.

Ряд глав этой книги снабжен упражнениями и задачами, которые, несомненно, помогут читателю легче усвоить излагаемый материал. Следует также отметить, что в настоящее время готовится перевод этой книги на русский и японский языки.

Книга, несомненно, будет полезной для физиков, химиков, биологов, а также для ученых других специальностей, которые интересуются проблемой самоорганизации.

А. И. Рязанов

Б 33,9:537.311.33(049,3)

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Владимиров В. В., Волков А. Ф., Мейлихов Е. З. Плазма полупроводников. — М.: Атомиздат, 1979. — 253 с.

Многие из работ, посвященных изложению физики плазменных явлений в полупроводниках, в значительной мере направлены на изучение (зачастую весьма изоциренных) теоретических моделей явлений, никогда не наблюдавшихся экспериментально, либо экспериментальных явлений, механизм которых до сих пор остается не ясным (в частности, из-за неконтролируемости условий таких опытов). В массе такого рода теоретических и экспериментальных данных не всегда легко отделить предполагаемое и предлагаемое от понятного и существующего. Особенно трудная задача в этой связи стоит перед теми, кто только начинает заниматься соответствующими вопросами физики полупроводников (речь идет не о студентах, на которых рецензируемая книга рассчитана лишь в малой степени, а об аспирантах и молодых научных работниках). Авторы монографии «Плазма полупроводников» Владимирова В. В., Волкова А. Ф. и Мейлихова Е. З. стремились к органическому объединению теоретических и экспериментальных результатов, поставив перед собой цель более или менее подробно осветить лишь те вопросы, для которых к настоящему времени достигнуто полное «взаимопонимание» теории и эксперимента. В связи с этим книга получилась достаточно тонкой (т. е. стала книгой, которую можно прочесть, а не просмотреть), но в то же время весьма «широкоохватной».

Книга состоит из пяти глав, из которых три (гл. 1, 2, 5) носят более общий характер, а две (гл. 3, 4) отведены подробному описанию наиболее исследованных плазменных явлений — винтовой неустойчивости и пинч-эффекта в полупроводниках.

В гл. 1 рассмотрена динамика электронно-дырочной плазмы. Этот, традиционный для многих обзоров и книг, материал изложен довольно сжато, но очень четко. Рассмотрение ведется в основном в рамках гидродинамической модели, достаточной для понимания большинства динамических процессов в плазме полупроводников. Большой интерес представляет освещение нетрадиционных (для физики плазмы в полупроводниках) вопросов: аномальной диффузии, гальваномантных явлений при учете геометрических эффектов, основ статистики и кинетики электронов в квантующем магнитном поле.

Гл. 2 отведена рассмотрению волн и колебаний в электронно-дырочной плазме. Здесь проводится классификация основных типов волн в плазме и исследуются их свойства. Качественно учитываются и описываются эффекты, связанные с тепловым движением носителей. Большое внимание уделено описанию методов и результатов изучения наиболее исследованных в настоящее время волн в полупроводниках — геликонов. Приводятся оригинальные результаты, относящиеся к особенностям распространения этих волн в электронной плазме полупроводников в квантующем магнитном поле. Интересен нетрадиционный раздел о взаимодействии волн в плазме твердого тела (плазмон-фононное, геликон-фононное, геликон-магнонное и др. взаимодействия).

Гл. 3 посвящена изложению основных экспериментальных и теоретических результатов по исследованию объемных и поверхностных винтовых волн в слабых и сильных магнитных полях. Это — маленькая энциклопедия по физике винтовой неустойчивости электронно-дырочной плазмы. Приводятся пороговые и частотные характеристики этих волн, обсуждается влияние зонной структуры полупроводников на возбуждение и частоту винтовой неустойчивости. Рассмотрены также нелинейные эффекты, сопровождающие развитие винтовой неустойчивости: гистерезис пороговых условий, аномальное сопротивление плазмы и др.

Аналогична по характеру изложения и гл. 4, отведенная описанию пинч-эффекта (Z - и θ -пинч) в электронно-дырочной плазме. Здесь рассмотрены основные методы наблюдения пинч-эффекта, способы его инициирования и вопросы устойчивости. Исследована динамика пинча и его основные характеристики: радиус канала, время пинчевания и др. Обсуждается специфика этого явления в условиях разогрева решетки и сильного вырождения электронно-дырочной плазмы.

