530.145(049.3)

# ТЕОРИЯ УГЛОВОГО МОМЕНТА В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

**Э. Эль-Баз, Б. Кастель.** Графические методы алгебры спинов в физике атома, ядра и элементарных частиц. Перевод с англ. Н. Я. Смородинской и В. М. Колыбасова. М., «Мир», 1974, 353 с.

Алгебра угловых моментов и практические вычисления в ней — технически одна из наиболее громоздких областей квантовой механики. Сводка практических рецептов вычислений в представлении углового момента приведена в прекрасном обзоре А. Р. Эдмондса в 1955 г.[1]. В конце 60-х годов началась, так сказать, и новая эра в этой науке. Литовские физики А. П. Юцис, И. Б. Левинсон и В. В. Ванагас предложили графический метод решения задач, связанных с коэффициентами векторного сложения, а Т. Редже открыл 72 свойства симметрии коэффициентов Вигнера и 144 симметрии коэффициентов Рака́. Юцис, Левинсон и Ванагас подытожили свои достижения в книге «Математический аппарат теории момента количества движения» [2]. Затем ряд свойств симметрии $3j$- и $3nj$-коэффициентов был рассмотрен А. П. Юцисом и А. А. Бандзайтисом в книге «Теория момента количества движения в квантовой механике», снабженной, кстати, множеством практически полезных таблиц и приложений.

Преимущества графической техники, вероятно, были сразу ясны специалистам из всех областей квантовой механики, где приходится проводить сложные расчеты в представлении углового момента. При этом большинство пользующихся этой техникой, вероятно, представляло графически и все квантовомеханические величины, несущие индексы угловых моментов: векторы состояний, сферические функции, матрицы вращений и т. д. Именно так легче всего охватить схему расчета, учесть свойства ковариантности, выделить в схеме отдельные стандартные блоки.

С выходом в свет рецензируемой книги все эти процедуры утилизированы до такой степени, что овладеть техникой расчетов в теории угловых моментов теперь можно без всяких домысливаний.

Книга Эль-База и Кастеля конкретна. В первых шести ее главах даны графические образы основных объектов теории, способы их вычислений и максимально упрощенные выводы основных их свойств. Все выводы сопровождаются соответствующими графиками, а чаще прямо делаются на их основании. Для удобства практической работы в конце каждой главы приводится выполненная чаще всего в виде графиков сводка полученных в ней результатов. В главах седьмой и восьмой даны графические представления матриц вращения и сферических функций, а также изящные способы графического суммирования и интегрирования произведений произвольного числа этих объектов.

Таким образом, материал этой части книги не только содержит описание метода, свойств основных объектов и техники работы с ними, но стиль изложения его столь краток и методически безупречен, что напоминает хорошо составленный, полный в своей области математический справочник.

Следующие восемь глав составляют вторую часть книги, посвященную приложениям развитой техники к атомной физике и физике ядра. Коротко опишем их содержание. В главе десятой дан графический метод выделения спиновой кинематики при двухчастичном взаимодействии для локальных и нелокальных потенциалов и показано, как это помогает вычислениям уровней энергии ядра. В одиннадцатой главе развит графический способ вычисления геометрической части фейнмановских диаграмм и применения его в атомной физике. В двенадцатой главе дано графическое представ-

ление матричных элементов электромагнитных взаимодействий ядер. Тому, кто интересуется более общей и корректной параметризацией таких матричных элементов, можно рекомендовать знакомство со второй частью работы рецензента и А. А. Чешкова [4].

В тринадцатой главе развивается графическая теория генеалогических разложений. Без графической техники генеалогические коэффициенты вообще плохо обозримы. В следующих двух главах, четырнадцатой и пятнадцатой, рассматриваются с помощью графической техники угловые распределения и поляризационные явления в ядерных реакциях и теория прямых ядерных реакций. Напомним, что по этим разделам имеются оригинальные отечественные монографии (цитируются в списке литературы к рецензируемой книге).

В шестнадцатой главе показано, как выделять в задаче трех тел с помощью графического метода любую геометрическую часть спиновой кинематики при любом выбранном взаимодействии и любой схеме связи частиц. Стоящая особняком глава семнадцатая содержит основы графического языка для группы $SU_3$.

Книга содержит дополнение, написанное В. М. Колыбасовым. В нем прежде всего указывается, что кроме практических достижений, освещенных в книге, после классической работы Редже теория угловых моментов была связана с разными разделами *алгебры*, *многомерной геометрии*, *топологии*, *проективной* геометрии, теории аналитических функций, комбинаторного анализа, общей теории графов и т. д. Дана ссылка на обзор Я. А. Смородинского и Л. А. Шелепина [5], в котором освещены эти аспекты теории угловых моментов. В дополнении также кратко рассмотрены более сложные вопросы теории прямых ядерных реакций. И, наконец, излагаются основы графического формализма алгебры группы конечномерных вращений Лоренца, предложенного М. С. Мариновым.

По прочтении книги приятно заметить, что если развитие классической теории угловых моментов связано главным образом с именами зарубежных ученых, то материал данной книги — и идея метода, и его применения — в основном базируется на отечественных работах. Метод Юциса, Левинсона, Ванагаса по праву сравнивают с языком диаграмм Фейнмана. Создается также впечатление, что следующий шаг в практических применениях графического метода — это составление на его основе стандартных программ для ЭВМ, которые возьмут на себя всю тяжесть численных расчетов в теории угловых моментов.

Отметим хорошее качество перевода, прекрасное размещение материала и деловое оформление книги. Поскольку книга понадобится и как учебник, и как руководство для специалистов почти во всех областях квантовой физики, следовало бы учесть возможную потребность в ее переизданиях.

*Владимир М. Дубовик*

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. Эдмондс, в кн.: Деформация атомных ядер, М., ИЛ, 1958.
2. А. П. Юцис, И. Б. Левинсон, В. В. Ванагас, Математический аппарат теории момента количества движения, Вильнюс, Госполитиздат, 1960.
3. А. П. Юцис, А. А. Бандзайтис, Теория момента количества движения в квантовой механике, Вильнюс, «Минтис», 1965,
4. В. М. Дубовик, А. А. Чешков, Проблемы физ. ЭЧАЯ 5, 791 (1974).
5. Я. А. Смородинский, Л. А. Шелепин, УФН 106, 3 (1972).