



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

C-408

2-80-293

СИСАКЯН

Алексей Норайрович

**МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ПОДХОД
В ТЕОРИИ МНОЖЕСТВЕННОГО
РОЖДЕНИЯ АДРОНОВ**

**Специальность: 01.04.02 - теоретическая
и математическая физика**

**Автореферат диссертации на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук**

Дубна 1980

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики
Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук	И.М. Дремин
доктор физико-математических наук	М.А. Мествиришвили
доктор физико-математических наук	Р.Н. Фаустов

Ведущее научно-исследовательское учреждение -
Научно-исследовательский институт ядерной физики Московского
государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Автореферат разослан " " _____ 1980 года.

Защита диссертации состоится " " _____ 1980 года
на заседании специализированного Совета Д047.01.01 Лаборатории
теоретической физики Объединенного института ядерных исследова-
ний, Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Объединенного
института ядерных исследований.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

Р.А. Асанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Проблема теоретического исследования процесса множественного рождения - одна из центральных в физике элементарных частиц. Долгое время экспериментальное изучение таких процессов было возможно только в космических лучах. Несмотря на большие методические трудности, связанные со значительными погрешностями измерений, физика космических лучей заложила основы представлений о динамике множественного рождения. Новейший прогресс в этой области достигнут благодаря современным ускорителям /ОИЯИ, ИФВЭ, ЦЕРН, ФНАЛ и др./, которые позволили провести детальное исследование множественных процессов в широком интервале энергий от десятков до сотен ГэВ. Особую актуальность эта проблема приобретает в связи с созданием в течение ближайших десяти-пятнадцати лет новых ускорительных комплексов на сверхвысокие энергии /ускорительно-накопительный комплекс в ИФВЭ, теватрон во ФНАЛ и др./.

Важность изучения динамики процессов множественного рождения /которые составляют более 80% событий при высоких энергиях/ обуславливается еще и тем фактом, что ими фактически определяются и упругие процессы, как это следует из условия унитарности, т.е. упругие столкновения, по-видимому, проявляются как "тень" неупругих каналов.

При анализе множественного образования элементарных частиц было развито значительное число моделей и феноменологических схем. Последовательный подход базируется на основных принципах и выводах квантовой теории поля /КТП/, на протяжении трех десятилетий остающейся основным теоретическим методом для изучения взаимодействия элементарных частиц. Начало интенсивного развития КТП для исследования физических процессов восходит к работам Н.Н. Боголюбова^{/1/}, которым было предложено и развито представление об амплитуде рассеяния как о единой аналитической функции своих переменных. Это позволило с единой позиции подойти к совокупности физических процессов, происходящих в различных каналах. Фундаментальный прогресс в понимании физики множественных процессов был достигнут в работах А.А. Логунова^{/2/}, который, исходя из принципов теории поля, строго доказал ряд асимптотических свойств и ограни-

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

чений на энергетическое поведение характеристик множественных реакций. Определяющее влияние как на теоретические исследования, так и на феноменологические построения оказал предложенный и развитый в работах^{/2,3/} инклюзивный подход в теории множественного рождения частиц, позволивший вскрыть ряд новых закономерностей, существенных для понимания механизмов образования вторичных частиц. На основе общих принципов КТП в работах^{/4/} был выдвинут и исследован принцип автомодельности в глубоко неупругих и инклюзивных процессах. Подтвержденная экспериментально автомодельность или масштабная инвариантность, выражающаяся в подобии энергетических зависимостей и формы спектров адрон-адронных, лептон-адронных и фотон-адронных реакций, свидетельствует в пользу важного свойства универсальности процессов образования частиц. В рамках инклюзивного рассмотрения была выдвинута идея о необходимости выделения различных областей фазового пространства, соответствующих, вообще говоря, образованию различных по природе групп вторичных частиц, лишь в совокупности дающих наблюдаемую множественность^{/5/}. Эта идея естественным образом приводит к гипотезе существования в одном акте взаимодействия нескольких /двух или более/ механизмов образования вторичных частиц, лежащей в основе многокомпонентного подхода к описанию процессов множественного образования адронов^{/6/}.