Последняя гл. 5 посвящена рассмотрению неустойчивости тока в полупроводниках с отрицательной дифференциальной проводимостью (ОДП). Проанализированы различные физические механизмы, приводящие к появлению в полупроводниках N - и S -образных вольт-амперных характеристик (ВАХ), и изложена теория линейной и нелинейной неустойчивостей в полупроводниках с ОДП. Особое внимание уделено определению скорости и форм доменов в полупроводниках с N -образной ВАХ.

Переходя к оценке книги в целом, следует сказать, что если отбор материала для нее не вызывает особых возражений, то характер изложения не всегда адекватен важности или сложности рассматриваемых вопросов. Так, хотелось бы видеть более под-

робное обсуждение вопроса, относящегося, например, к взаимодействию геликона с различными возмущениями в магнитной среде (гл. 1). В то же время ряд разделов написан излишне подробно и перегружен второстепенными деталями (это относится в основном к гл. 3, 4). Однако основная особенность книги, которая, как уже отмечалось, заключается в органическом соединении теории и эксперимента, позволяет надеяться, что она будет хорошо принята специалистами, изучающими и использующими плазменные явления в полупроводниках.

А. А. Иванов

539.12.01(049.3)

О ПРОБЛЕМЕ СПОНТАННОГО НАРУШЕНИЯ СИММЕТРИИ

Гриб А. А. Проблема неинвариантности вакуума в квантовой теории поля. М.: Атомиздат, 1978.—128 с.

Явление спонтанного нарушения симметрии, связанное с фазовыми переходами, уже сравнительно давно известно в физике многочастичных систем. Оно состоит в том, что при определенных условиях симметрия основного состояния системы может оказаться более низкой по сравнению с симметрией гамильтониана. Примерами являются спонтанное намагничивание ферромагнетика, появление сверхтекучести у жидкого гелия и др. Новый импульс исследование спонтанного нарушения симметрии приобрело около двадцати лет назад в связи с построением микроскопической теории сверхпроводимости.

К этому времени относится и начало интенсивного изучения возможных эффектов спонтанного нарушения симметрии в квантовой теории поля. Сейчас уже можно смело сказать, что это направление привело к важному обогащению квантовой теории поля и ее «возрождению» в качестве основы теории элементарных частиц. Наиболее впечатляющим успехом на этом пути явилось построение обладающей свойством перенормируемости единой теории электромагнитных и слабых взаимодействий в рамках так называемой калибровочной теории поля со спонтанным нарушением симметрии. К этому классу теорий относится и интенсивно разрабатываемая сейчас квантовая хромодинамика, претендующая на описание основных свойств частиц с сильным взаимодействием — адронов.

Выход в свет книги А. А. Гриба, содержащей довольно полный всесторонний обзор и обсуждение современного состояния проблемы спонтанного нарушения симметрии и неинвариантности вакуума (основного состояния) в квантовой теории поля и теории многочастичных систем, несомненно, является весьма своевременным, актуальным событием. Рецензируемая книга удачно дополняет другие существующие обзоры на эту тему (см., например, сб. «Квантовая теория калибровочных полей»; М.: Мир, 1977) в том отношении, что в ней основное внимание уделяется не столько описанию различных конкретных приложений, сколько изложению и обсуждению общих принципов. Прочитав книгу, читатель получит представление о том, что спонтанное нарушение симметрии является некоторым общим физическим принципом, лежащим в основе самых различных явлений, включая ферромагнетизм, сверхтекучесть, слабые взаимодействия элементарных частиц и др. Этот принцип в конечном итоге должен иметь свое динамическое выражение и обоснование, его реализация в ряде известных моделей (Голдстоуна, Хиггса и др.) со скалярными полями с мнимой «массой» может рассматриваться лишь как феноменологическая. Важное значение имеет изложенное в книге А. А. Гриба доказательство связи между неинвариантностью вакуума и существованием неинвариантных макроскопических наблюдаемых, вытекающее из аксиоматической квантовой теории.

Кратко о содержании книги. Гл. 1 носит название «симметрии в алгебраическом подходе к квантовой теории и их нарушение». Алгебраическая аксиоматика зачастую рассматривается многими теоретиками как чисто математическая абстрактная дисциплина, имеющая мало отношения к конкретным физическим задачам. Поэтому вне довольно узкого круга специалистов по квантовой аксиоматике мало кому известно, что столь популярная в настоящее время теорема Голдстоуна доказана в аксиоматике как следствие общих принципов квантовой теории вне связи с какой-либо конкретной моделью (как в нерелятивистской, так и в релятивистской теории).

