

БИБЛИОГРАФИЯ

Топология калибровочных полей и конденсированных сред

Topology of Gauge Fields and Condensed Matter.

M. Monastyrsky (New York, London: Plenum Press and Moscow: Mir Publishers, 1993) 372 pp
PACS numbers: 02.20.Nq, 11.15.-q, 60., 01.30.Mm

Одним из знаменательных событий в теоретической физике 60-х–90-х годов можно считать возвведение в ранг фундаментальных принципов понятий калибровочной инвариантности и спонтанного нарушения симметрии. Бытует вполне обоснованное убеждение, что основываясь на этих принципах можно получить унифицированное описание фундаментальных взаимодействий — своеобразное возрождение мечты о построении единой теории поля. Более того, появляется все больше подтверждений эффективности этих принципов при моделировании локализованных структур (вихрей, дефектов, текстур и т.д.), а также частиц как протяженных объектов в физике конденсированных сред, в астрофизике и космологии, в физике элементарных частиц и ядра. Другими словами, вышеуказанные принципы играют определяющую роль при описании протяженных объектов и существенно нелинейных явлений, т.е. являются основополагающими принципами современной нелинейной физики. Адекватным физической природе нелинейных явлений и объектов математическим языком этой области стал язык нетрадиционного для физиков раздела математики — алгебраической топологии. Отсюда и название книги — "Топология калибровочных полей и конденсированных сред".

Книга состоит из следующих разделов:

I. Подготовительный математический материал. Общие структуры.

- 1.1. Многообразия. 1.2. Группы Ли. 1.3. Действие групп. 1.4. Расслоенные пространства. 1.5. Связность в расслоении.

II. Элементы топологии. Как различить два заданных многообразия?

- 2.1. Теория гомотопий. 2.2. Теория гомологий. 2.3. Теория когомологий. 2.4. Соотношения между группами гомотопий и гомологий. 2.5. Степень отображения и индексы векторных полей. 2.6. Инвариант Хопса. 2.7. Характеристические классы.

III. Физические принципы и структуры.

- 3.1. Калибровочная инвариантность. 3.2. Системы со спонтанным нарушением симметрии.

IV. Топология калибровочных полей.

- 4.1. Монополи в калибровочных теориях поля. 4.2. Инстантоны.

V. Топология конденсированных сред.

- 5.1. Жидкие кристаллы. 5.2. Топология сверхтекучего ^3He .

VI. Заключение.

- 6.1. Топология калибровочных полей. 6.2. Топология конденсированных сред. 6.3. Исторические замечания.

Завершают монографию список цитированной литературы и достаточно подробный предметный указатель.

Автор — Михаил Ильич Монастырский — сотрудник Института теоретической и экспериментальной физики, известен своими пионерскими работами по применению методов алгебраической топологии в теории калибровочных полей и конденсированных сред. Появлению книги предшествовала достаточно активная лекционная деятельность автора во многих университетах и научных центрах мира, начало которой было положено в 1977 году, когда по предложению И.С. Шапиро был прочитан небольшой курс лекций по топологии для физиков-теоретиков Института теоретической и экспериментальной физики. Собственно тогда и возник первоначальный замысел книги, рукопись которой была принята издательством "Наука", но по известному стечению обстоятельств была издана зарубежным издательством.

При написании книги, как следует из предисловия, преследовалась двоякая цель. Прежде всего автор попытался изложить в доступной форме и в привычном для физиков стиле основные положения и рабочий аппарат тех разделов алгебраической топологии, дифференциальной и алгебраической геометрии, теории групп и алгебр Ли, которые активно применяются в физических исследованиях, но до сих пор не включены в программы обязательного математического образования физиков. Этот материал изложен в двух первых главах, и, следует отметить, автору действительно удалось в достаточно компактной форме не только ввести основные определения и перечислить наиболее важные теоремы, но и наглядно продемонстрировать целый ряд полезных технических приемов, которые известны работающим математикам, но редко проникают в литературу учебного характера. Материал изложен достаточно живо, без излишней общности утверждений и скрупулезности доказательств, отпугивающих большинство теоретиков от чтения математических монографий и вполне может быть использован в качестве основы для самообразования или для чтения специальных курсов. Отметим, что, несмотря на компактность, изложение получилось достаточно емким и охватывает значительную часть алгебро-топологического инструментария, используемого в современной физической литературе.

Другой очевидной целью и отличительной особенностью книги является почти исчерпывающий¹ охват

¹ По понятным причинам, основное внимание уделено применению в физике сравнительно простых топологических средств, и лишь упоминаются современные достижения в теории монополей, инстантонов и квантовых струн, требующие достаточно продвинутых математических методов и результатов, таких как теорема Атьи–Зингера об индексе, характеристические классы Черна–Саймонса, пространства модулей, твисторы и т.д.

известных на текущий момент приложений методов алгебраической топологии и дифференциальной геометрии в теории поля и теории конденсированных сред.