Необходимость возникновения такого подхода обуславливается рядом экспериментальных фактов и трудностей, связанных с их теоретическим описанием. Условно, подходы к множественному рождению при высоких энергиях могут быть разбиты на три большие группы. Первая, исходит из предположения, что в процессе соударения двух адронов образуется единая возбужденная система, распад которой дает наблюдаемые вторичные частицы. К этой группе относятся гидродинамические и статистические модели^{/7/}.

Вторая группа предполагает, что при соударении возникают две системы, связанные с первичными адронами, последующий распад которых дает наблюдаемую множественность. Сюда относятся модели торозного излучения, фрагментации, неупругой дифракции^{/8/}.

Модели мультипериферического и мультиреджевского типа, кластерные и струйные подходы относятся к третьей, наиболее интенсивно развивающейся в последнее время группе моделей, апеллирующих к рассмотрению систем с многими возбужденными центрами^{/9/}.

Отметим, что при высоких энергиях / $P_L \geq 100$ ГэВ/с / модели,

основанные на представлениях только о статистическом, дифракционном либо периферическом механизмах множественного рождения, в отдельности не дают хорошего описания инклюзивных распределений и их характеристик. Таким образом, к различным по природе группам вторичных частиц /лидирующие адроны, частицы из области пионизации, струи адронов при больших поперечных импульсах и т.д./ должны быть применены и различные представления о механизме их образования, что и является основным положением многокомпонентного подхода. Конкретное описание механизмов образования частиц удастся получить в рамках различных моделей квантовой теории поля.

Многокомпонентному подходу и теоретико-полевому описанию механизмов множественного рождения частиц при высоких энергиях и посвящена настоящая диссертация.

Цель работы состоит в формулировке многокомпонентного подхода в теории множественного рождения адронов, развитии на базе КТП методов описания механизмов множественного образования частиц, позволяющих эффективно интерпретировать экспериментальные данные по адрон-адронным столкновениям при высоких энергиях.

Научная новизна и практическая ценность

В диссертации исследована проблема теоретического описания и феноменологического анализа множественных и полуинклюзивных распределений и их корреляционных моментов. Показано, что современные сведения о физике множественных адрон-адронных процессов свидетельствуют о наличии ряда механизмов образования вторичных частиц, соответствующих различным областям фазового пространства. Развита теоретические модели для описания этих механизмов, основанные на методах квантовой теории поля. Возникающая при этом физическая картина дает возможность сделать вывод о преимущественном рождении вторичных частиц при высоких энергиях через адронные ассоциации /кластеры, резонансы/. Сравнение моделей с экспериментом дает хорошее согласие как в случае рождения частиц с ограниченными поперечными импульсами, так и для процессов с большими P_L .

В диссертации разработаны основы многокомпонентного подхода к описанию адрон-адронных столкновений, раскрывающего роль основных механизмов образования вторичных частиц при высоких и сверхвысоких энергиях. Теоретические методы, развитые в диссертации, могут быть применены для разработки новых моделей и феноменологических

схем в теории множественного рождения элементарных частиц.

Исследование, проведенное в диссертации, приобретает особую практическую ценность в связи с предстоящим вводом в строй нового поколения ускорителей на сверхвысокие энергии.

Результаты диссертации могут быть использованы при планировании и интерпретации результатов экспериментов, которые будут поставлены на этих ускорителях, а также для объяснения ряда закономерностей, наблюдаемых в космических лучах^{/10/}.

Следующие основные результаты выдвигаются для защиты:

1. Предложен и разработан многокомпонентный подход в теории множественного рождения частиц при высоких энергиях, дающий последовательную основу для анализа экспериментальных данных, полученных на современных ускорителях в широком интервале энергий.

2. Разработан метод приближения прямолинейных путей в квантовой теории поля для неупругих процессов - адекватный механизму множественного рождения частиц с ограниченными поперечными импульсами.

3. В рамках представлений, полученных в квазипотенциальном формализме в переменных светового фронта, сформулированы правила кваркового счета для инклюзивных процессов с большими поперечными импульсами, найдены выражения для основных характеристик полуинклюзивных реакций.

4. Предложен новый закон подобия для полуинклюзивных процессов, удовлетворяющий требованиям квантовой теории поля и экспериментально подтвержденный в опытах на ускорителях /ЦЕРН, ИФВЭ, ОИЯИ/.

