

Предисловие редактора перевода

Предлагая читателям двухтомник Азима Барута и Ришарда Рончки — крупных физиков-теоретиков, внесших существенный вклад в развитие теоретико-группового аппарата физики, — мы уверены, что эта книга принесет пользу как хорошо написанное руководство по современным методам теории представлений непрерывных групп.

Теория групп стала одним из наиболее развитых разделов современной математической физики. Большое число работ, появляющихся в журналах, все время изменяет эту науку. Однако в существующих монографиях далеко не всегда можно найти, по крайней мере в систематизированном виде, изложение методов теории групп, развитых в последние годы.

Монография Барута и Рончки содержит много нового материала по сравнению с тем, который имеется в других монографиях, и является наиболее подходящей книгой для физиков, так как в ней собрана большая часть результатов, необходимых для использования методов теории групп в теоретической физике. Книга написана достаточно простым «классическим» языком и может быть прочитана без особых затруднений теми, кто серьезно работает в области теории поля и теории элементарных частиц. Впрочем, интенсивное проникновение методов теории поля в другие области физики влечет за собой расширение и области применения групповых методов.

Монография охватывает теорию групп Ли и их представлений и большое число смежных вопросов. Она содержит наиболее современный обзор всего этого круга вопросов.

Несмотря на достаточно большой объем, книга Барута и Рончки по существу является лишь введением в практическое использование методов теории групп. Хотя книга и содержит большое число примеров, но для того, чтобы научиться считать этими методами, доводя результаты до конкретных функций, необходимо обращаться еще и к другим монографиям и статьям. В конце списка литературы книги мы прилагаем краткий список тех книг и статей, которые могут послужить иллюстрациями применения методов, изложенных в настоящей монографии.

Авторы книги хорошо знакомы с современными работами и, в частности, с работами советских физиков и математиков, которые

много сделали в этой области. Однако в практических применениях очень важно знание множества фактов, касающихся конкретных групп. Так о группах $O(4)$, $O(5)$ и о пяти исключительных группах Ли надо знать очень много; по крайней мере в теории элементарных частиц эти группы используются чрезвычайно широко. Много свойств групп используется сейчас в обобщенной теории гравитации (супергравитации). Классические специальные функции, в частности ортогональные полиномы, матричные элементы в квантовой теории многих тел, поведение энергетических уровней квантовых систем — все это разные аспекты теории групп, которые не очень просто получить из общих формул. Реализация общих теорем при конкретном выборе параметров — системы координат — представляет собой область, следующую за той, которая изложена в книге Барута и Рончки. Но в этой книге читатель найдет практически все математические теоремы и результаты, которые используются в конкретных приложениях.

При переводе книги переводчиками была проделана большая работа по проверке формул, поэтому русский перевод должен рассматриваться как новое исправленное издание. Помощь в нашей работе авторов была очень существенной, и мы приносим им глубокую благодарность за сотрудничество.

Я. Смородинский

Предисловие авторов к русскому изданию

Мы рады приветствовать выход в свет настоящего русского издания нашей книги. Нам особенно приятно представить эту книгу широкой аудитории советских читателей, поскольку советские школы математики и математической физики внесли существенный вклад в современное развитие теории представлений групп.

Значение теории представлений групп все возрастает, и не только в рамках физики, но также во многих других областях естественных наук и человеческого познания. К тому, что так красноречиво описывается теорией групп, относятся прежде всего обнаружение и характерные свойства симметрий в природе. Но помимо того теория представлений групп позволяет выявить более скрытые, неочевидные высшие симметрии динамических законов природы, эволюции, дифференциальных уравнений. Даже объемистого издания, каким является настоящая монография, далеко не достаточно, чтобы охватить все аспекты теории представлений групп и ее приложений. Тем не менее мы попытались в полной и строгой форме изложить основы предмета, исходя из которых можно вывести много других приложений, например построить представления групп, отличных от тех, которые здесь описаны. При этом в монографии содержится много материала, впервые опубликованного в форме книги, равно как и немало оригинальных результатов. Мы полагаем, что акцент на более глубокие математические основания существен также и в приложениях, ибо многие результаты, полученные ранее спорадически и частично, могут быть выведены в рамках весьма цельного подхода теории индуцированных представлений, поскольку последняя потенциально обладает широчайшим спектром приложений.

Мы благодарны профессору Я. А. Смородинскому, редактору перевода, и кандидатам физ.-мат. наук А. У. Климыху и А. М. Гаврилику, взявшим на себя нелегкую задачу перевода нашей книги. Нам хотелось бы особо поблагодарить А. У. Климыха, внимательно прочитавшего книгу, исправившего ряд неточностей и предложившего пояснения многих вопросов в процессе перевода. Мы надеемся, что книга будет полезной советскому читателю.