Предварительно, в главе III автором популярно излагаются те основные положения современной теории поля и статистической физики, которые собственно и обеспечили возможность унифицированного подхода к описанию разного рода нелинейных явлений. При этом одни и те же факты приведены, например, как на теоретико-полевом языке, так и в терминах теории расслоенных пространств. Такой прием позволяет физикам достаточно быстро уяснить "физический смысл" чисто геометрических терминов, и, в свою очередь, дает понятную для математиков формализацию физических задач.

В IV главе достаточно полно представлены топологическая структура монопольных и инстанционных² решений. Поскольку книга ориентирована в первую очередь на теоретиков, то предпочтение отдается не общим схемам и доказательствам существования решений, а конструктивному построению решений в явном виде. Так, для чистых уравнений Янга–Миллса вместо общей, но формальной схемы получения n -инстанционных решений Атьи–Хитчина–Дринфельда–Манина, подробно изложены менее общие, но зато выраженные явными формулами решения Белавина–Полякова–Тюпкина–Шварца, Хоофта и Виттена. Тем не менее читатель найдет здесь и результаты более общего характера: топологический критерий существования монопольных решений, теорию гармонических отображений, топологические аспекты существования многомерных решений и многое другое.

Содержание V главы, посвященной топологии упорядоченных конденсированных сред, представляет особый интерес и практически не имеет аналогов в мировой литературе монографического или учебного характера. Объектами топологического анализа в упорядоченных средах (т.е. средах, допускающих описание в терминах

параметра порядка) являются дефекты в жидких кристаллах, особенности в A - и B -фазах сверхтекущего ^3He , структура фаз в ^3He и нейтронной звезде и т.п. Для их классификации и описания используются достаточно разнообразный топологический арсенал, включающий коэффициенты Милнора и инвариант Хопфа, клейновы поверхности и произведения Уайтхеда, общую теорию зацеплений, теорию узлов и т.д.

В заключении автор знакомит читателя с тенденциями современных исследований, с обозримыми на данный момент перспективами подхода и формулирует ряд актуальных задач.

Фактически мы находимся на одной из ранних стадий применения топологических методов к исследованию нелинейных динамических систем, совокупность которых, по идеи, и составляет сущность окружающего нас мира. Несомненно и то, что освоение этих методов все большим числом теоретиков позволит не только продвинуться в решении насущных задач, но и по иному взглянуть на целый ряд проблем. Без сомнения книга М.И. Монастырского "Топология калибровочных полей и конденсированных сред" будет в первую очередь полезной в освоении современного математического арсенала широкому кругу специалистов из разных областей, аспирантам и студентам старших курсов. Математики найдут в ней достаточно четко сформулированные физические проблемы, для решения которых возможно потребуется дальнейшее развитие известных методов.

По понятным причинам не совсем этично было бы рекомендовать приобретение книги в английском варианте российским ученым, а тем более студентам. Но благодаря финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований оказалось возможным и русское издание книги, которое вышло в Издательстве ПАИМС при Российском университете дружбы народов.

По вопросам приобретения книги желающие могут обратиться по адресу:

117923, ГСП-1, Москва,
ул. Орджоникидзе, 3
Издательство ПАИМС
тел./факс (095) 954-0228

или непосредственно в ИТЭФ к Т.В. Беловой 125-91-68.

В.И. Санюк

² Терминологическое замечание: автор использует несколько расширенное толкование термина "инстантон", применяя его и к кинковым решениям ϕ^4 - и sin-Гордон моделей и к решениям двумерных киральных моделей, которые определены на пространствах с метрикой Минковского и для которых чаще используется термин "топологические солитоны", а "инстантонами" обычно называют решения в евклидовых полевых теориях.

Сборник трудов Л.А. Вайнштейна

Теория дифракции. Электроника СВЧ.

Л.А. Вайнштейн (М.: Радио и связь, 1995) 600 с.

\PACS numbers: 61.14.Dc, 01.30.Ee

Реценziруемая книга только формально может быть отнесена к категории академических изданий, в которых собираются основные труды крупного ученого и цель которых состоит в том, чтобы дать достаточно полное представление о его творчестве. Редакционная коллегия, возглавляемая С.М. Рытовым, должна была отобрать не более 1/4 из всего, что Л.А. Вайнштейн опубликовал за 40 лет. Ей удалось создать книгу по современным

вопросам теории дифракции и электроники СВЧ. В самой книге — в редакционных статьях и в воспоминаниях коллег Л.А. Вайнштейна (весь этот материал очень краток) — сказано о тех особенностях творчества автора, которые делают его работы и сегодня актуальными. Эти особенности состоят, во-первых, в логической безупречности его рассуждений и в глубине анализа, содержащегося в его работах. Изучение этих работ позволяет не только узнать, как движется электрон или распространяется электромагнитная волна, но дает также возможность проследить путь, приведший автора к решению этих задач. Вторая особенность работ Л.А. Вайнштейна