5. Предложена и развита модель двух механизмов для описания процессов с большой множественностью.

6. В рамках предложенной в диссертации многокомпонентной модели для полуинклюзивных процессов установлен и изучен корреляционный характер ассоциативной множественности и высших моментов полуинклюзивных сечений.

7. В рамках модели двух механизмов достигнуто хорошее количественное описание экспериментальных данных по топологическим сечениям и корреляционным моментам в широком интервале энергий для pp , $p\bar{p}$, Kp , πN - взаимодействий.

Изучена зависимость топологических характеристик от квантовых чисел сталкивающихся адронов.

8. Впервые предсказано наличие при высоких энергиях эффекта положительных зарядово-нейтральных корреляций и корреляций множественностей частиц, рожденных вперед и назад, экспериментально обнаруженных в опытах на ускорителях /ИФВЭ-ОИЯИ, CERN, FNAL/.

9. Развита концепция существования адронных ассоциаций вторичных частиц /кластеров/, не противоречащая современным экспериментальным данным и дающая предсказания как для ускорительной физики высоких энергий, так и для физики космических лучей.

Апробация диссертации

Основные материалы диссертации докладывались на семинарах Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований, Института физики высоких энергий, Ереванского физического института, ИРБ /Загреб/, Хельсинского университета, научных сессиях ОЯФ АН СССР /1977-80 гг./, секциях Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике /1978 г./ и по физике высоких энергий /1979 г./, Международных школах ОИЯИ и ЦЕРН-ОИЯИ по физике высоких энергий /Сочи - 1974 г., Алушта - 1975 г., Баку - 1976 г., Гомель - 1977 г., Приморско - 1978 г./; Международных конференциях по физике высоких энергий /Киев - 1970 г., Тбилиси - 1976 г./; Международных симпозиумах и семинарах /Баку - 1973 г., Оксфорд - 1975 г., Сухуми - 1975 г., Дубна - 1976, 1978 гг., Загреб - 1977 г., Серпухов - 1977, 1979 гг./ и др.

Публикации

По результатам диссертации опубликовано 27 статей.

Объем работы

Диссертация состоит из пяти глав основного содержания, заключения и библиографического списка литературы, содержит 210 страниц машинописного текста.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава диссертации носит вводный характер. В ней дается краткий обзор основных эмпирических закономерностей и теоретических подходов, связанных с описанием неупругого соударения адронов при высоких энергиях. Рассмотрен круг теоретических идей и экспериментальных фактов, приводящих к гипотезе существования в одном акте взаимодействия нескольких механизмов образования вторичных частиц.

Эта гипотеза лежит в основе многокомпонентного подхода в теории множественного рождения адронов. Такой подход восходит к идее о необходимости выделения различных областей фазового пространства, соответствующих образованию различных по природе групп вторичных частиц, в совокупности дающих наблюдаемую множественность.

В случае рождения частиц с ограниченными поперечными импульсами, что составляет около 80% всех событий, основной вклад дают:

- диссоциация лидирующих адронов, при этом вторичные частицы несут информацию о квантовых числах сталкивающихся объектов;
- независимое испускание адронных ассоциаций /кластеров/.

Рождение частиц с большими поперечными импульсами может быть эффективно описано с учетом механизма жесткого соударения, приводящего к возникновению конуса вторичных частиц вперед-назад по отношению к выделенной частице с большим P_T .

Вторая глава посвящена изучению механизма рождения частиц с ограниченными поперечными импульсами в рамках моделей квантовой теории поля в приближении прямолинейных путей /ППП/. Исходя из фейнмановской интерпретации амплитуды рассеяния как суммы по путям, можно сказать, что используемое приближение эквивалентно учету путей, наиболее близко приближающихся к классическим траекториям частиц. Физически такое приближение адекватно идее лидирующих частиц, нашедшей широкое распространение при описании адронных процессов при высоких энергиях.

В первом параграфе с использованием метода континуального интегрирования рассмотрены процессы рассеяния двух нуклонов с образованием мезонов в скалярной модели $\mathcal{L}_{\beta_2} \sim \psi^2 \varphi$. Детально исследован случай рождения одной частицы. Показано, что в некоторой области импульсов рожденных мезонов /"мягкие" частицы/ неупругую амплитуду можно выразить через упругую, причем последняя представлена в эйкональной форме.

