

тории Редже. Эксперим. данные по массам и спинам резонансов действительно говорят о существовании таких редже-семейств адронов. При этом траектории Редже, объединяющие адроны каждого семейства, оказываются практически прямыми линиями в переменных J, m^2 , имеющими одинаковые (примерно) наклоны.

Применение общих принципов теории. С. в., как и др. типы взаимодействий элементарных частиц, должны описываться *квантовой теорией поля* (КТП). Осн. препятствием для построения квантовополевых моделей в течение мн. лет была большая величина эфф. константы связи адронов, не позволявшая использовать методы *возмущений теории*, по существу — единственного хорошо разработанного аналитич. подхода в КТП. Поэтому большое развитие в теории С. в. получили методы, к-рые используют общие принципы теории для определения свойств *матрицы рассеяния*. К числу таких общих принципов относятся унитарность, релятивистская инвариантность, *перекрёстная симметрия* (кросс-симметрия), причинность (см. *Причинности принцип*). В этом подходе осн. роль играет изучение аналитич. свойств матричных элементов, рассматриваемых как ф-ции комплексных переменных, к-рыми служат кинематич. инварианты, такие, как квадрат энергии и квадрат передаваемого импульса.

Условие унитарности матрицы рассеяния, выражающее математически тот факт, что сумма вероятностей всех возможных конечных состояний процесса соударения равна единице, связывает характеристики упругого рассеяния и неупругих процессов. В частности, минимая часть амплитуды упругого рассеяния на нулевой угол выражается через полное сечение рассеяния (*оптическая теорема*). Эта связь лежит в основе описания дифракц. рассеяния адронов при высоких энергиях, а также может быть использована для того, чтобы установить соотношения между амплитудами разл. бинарных процессов. Условие унитарности определяет характер особенностей амплитуд как аналитич. ф-ций комплексных переменных. На практике часто используется предположение, что матрица рассеяния имеет только те особенности, к-рые диктуются условием унитарности и соответствуют отд. адронам (полюсы) или порогам рождения неск. частиц (точки ветвления).

Согласно кросс-инвариантности, единая аналитич. ф-ция в разл. областях своих аргументов описывает как амплитуду процесса $a_1 + a_2 \rightarrow a_3 + a_4$, так и амплитуды процессов $a_1 + \bar{a}_2 \rightarrow \bar{a}_3 + a_4$, $a_1 + \bar{a}_4 \rightarrow \bar{a}_2 + a_3$ (где \bar{a}_i означает адрон, являющийся античастицей по отношению к a_i). Аналогичное утверждение (с заменой любой входящей частицы на выходящую античастицу и наоборот) применимо и при большем числе частиц. Совместное рассмотрение перекрёстных процессов оказалось очень плодотворным в физике С. в. Оно тесно связано с методом полюсов Редже и в сочетании с ним приводит к полезным правилам сумм, связывающим интегральный низкоэнергетич. вклад амплитуды бинарного процесса с её высокоэнергетич. поведением, к-рое определяется полюсами Редже. Это в свою очередь приводит к концепции *дуальности*, согласно к-рой описание амплитуды бинарного процесса с помощью резонансов прямого канала должно быть эквивалентно её описанию с помощью полюсов Редже перекрёстного канала. Дуальная резонансная модель смыкается с теорией струн (см. *Струнные модели адронов*) и на качеств. уровне отражает осн. свойства адронных резонансов.

Существенные результаты даёт также использование принципа причинности, согласно к-рому к.-л. событие может воздействовать лишь на события, связанные с ним времениподобным *интервалом* и происходящие в более поздние моменты времени. Требование причинности, выраженное в матем. форме, накладывает серьёзные ограничения на аналитич. свойства элементов матрицы рассеяния, что позволяет написать дисперсионные соотношения, связывающие действи-

тельные и мнимые части амплитуд разл. процессов. Т. к. мнимые части амплитуд упругого рассеяния введён выражаются через полные сечения, дисперсионные соотношения связывают наблюдаемые величины и могут использоваться при анализе эксперим. данных, позволяя, в частности, судить о поведении полных сечений при высоких энергиях (см. *Дисперсионных соотношений метод*).

Совместное использование общих принципов лежит в основе аксиоматич. подхода в теории С. в., конечной целью к-рого является описание всех адронных взаимодействий на основе системы исходных постулатов (см. *Аксиоматическая квантовая теория поля*). К числу осн. достижений такого подхода относится ряд высокоэнергетич. теорем (*асимптотические теоремы*). В частности, было показано, что полные сечения адронных взаимодействий не могут увеличиваться с ростом энергии s быстрее, чем $\ln^2 s$ (т. н. ограниченные Фруассара), а ширина дифракц. пика упругого рассеяния не может сужаться быстрее, чем $\ln^2 s$. При доп. правдоподобных предположениях было показано, что сечения взаимодействия частиц и соответствующих им античастиц с одной и той же мишенью при достаточно высоких энергиях должны сравниваться (*Померанчука теорема*).

При более прагматич. подходе, типичном для совр. состояния теории, общие принципы или их следствия используются как составные элементы феноменологич. моделей С. в. и служат для анализа эксперим. данных. К ним можно отнести применение условия унитарности в моделях дифракц. рассеяния адронов, использование унитарности и дисперсионных соотношений при анализе низкоэнергетич. адронных взаимодействий и т. п.

Симметрия сильных взаимодействий. Характер С. в. в значит. мере определяется их свойствами симметрии. Под симметрией здесь понимается неизменность (инвариантность) состояния системы или закона её взаимодействия (точнее, инвариантность *действия* системы) при тех или иных преобразованиях, к-рые, с точки зрения их матем. структуры, характеризуются *группой* преобразований. Если действие системы инвариантно относительно нек-рых преобразований, а состояние системы не инвариантно, то говорят о *спонтанном нарушении симметрии*. Значение симметрии состоит в том, что она накладывает жёсткие требования на форму взаимодействия и состав частиц. В частности, симметрия лежит в основе классификации адронов.

Из всех типов взаимодействий С. в. обладает наиб. высоким уровнем симметрии. Часть симметрий является приближённой, причём нарушение симметрии в ряде случаев сравнительно невелико и характер этого нарушения поддается объяснению. С. в. (подобно электромагнитным) инвариантны относительно *пространственной инверсии, обращения времени и зарядового сопряжения* (а также относительно преобразований Лоренца, вращений в пространстве, сдвигов в пространстве и времени). В соответствии с этим в С. в. сохраняются пространственная *чётность* и *зарядовая чётность*. Сохраняется также бароионное число.

Из числа *внутренних симметрий* С. в. в спектре адронов наиб. ярко проявляется т. н. симметрия *ароматов*, к-рая математически описывается как группа унитарных унитарных преобразований $SU(n)$. Эта симметрия — приближённая. Её простейший частный случай — *изотопическая инвариантность*, соответствующая группе $SU(2)$, а более общий — т. н. унитарная симметрия, соответствующая группе $SU(3)$. Из-за наличия симметрии ароматов все адроны группируются в мультиплеты — наборы частиц с одинаковыми спинами и чётностями и близкими массами, реализующие линейные представления соответствующей группы симметрии. Это изотопич. мультиплеты, характеризующиеся определ. значением *изотопического спина* (такие, как дублет p или триплет π^+, π^0, π^-), более общие унитарные мультиплеты группы $SU(3)$ (напр., октет