А. Барут, Р. Рончка

Январь 1979 г.

Предисловие авторов

Настоящая книга написана прежде всего для физиков, а также и для других ученых и математиков с целью познакомить их с наиболее современными и мощными методами и результатами теории топологических групп и представлений групп и показать замечательно широкий диапазон ее приложений. В этом отношении данная книга значительно отличается и выходит далеко за пределы стандартных книг по теории групп в квантовой механике. С одной стороны, мы стремились к математически строгому уровню, а с другой — старались сделать изложение весьма ясным, язык менее абстрактным, а также проиллюстрировать результаты на многих примерах и приложениях.

За последние два десятилетия многочисленные исследования физиков и математиков придали теории представлений групп известную степень зрелости и полноты. Мы имеем в виду как новые результаты в развитии общей теории, так и множество точных построений представлений конкретных групп. В то же время новые приложения, в частности некомпактных групп, обнаружили интересные структуры в симметрии, а также в динамике квантовой теории. Математическая подготовка и объем знаний физиков также значительно возросли. По всем этим причинам представляется своевременным собрать новые результаты и создать книгу с гораздо более высоким, чем прежде, уровнем изложения, чтобы содействовать дальнейшим исследованиям и применением представлений групп.

Ни в математической, ни в физической литературе не существует другой сравнимой книги по представлениям групп, и мы надеемся, что она окажется полезной во многих областях исследований.

Многие результаты, насколько нам известно, впервые излагаются в монографической литературе. В частности, к ним относятся систематическое изложение теории и приложений индуцированных представлений, классификация всех конечномерных неприводимых представлений произвольных групп Ли, теория представлений алгебр Ли и обертывающих алгебр посредством неограниченных операторов, новые условия интегрируемости для представлений алгебр Ли и гармонический анализ на однородных пространствах.

В области приложений мы рассматриваем общую проблему симметрий в квантовой теории, в частности релятивистскую инвариантность, теоретико-групповой вывод релятивистских волновых уравнений, а также различные приложения представлений групп к динамическим проблемам в квантовой теории.

Мы старались достигнуть определенной степени полноты, поэтому книгу можно использовать при чтении курса современной

математической физики в качестве пособия по алгебрам Ли, группам Ли и их представлениям. Некоторые из стандартных вопросов до сих пор можно было найти лишь порознь в различных курсах, а не в одном издании.

Книга, охватывающая граничную область между теоретической физикой и чистой математикой, всегда проблематична. Поэтому данная книга некоторым физикам может показаться слишком трудной, детализированной и абстрактной, а некоторым математикам — недостаточно подробной и полной, поскольку мы намеренно опустили ряд доказательств. К счастью, потребность в знаниях в области современной математики среди физиков постоянно растет. А дать доказательства всех теорем в такой широкой области математики представляется невозможным даже при том большом объеме, который имеет настоящее издание. Там, где слишком пространные выкладки могли бы нанести ущерб ясности изложения и где этапы доказательства не казались нам существенными для дальнейшего развития предмета, мы опустили доказательства.

Собранный в монографии материал берет начало из лекций, читавшихся авторами на протяжении ряда лет в Варшаве, Триесте, Шладминге, Стамбуле, Гётеборге и Боулдере; он претерпел несколько переработок. Мы особенно благодарны многим друзьям и коллегам, прочитавшим части рукописи, внесшим в них исправления и сделавшим критические замечания. Мы хотели бы поблагодарить д-ра С. Вороновича за щедрое и терпеливое чтение всей рукописи и предложенные им многочисленные улучшения и исправления. Многие из наших друзей и коллег, в частности С. Дымус, М. Флато, Б. Костант, Дж. Макки, К. Морен, Л. Мишель, И. Сигал, Д. Стернгеймер, С. Стрём, А. Сым, И. Щирба и А. Вавжинчик, с которыми мы обсудили части рукописи, внесли конструктивные замечания.

Значительную часть данной монографии составляют результаты исследований, проведенных в рамках сотрудничества между Колорадским университетом в Боулдере и Институтом ядерных исследований в Варшаве. Это сотрудничество частично финансировалось Национальным научным фондом, согласно контракту № GF-41958. Авторы особенно признательны д-ру К. Залару, руководителю Программы по Европе и Северной Америке, за его любезную и эффективную поддержку американо-польского сотрудничества.

Наконец, мы хотели бы выразить нашу признательность г-ну Й. Панзу, редактору Польского научного издательства, за его большую помошь в подготовке рукописи к изданию. Мы обязаны также г-же З. Осек за любезную помошь на всех стадиях подготовки рукописи к публикации.

А. Барут, Р. Рончка

Боулдер и Варшава, август 1976 г.