Во втором параграфе подробно исследуются амплитуды упругого и неупругого рассеяния в модели с обменом векторным мезоном. Найдены замкнутые аналитические выражения для амплитуд упругого рассеяния двух нуклонов, а также амплитуд неупругих процессов рождения мезонов в столкновениях двух нуклонов.

Асимптотическое поведение найденных амплитуд в пределе высоких энергий изучается в рамках развитого в этой главе ППП. Показано, что при $S \rightarrow \infty$ и фиксированном t происходят сокращения логарифмических членов в асимптотике амплитуд процессов. При этом амплитуда упругого рассеяния может быть представлена в эйкональной форме. Вклады радиационных поправок в данном приближении факторизуются в виде универсального множителя $H(t)$, зависящего лишь от квадрата переданного импульса. В области переданных импульсов, ограниченных условием $|t| \ll m^2$, где m - масса нуклона, величина $H(t)$ имеет экспоненциальную зависимость от t , что приводит к появлению дифракционного пика в рассеянии частиц на малые углы в соответствии с гипотезой гладкости локального квазипотенциала. Подобное поведение амплитуды рассеяния соответствует, в некотором смысле, когерентному взаимодействию виртуальных мезонов, образующих "шубу" нуклона.

Дан детальный вывод континуального представления для амплитуды рождения n мезонов. Показано свойство факторизуемости неупругой амплитуды в рамках ППП.

В третьем параграфе с помощью ППП получено распределение по числу вторичных частиц, имеющее пуассоновский характер. Исследована зависимость среднего числа частиц от выбора параметров обрезания интегралов в различных асимптотических областях, т.е. от ограничений на импульсы родившихся частиц.

Дифференциальное сечение рождения $N = n_1 + n_2$ мезонов в ППП имеет вид:

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_N \sim H(t) \left| f_{\text{упр.}}^{2\text{дк.}} \right|^2 W_{n_1}(s,t) W_{n_2}(s,t), \quad |I|$$

где n_1 и n_2 - вторичные мезоны, связанные с одним из сталкивающихся нуклонов, а $W_{n_1}(n_2)$ - распределение этих мезонов, имеющее в случае рождения "мягких" частиц пуассоновский вид.

Четвертый параграф посвящен изучению связи средней множественности с наклоном дифракционного пика и полным сечением, которые возникают в процессах рождения вторичных частиц с ограниченными импульсами.

В пятом параграфе в рамках ППП развивается теоретико-полевая модель на основе так называемой КТП с непрерывным спектром масс. Подобное рассмотрение, по-видимому, является адекватным процессам, в которых происходит независимое рождение адронных ассоциаций с учетом эффекта лидирования.

Третья глава посвящена построению конкретной феноменологической схемы для описания процессов с большой множественностью и ограниченными поперечными импульсами вторичных частиц. На основе теоретико-полевой модели с обменом векторным мезоном и учетом эффекта лидирования

ретических результатов, полученных в предыдущей главе, построена так называемая модель двух механизмов, позволяющая эффективно описать экспериментальные данные по множественным распределениям и их корреляционным моментам в адрон-адронных соударениях.

В шестом параграфе дана формулировка модели. Ее отправным моментом является предположение, что в наблюдаемую множественность основной вклад вносят области фазового пространства, выделяемые следующим образом:

- область, соответствующая вторичным частицам, образованным благодаря диссоциации сталкивающихся /лидирующих/ частиц;
- область, отвечающая независимому испусканию разного сорта нейтральных адронных ассоциаций с нулевым изоспином /кластеров/.

При этом вероятность распределения по числу кластеров имеет вид:

$$W_{n_1, n_2, \dots}^{i, j} = \alpha_i \beta_j P_{n_1}(\langle n_1 \rangle) P_{n_2}(\langle n_2 \rangle) \dots \quad 121$$

где α_i, β_j - вероятности i -того и j -того каналов диссоциации налетающей частицы и частицы мишени соответственно, $n_l (\langle n_l \rangle)$ - множественность /средняя множественность/ кластеров типа l , $P_n(\langle n \rangle)$ - пуассоновское распределение.