Гл. 2 посвящена обсуждению спонтанного нарушения симметрии в нерелятивистской теории. Здесь сформулировано понятие макронаблюдаемой и проиллюстрирована связь между неинвариантностью основного состояния в квантовой теории многих тел и изменением макронаблюдаемых. В качестве иллюстрации изложенных принципов разобрана модель ферромагнетика Гейзенберга.

Нерелятивистская квантовая теория многих тел является областью, где отсутствие ультрафиолетовых расходимостей позволяет до конца проследить приложение высказанных общих положений; поэтому не случайно, что именно примеры из этой

теории легли в основу построения различных релятивистских моделей. Им посвящены остальные главы.

В гл. 3 сформулированы теорема Коулмена — Окубо и теорема Голдстоуна в релятивистской теории. Эти теоремы позволяют установить связь неинвариантности вакуума со свойствами гамильтониана и с наличием безмассовых полей. Более подробное, нежели в имеющихся обзорах на эту тему, обсуждение теоремы Голдстоуна дает читателю необходимую информацию о возможности тех или иных способов построения моделей со спонтанным нарушением симметрии без безмассовых частиц.

Центральной в книге является гл. 4 «Релятивистские модели спонтанного нарушения симметрии». Здесь рассмотрены такие модели спонтанного нарушения симметрии в физике элементарных частиц, которые служат основанием для более сложных построений: модель Голдстоуна, модель Намбу — Йона — Ласиньо, феномен Хиггса, модель Киббла. Феномен Хиггса подробно разобран в кулоновской лоренцевской и унитарной калибровках. В качестве приложения разобрана модель Вайнберга — Салама для лептонов. Кратко рассмотрена возможность спонтанного нарушения *CP*-инвариантности.

Несколько в стороне от остальных разделов находится последняя глава книги «Рождение вещества интенсивными электромагнитным и гравитационным полями», однако, наличие такой главы естественно вытекает из сформулированного в гл. 1 и 2 принципа, связывающего появление той или иной макрохарактеристики у системы с неинвариантностью вакуума. Нестабильность вакуума в сильном классическом поле проявляется в рождении пар частица — античастица, образующих конденсат, характеризующийся ненулевыми плотностью числа частиц, энергии и т. п. макрохарактеристиками. Наиболее важной в этой главе, написанной в значительной степени на основе работ автора с сотрудниками, является часть, посвященная рождению вещества из вакуума во фридмановской модели Вселенной. Она позволяет читателю получить представление об одном из наиболее перспективных направлений в современной космологии. В параграфе, посвященном нестабильности вакуума в электромагнитном поле, следует отметить модель спонтанного нарушения калибровочной симметрии во внешнем поле.

К сожалению, по-видимому, в значительной степени из-за малого объема (8,5 печ. л.), в книге не нашли отражения некоторые вопросы, связанные с более поздним развитием теории, такие как теория магнитных монополий, теория инстантонов и их связь с неинвариантностью вакуума, проблема «удержания» цветных частиц в квантовой хромодинамике. Хотелось бы заключить рецензию пожеланием скорого выхода второго издания, расширенного включением новых результатов и новых вопросов, относящихся к рассмотренной в книге новой и весьма актуальной проблематике.

Книга А. А. Гриба, несомненно, будет способствовать привлечению интереса молодых исследователей к проблеме спонтанного нарушения симметрии и будет полезной для широкого круга читателей, от студентов до научных работников, активно работающих в этой области.

П. И. Фокин

542.65(049.3)

НОВЫЙ СБОРНИК ОБЗОРОВ ПО РОСТУ КРИСТАЛЛОВ

Crystals Growth: Properties and Applications. Vol. 1: Crystals for Magnetic Applications/ Ed. C.J.M. Rooimans.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1978.—439 p.

