019.941:539.12.01

Geoffrey F. Chew. The Analytic *S* Matrix. A Basis for Nuclear Democracy, W. A. Benjamin, New York — Amsterdam, 1966, 103 pp.
Дж. Чью. Аналитическая теория *S*-матрицы. М., «Мир», 1968, 150 стр.

В 1943 г. Гейзенберг сформулировал основные принципы теории *S*-матрицы, привлекающие своей простотой и связанной с ней ограниченностью круга вопросов, на которые должна давать ответы теория, единственными наблюдаемыми величинами в которой, в конечном счете, являются импульсы и спины частиц до и после столкновения. Отсюда и ярко выраженная связь *S*-матричной теории, за последнее десятилетие получившей широкое применение в физике сильных взаимодействий, с экспериментами, которые ставятся и обсуждаются, как правило, под углом зрения тех или иных свойств *S*-матрицы; каждое конкретное продвижение в теоретическом исследовании *S*-матрицы получает непосредственный выход в эксперимент, особенно в области высоких энергий.

Важнейшим моментом в развитии теории сильных взаимодействий явилось постепенное признание в течение второй половины 50-х годов принципа аналитичности *S*-матрицы как динамической основы теории.

Автор рецензируемой книги внес важный вклад в «*S*-матричную теорию сильных взаимодействий» и является ее активным пропагандистом. Он—сторонник интересной идеи о том, что будущей теорией адронов должна стать *S*-матричная теория, «освобожденная» от большинства понятий и представлений современной квантовой теории поля, эффективно объясняющая на языке аналитических свойств *S*-матрицы адроны, все свойства которых «возникнут» из условия самосогласованности нетривиальных уравнений без использования неопределенных параметров.

Прообраз такой теории, по мнению автора, можно усмотреть в еще далекой от законченности современной *S*-матричной теории сильных взаимодействий.

Настоящая книга непосредственно примыкает к книге автора [1] (1961 г.) и особенно к циклу лекций «Ядерная демократия и динамика бутстрапа» (1964 г.),

прочитанному им в Кембриджском университете и вошедшему в книгу [2]. Отличие рецензируемой книги от лекций [2] в том, что автор ставит в ней целью изложение аналитических свойств S-матрицы без ссылки на аппарат квантовой теории поля и фейнмановских диаграмм. Основой для этого служит ряд работ [3–5], большинство из которых появилось после выхода в свет книги [2]. В этих работах производится «аксиоматизация» аналитических свойств S-матрицы, которые ранее были установлены на базе исследования фейнмановских диаграмм.

Автор подчеркивает, что S-матричная теория заимствует из квантовой механики лишь принцип суперпозиции. Такие понятия, как полюса́, соответствующие одночастичным состояниям, и точки ветвления порогового типа, вводятся априори, так же как и аналитическое продолжение условия унитарности. «Аксиоматизируются» античастицы, кроссинг-инвариантность, вводится так называемый «закон декомпозиции», выделяющий связные диаграммы, «аксиоматизируется» физический лист и правило обхода $i\varepsilon$. Конечно, ни о какой новой информации о структуре сингулярностей амплитуды рассеяния, помимо той, которая установлена рассмотрением диаграмм квантовой теории поля, речи нет. Более того, автор сам часто предпочитает аргументации работ по «аксиоматизации» обычный ход рассуждений. Это имеет место, например, при установлении связи полюсов с частицами, где он прибегает к аргументам, связанным с формулой Брейта — Вигнера.

Центральным пунктом книги (как и всей концепции Чью, приводящей, по терминологии Гелл-Манна, к идее «ядерной демократии») является требование максимальной аналитичности второго рода. Дело в том, что особенности S-матрицы далеко не исчерпываются постулированными полюсами и пороговыми точками ветвления. Гипотеза автора о максимальной аналитичности первого рода ограничивает эти дополнительные особенности только теми, которые определяются из аналитического продолжения условия унитарности заданием полюсов S-матрицы без всякого ограничения на последние (автор называет их особенностями Ландау, хотя, конечно, к особенностям, которые даются методом Ландау, принадлежат и полюса́, и пороговые точки ветвления).