Феноменологический анализ показывает, что сталкивающиеся адроны диссоциируют в среднем не более, чем на три частицы, и что диссоциация равновероятна для налетающей частицы и мишени. Если при этом ограничиваться, например, рассмотрением кластеров с модами распада не более, чем в четыре заряженные частицы, то распределение по множественности заряженных частиц в процессах $ap \rightarrow n_{ch} + X_0$ ($a = \bar{p}, p, K^\pm, \pi^\pm$) будет иметь вид

$$W_{n_c} = \alpha^2 \sum_{n=0}^{\lfloor \frac{n_c-2}{4} \rfloor} P_n(b) \frac{P_{n_c-2-4n}(a)}{2} + 2\alpha(1-\alpha) \sum_{n=0}^{\lfloor \frac{n_c-4}{4} \rfloor} P_n(b) \frac{P_{n_c-4-4n}(a)}{2} + (1-\alpha)^2 \sum_{n=0}^{\lfloor \frac{n_c-6}{4} \rfloor} P_n(b) \frac{P_{n_c-6-4n}(a)}{2}, \quad 131$$

где α - вероятность продиссоциировать не более, чем на одну заряженную частицу, a и b - средние числа кластеров, распадающиеся на две и четыре заряженные частицы соответственно.

В седьмом параграфе модель двух механизмов используется для совместного описания распределений по множественности и зарядово-

нейтральных корреляций в адрон-адронных столкновениях. При этом была предсказана существенная зависимость при высоких энергиях среднего числа нейтральных частиц от числа заряженных треков, подтвержденная впоследствии экспериментально в адрон-адронных взаимодействиях на ускорителях ИФВЭ, ФНАЛ, ЦЕРНА. Рост наклона этой корреляционной функции с энергией в соответствии с предсказаниями модели оказался связанным с увеличением доли более тяжелых /много-частичных/ адронных ассоциаций.

Далее /§ 8/ модель применяется для вычисления зависимости среднего числа частиц, родившихся вперед, от числа частиц, летящих назад. Результаты теоретических расчетов находятся в согласии с полученными недавно экспериментальными данными.

В девятом параграфе в рамках многокомпонентного подхода /3/ рассмотрена проблема единого описания топологических характеристик множественных распределений, средних множественностей, других корреляционных параметров и их энергетической зависимости для различных типов сталкивающихся при высоких энергиях адронов. Модель дает хорошее согласие с имеющимися экспериментальными данными по $pp, \bar{p}p, K^{\pm}p, \pi^{\pm}p$ соударениях в широком интервале энергий. Делаются выводы о свойствах адронных ассоциаций /кластеров, резонансов/ и механизмов образования вторичных частиц, в частности, показано возрастание при высоких энергиях вклада многочастичных адронных кластеров.

Четвертая глава посвящена изучению инклюзивных реакций с большими поперечными импульсами - одного из важных механизмов, приводящих к образованию большой множественности вторичных частиц.

С этой целью в десятом параграфе получены представления для инклюзивных сечений образования частиц с большими поперечными импульсами. При этом большое внимание уделяется анализу приближений, приводящих к кварк-партоновой картине взаимодействия адронов. Используется трехмерная формулировка квантовой теории поля, в которой волновые функции адронов имеют смысл амплитуд вероятности.

В одиннадцатом параграфе подробно рассмотрено приближение, когда в процессе соударения один из начальных адронов является лидирующим. Далее /§ 12/ изучены инклюзивные распределения и ассоциативная множественность в случае образования систем адронов с большими поперечными импульсами /механизм "струй"/. В частности, как одно из следствий этого механизма можно отметить универсаль-

ность описания глубокоупругих процессов с участием лептонов и адронов. Основное место в тринадцатом параграфе занимает исследование степенного поведения сечений инклюзивных процессов в области больших поперечных импульсов. Обсуждается степенной закон, который следует из полученных в этой главе представлений для инклюзивных сечений, если предположить, что для электромагнитных формфакторов адронов и дифференциальных сечений бинарных процессов справедливы правила кваркового счета. В этом случае сечение инклюзивного рождения частицы с большим поперечным импульсом имеет следующий вид:

$$\frac{d\sigma}{d^3p/E} (AB \rightarrow C+X) \sim P_1^{-N} F(x_1); \quad 141$$

причем автомодельная функция $F(x_1)$ и значения показателя степени N характеризуются структурой адрона /кварковыми "составляющими"/ и вычисляются по правилам кваркового счета.