Первый выпуск нового обзорного сборника «Crystals Growth. Properties and Applications» посвящен кристаллам с магнитными свойствами. В нем пять следующих обзорных статей:

1. В. Толксдорф, Ф. Вельз «Рост кристаллов магнитных гранатов из высокотемпературных растворов» (50 стр., список литературы — 120 работ);
2. Франк Д.ж. Бруни «Гадолиний-галлиевый гранат» (16 стр., список литературы — 49 работ);
3. Марк Х. Рандлес «Жидкофазная эпитаксия магнитных гранатов» (24 стр., список литературы — 103 работы);
4. Л. Н. Демьянец «Гидротермальная кристаллизация магнитных окислов» (25 стр., список литературы — 74 работы);
5. М. Сугимото «Монокристаллы магнитных шпинелей, полученные методом Бриджмена» (23 стр., список литературы — 24 работы).

Первый и самый большой из всех обзор В. Толксдорфа и Ф. Вельза — преимущественно технологического характера. Здесь авторы подробно освещают свой метод получения крупных (до 600 г) кристаллов $Y_3Fe_5O_{12}$. Суть его заключается в следующем

кристаллизация осуществляется в запаянных платиновых тиглях из раствора-расплава в $PbO-PbF_2-V_2O_5$ путем медленного охлаждения с локализацией зародышеобразования в донной части; перемешивание раствора-расплава обеспечивается ускоренным вращением кристаллизатора. Наряду со спонтанной кристаллизацией рассмотрена методика выращивания на затравках. Подробно описана аппаратура и приведены многие технологические параметры — условия приготовления гомогенного раствора, температурные режимы охлаждения и порядок извлечения кристаллов. Работа снабжена прекрасными фотографиями внешнего облика кристаллов и морфологии растущих поверхностей.

Обзор Франка Дж. Бруни посвящен выращиванию кристаллов гадолиний-галлиевого граната ($Gd_3Ga_5O_{12}$), широко используемых в качестве подложек для феррогранатовых пленок с ЦМД. Высокие требования приборостроения к качеству материалов с ЦМД влекут за собой необходимость прежде всего высокого качества подложек. Поэтому в данном обзоре наряду с технологическими аспектами (оборудование и условия выращивания), широко представлены вопросы дефектности кристаллов $Gd_3Ga_5O_{12}$, выращенных методом Чохральского: спиральный и гранный рост, захват примесей и включений, возникновение дислокаций и напряжений.

В обзоре М. Рандлеса очень подробно рассмотрен метод жидкофазной эпитаксии как основной метод получения феррогранатовых пленок с высокой воспроизводимостью свойств. Здесь приведены результаты работ по фазообразованию и растворимости в растворителе $PbO-V_2O_5$. Даны характеристики и несвинцовосодержащих растворителей: $BaO-V_2O_5$, Bi_2O_3 , Li_2O-MoO_3 . Обсуждаются наиболее типичные составы пленок, рассмотрены кинетические характеристики процесса роста, а также возможные дефекты в пленках и причины их возникновения. Много места уделено экспериментальным деталям.

В обзоре Л. Н. Демьянца представлен обширный материал по гидротермальной кристаллизации окислов и солей, содержащих Fe, Ti и Mn. Рассмотрен процесс кристаллизации следующих соединений: магнетита, гематита, ортоферритов и гранатов редкоземельных элементов, различных модификаций TiO_2 , титанатов двухвалентных элементов, всевозможных простых окислов марганца и $BaMnO_3$. Приведены области существования фаз, условия кристаллизации, а для некоторых наиболее изученных веществ (окисные соединения железа) даны кинетические характеристики роста на ориентированных затравках. В обзоре также отражено развитие работ по эпитаксии магнитных гранатов на немагнитных подложках в гидротермальных условиях.

Митсуо Сугимото в своем обзоре рассматривает основные особенности метода Бриджмена при получении монокристаллов магнитных шпинелей. Здесь достаточно широко представлены литературные данные по тройной системе Fe—Ni—O, подробно описана аппаратура, режимы выращивания кристаллов и возможные дефекты.

Таким образом, первый выпуск сборника «Crystals. Growth, Properties and Applications» охватил сразу три метода выращивания магнитных кристаллов — расплавный, раствор-расплавный и гидротермальный (при этом наряду с объемными кристаллами, рассматривается получение тонких пленок). Анализируя приведенные данные, можно видеть преимущества и недостатки каждого метода для получения определенного класса соединений. Эти работы могут оказать помощь в выборе метода получения того или иного соединения. Будет полезным также и подбор литературы в конце каждого обзора. Сборник, безусловно, представляет интерес как для специалистов в области выращивания кристаллов, так и для физиков, занимающихся магнитными измерениями.

А. Б. Биков