Практическая ценность этой гипотезы проявляется в итерационной процедуре Мандельстама, которая указывает на возможность получения нетривиальной информации путем последовательного изучения отдельных скачков амплитуды. Правда, надо иметь в виду ограниченность этой гипотезы, связанную с отсутствием надежного знания структуры особенностей на нефизических листах.

Дальнейшее ограничение на амплитуду рассеяния связано с устранением неопределенных вычитательных констант из уравнений, являющихся следствием аналитичности первого рода. Это можно сделать различными, но, по существу, эквивалентными способами. Наиболее удобный и современный из них состоит в требовании, чтобы единственными особенностями амплитуды в правой полуплоскости моментов были движущиеся особенности.

Теорема Фруассара позволяет утверждать, что все особенности в области $\mathrm{Re}\ J(t) > 1$ $(t > 0)$ движущиеся. Вопрос состоит в том, все ли физические значения с $\mathrm{Re}\ J \leqslant 1$ (т. е. частицы спина 0, 1/2 и 1) могут быть получены в результате аналитического продолжения парциальной амплитуды Грибова — Фруассара.

Если это так, то, используя терминологию Чью, мы имеем максимальную аналитичность второго рода, иными словами, «ядерную демократию», когда все частицы соответствуют движущимся особенностям в J-плоскости. Таким образом, сформулированный Чью постулат позволяет получить не только все особенности S-матрицы и ее асимптотику, но и накладывает ограничения на природу самих полюсов-частиц.

В связи с этим представляется заманчивой возможность, что эти ограничения таковы, что единственной совокупностью частиц-полюсов, реализующей аналитичность второго рода, будет семейство адронов. Например, может случиться, что верхний и нижний пределы на силу взаимодействия между адронами, даваемые соответственно условием унитарности и условием существования частиц, реализующих аналитичность второго рода (при очень слабой связи полюса Редже не выйдут из левой полуплоскости), очень близки или даже совпадают.

Однако следует заметить, что ситуация с гипотезой аналитичности второго рода далеко еще не ясна. Нерешенным является вопрос (если иметь в виду грубость тех приближений, которые походя делаются для извлечения из нее физической информации), в какой мере эта гипотеза достаточна? Нет уверенности и в необходимости такой гипотезы, ибо в ряде работ [7,8] показывается, что даже истинно элементарные частицы («аристократы»), описываемые в J-плоскости сингулярностями кронекеровского типа, при определенных условиях могут стать реджионами.

К сожалению, этот интересный, хотя и не выясненный окончательно вопрос не нашел освещения в книге Чью.

Важная роль в книге уделена «бутстрапу»: каждый полюс участвует в создании особенности реакции в кроссинг-канале, которая в свою очередь дает вклад в его возникновение. Эта взаимосвязанность полюсов представляется Чью как раз тем усло-

вием, которое должно выбрать из множества допустимых систем полюсов систему, соответствующую реальным адронам.

Ситуация, с которой мы имеем дело в теории сильных взаимодействий, весьма сложна, и ее вряд ли можно понять, исходя только из настойчивого стремления провести в жизнь с помощью довольно грубых приближений идею о «демократии» элементарных частиц. Тем не менее книга Чью, несомненно, представляет интерес для специалистов в области физики элементарных частиц.

С. Г. Матинян

ЛИТЕРАТУРА

1. G. F. Chew, The *S* Matrix Theory of Strong Interactions, W. A. Benjamin, New York, 1961.
2. M. Jacob, G. F. Chew, Strong Interaction Physics, W. A. Benjamin, New York, Amsterdam, 1964.
3. H. P. Stapp, Phys. Rev. **125**, 2139 (1962).
4. J. Gunson, J. Math. Phys. **6**, 827, 845 (1965).
5. D. Olive, Phys. Rev. **B135**, 745 (1964).