В четырнадцатом параграфе обсуждаются рассмотренные выше приближения с точки зрения результатов экспериментального изучения инклюзивных процессов с большими P_1 .

Изучению многокомпонентного характера полуинклюзивных процессов с большими поперечными импульсами и корреляционного характера ассоциативной множественности посвящена пятая глава.

В пятнадцатом параграфе на основе вывода о сильной корреляционной зависимости $\langle n(P_1) \rangle$ от P_1 получен закон подобия для полуинклюзивных процессов

$$\langle n(P_1) \rangle \frac{d\sigma_n}{dP_1} / \frac{d\sigma}{dP_1} = \Psi(n/\langle n(\hat{P}_1) \rangle). \quad 151$$

Данная закономерность может рассматриваться как частное проявление свойства автомодельности, характерного для широкого круга явлений в процессах взаимодействия адронов при высоких энергиях.

В шестнадцатом параграфе изучается возможность выделения различных областей /компонент/ в фазовом пространстве конечного многочастичного состояния полуинклюзивных реакций. Анализ указывает на наличие в таком процессе нескольких компонент, в частности, механизма появления специфического для процесса жесткого соударения конуса частиц вперед-назад по отношению к выделенной частице /триггеру/ с большим P_1 .

Исследован вклад различных компонент в полуинклюзивное распределение, удовлетворяющее соотношению подобия /5/.

В семнадцатом параграфе это соотношение проанализировано в рамках метода ренормализационной группы. В частности, получено автомодельное решение для $\Psi(n/\langle n(\hat{P}_1) \rangle)$ и оценены поправки, связанные с возможным отклонением от автомодельного режима в определенных кинематических областях. Исследован аналог соотношения Вроблевского $\mathcal{D}(p)/\langle n(p) \rangle = f(p)$ для полуинклюзивных процессов и его связь с соотношением подобия /5/.

Подробному рассмотрению экспериментальных подтверждений закона подобия для полуинклюзивных реакций /5/ на основе данных, полученных на ускорителях ИФЭ и ЦЕРН, посвящен восемнадцатый параграф.

В Заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертации.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

1. А.Н.Сисакян. Теоретико-полевая модель множественного рождения частиц, основанная на приближении прямолинейных путей. Труды Международного семинара "Функциональные методы в квантовой теории поля и статистике", часть I, стр. 59, ФИАН, Москва, 1971.
2. В.М.Барбашов, С.П.Кулешов, В.А.Матвеев, Я.Н.Первушин, А.Н.Сисакян. "The poisson distribution of secondary particles in straight-line paths approximation". Nuovo Cimento, 4A, N4, p.731, 1971.
3. В.М.Барбашов, С.П.Кулешов, В.А.Матвеев, А.Н.Сисакян, А.Н.Тавкхелидзе. "Problem of quasipotential smothness in quantum field theory models". Nuovo Cimento, 4A, N1, p.182, 1971.
4. В.М.Барбашов, С.П.Кулешов, В.А.Матвеев, В.Н.Первушин, А.Н.Сисакян. "Исследование распределения вторичных частиц при высокоэнергетических адронных столкновениях в приближении прямолинейных путей". ТМФ, т.10, № 1, стр. 11, 1972.
5. С.П.Кулешов, В.А.Матвеев, А.Н.Сисакян. Multiple particle production in the straight-line path approximation. Fizika, 5, p. 67, 1973.
6. В.Г.Гришин, С.П.Кулешов, В.А.Матвеев, А.Н.Сисакян, Г.Янчо. "Множественное рождение заряженных частиц в π^+p и π^-n взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с". ЯФ, т.17, вып.6, стр.1281, 1973.

7. V.G.Grishin, S.P.Kuleshov, V.A.Matveev, A.N.Sissakian, G.Jancso "Joint description of charged distributions and correlations between neutral and charged particles in the π^-p and π^+n -interactions at $\sqrt{s} = 40$ Gev." Nuovo Cimento Letters, 8, p.290, 1973.
8. A.N.Sissakian. "Some regularities in the processes of high-energy multi-particle production". Research Institute for theoretical physics University of Helsinki, Finland, ISBN 951-45-0404-67 1974.
9. S.P.Kuleshov, V.A.Matveev, M.A.Smondirev, A.N.Sissakian, A.N. Tavkhelidze. "The straight-line path method in quantum field theory". University of Helsinki, Report series of physics N 80, ISBN 951-45-0444-57 1974.
10. А.Н.Сисакян. "Некоторые закономерности в процессах множественного рождения частиц". Труды Международной школы-семинара по актуальным проблемам физики элементарных частиц. Сочи, 1974, издание ОИЯИ, Р1,2-8529, Дубна, 1975, стр. 457.
11. С.П.Кулешов, В.А.Матвеев, М.А.Смондырев, А.Н.Сисакян. "Приближенные методы квантовой теории поля и концепции прямолинейных путей при высоких энергиях". Болгарский физический журнал, 1,3, стр. 223, 1974.
12. В.А.Матвеев, А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко. "Корреляционный характер ассоциативной множественности и автомодельное поведение сечений полуинклюзивных реакций". ЯФ, 23, 432, 1976.
13. В.А.Матвеев, А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко. "О зависимости средней множественности от поперечного импульса". Труды Международного семинара по глубоконеупругим и инклюзивным реакциям /Сухуми, 1975/. Издание АН СССР, стр. 142, 1975.
14. A.N.Sissakian. "Many-particle production". Труды Школы физиков ЦЕРН-ОИЯИ, JINR, E2-8825, E2-9086, Dubna, 1975.
15. В.Г.Гришин, С.В.Джмухадзе, И.А.Ивановская, А.Н.Сисакян и др. "Анализ полуинклюзивных одночастичных распределений в π^-p_L взаимодействиях при $\sqrt{s} = 40$ ГэВ/с." ЯФ, т.23, в.4, стр. 782, 1976.
16. N.S.Amaglobeli, V.K.Mutryushkin, A.N.Sissakian, L.A.Slepchenko, E.T.Tsivtsivadze. "Two-mechanism phenomenological model and charged correlations taking into account of strange particles in the πN -interactions at $\sqrt{s} = 40$ Gev.", JINR, E2-9362, Dubna, 1975.

17. Л.Н.Абесалашвили, ... А.Н.Сисакян и др. "Ассоциативные множественности заряженных частиц и автомодельное поведение полуинклюзивных спектров в πp -взаимодействиях при $\sqrt{s} = 40$ ГэВ". ОИЯИ I-9406, Дубна, 1975.
18. А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко. "Многокомпонентное описание множественных процессов". Труды IX Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975. Изд. ОИЯИ, стр. 153.
19. Л.Н.Абесалашвили, ... А.Н.Сисакян и др. "Исследование зависимости ассоциативной множественности от поперечного импульса в πp -взаимодействиях при 40 ГэВ/с". ЯФ, 26, в.2, стр. 329, 1977.
20. А.Н.Квинихидзе, В.А.Матвеев, А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко, А.Н.Тавхелидзе. "Процессы множественного рождения и инклюзивные реакции при высоких энергиях". Серпухов, стр. 300-316, 1976.
21. A.N.Sissakian. "Many-component description of many-particle processes". Mini-rap.talk at VIII Int.Conf. on High Energy Physics, Tbilisi, 1976, JINR D1,2-10400, A3-10, Dubna, 1977.
22. В.К.Митрюшкин, А.Н.Сисакян. "Многокомпонентное описание множественного рождения частиц при высоких энергиях". Труды международной школы молодых ученых по физике высоких энергий, Баку, 1976, ОИЯИ D2-10533, Дубна, 1977, стр. 277.
23. А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко. "Многокомпонентное описание зависимости средней множественности от поперечного импульса". Международное совещание "Процессы множественного рождения и инклюзивные реакции при высоких энергиях", Серпухов, 1976, ОИЯИ P2-10651, Дубна, 1977.
24. Я.З.Дарбаидзе, Н.В.Махалдиани, А.Н.Сисакян, Л.А.Слепченко. "Изучение автомодельного поведения полуинклюзивных распределений методом ренормализационной группы". ОИЯИ P2-10489, Дубна, 1977.
25. A.N.Sissakian, L.A.Slepchenko. "Many-component behaviour of multiparticle production processes. Dependence of multiplicities on the transverse momentum in semi inclusive processes". Fizika 10, p.21, 1978.
26. С.Щ.Мавродиев, В.К.Митрюшкин, А.Н.Сисакян, Г.Т.Торосян. "Многокомпонентное описание энергетической зависимости множественных распределений при высоких энергиях". ЯФ 30, 7, с. 245, 1979.

27. С.Ш.Мавродиев, А.Н.Сисакян, Г.Т.Торосян. "Топологические сечения и корреляционные эффекты во взаимодействиях адронов высоких энергий". Международный семинар по проблемам физики высоких энергий и теории поля. Серпухов, 1979. ОИЯИ, P2-12570, Дубна, 1979.

Цитированная литература

1. Н.Н.Боголюбов, Д.В.Ширков. Введение в теорию квантованных полей. 3-е изд., М., Наука, 1976.
Н.Н.Боголюбов, Б.В.Медведев, М.К.Поливанов. Вопросы теории дисперсионных соотношений. М., Физматгиз, 1958.
2. А.А.Логунов, М.А.Мествиришвили, Nguen Van Hieu. Phys.Lett., 1967, 25B, p.611;
А.А.Логунов, М.А.Мествиришвили, CERN, TH-1707, Geneva, 1973.
3. А.А.Логунов, Нгуен Ван Хьеу, О.А.Хрусталева. Сборник, посвященный Н.Н.Боголюбову в связи с его шестидесятилетием. М., Наука, 1969.
4. Н.Н.Боголюбов, В.С.Владимиров, А.Н.Тавхелидзе. ОИЯИ, P2-6342, Дубна, 1972.
В.А.Матвеев, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелидзе. ОИЯИ, P2-5443,4824, 4578, Дубна, 1969.
В.А.Матвеев, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелидзе. ЭЧАЯ, 2,7,1970.
5. В.В.Ежела, А.А.Логунов, М.А.Мествиришвили. ИФВЭ, СТФ-72-1, Серпухов, 1972.
6. S.P.Kuleshov, V.A.Matveev, A.N.Sissakian. Fizika, 1973,5,p.67.
A.N.Sissakian. JINR,E2-90B6, Dubna, 1975,p.243.
7. E.L.Feinberg. Phys.Rept.,56,237,1972.
И.В.Андреев, И.М.Дремин. УФН, 122, 37, 1977.
E.Fermi.Progr.Theor.Phys. 5, 570, 1950.
Л.Д.Ландау. Известия АН СССР /сер.физ./ 17, 51, 1953.
R.Hagedorn. Nuovo Cimento 35, 216, 1965.
8. H.Cheng, T.T.Wu. Phys.Rev.Lett. 23, 670, 1969.
J.Venckes, T.T.Chou, C.N.Yang, E.Yen. Phys.Rev. 88, 2159,1969.
M.Jacob, R.Slansky. Phys.Rev. D5, 1847, 1972.
Е.Л.Фейнберг, Д.С.Чернавский. ДАН СССР, сер.физ., 31,795,1951.
9. D.Amati, A.Stanghellini, S.Fubini. Nuovo Cim.26,896,1962.
F.Zachariazen. Phys.Rept. 26, 1, 1971.
I.M.Dremin, A.M.Dunaevsky. Phys.Rep. , 18C, 159, 1975.

- A.Mueller. Phys.Rev., D2, 224, 1963 /1970/
В.А.Абрамовский, В.Н.Грибов, О.В.Канчели. ЯФ, 18, 595,1973.
К.А.Тер-Мартirosян. Издание ИТЭФ, Москва, № 70, 71, 1975;
№ 7, II, 1976.
Ю. С.Н.Вернов, Е.Л.Фейнберг. ОИЯИ P1,2-8529, Дубна, 1975.

*Рукопись поступила в издательский отдел
11 апреля 1980 года.*