

C - 473



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2-84-93

СЛЕПЧЕНКО

УДК 539.12.01

Леонид Алексеевич

**ИНКЛЮЗИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ
С БОЛЬШИМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ
В КВАНТОВОЙ ХРОМОДИНАМИКЕ**

Специальность: 01.04.02 - теоретическая
и математическая физика

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук

Дубна 1984

Работа выполнена в Институте физики высоких энергий
Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени государственного
университета

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
профессор

М.А. Мествиришвили

доктор физико-математических наук
профессор

В.Я. Файнберг

доктор физико-математических наук
профессор

Р.Н. Фаустов

Ведущая организация - Математический институт им. В.А. Стеклова
АН СССР (Москва)

Автореферат разослан " _____ " _____ 1984 г.

Защита диссертации состоится " _____ " _____ 1984 г.
на заседании Специализированного совета ДО 47.01.01 Лаборатории
теоретической физики Объединенного института ядерных исследований,
Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Объединенного
института ядерных исследований.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

Р.А. Асанов

Цель работы. Целью настоящей диссертации является исследование асимптотического поведения сечений глубоконеупругих и инклюзивных процессов при больших поперечных импульсах в рамках квантовой хромодинамики и на основе составной структуры адронов.

Актуальность проблемы. Достигнутый к настоящему времени прогресс в понимании структуры элементарных частиц связан с изучением процессов столкновения частиц при высоких энергиях и больших переданных импульсах.

Важнейшим шагом на пути теоретического и экспериментального исследования структуры элементарных частиц и динамики сильных взаимодействий явился выдвинутый и развитый А.А. Логановым с сотрудниками принципиально новый - инклюзивный подход в теории множественного рождения частиц, положивший начало новому направлению в физике высоких энергий.

Именно при изучении инклюзивных процессов были обнаружены свойства масштабной инвариантности при высоких энергиях (ИФВЭ, Серпухов), найдено прямое подтверждение наличия точечноподобной кварковой структуры частиц (СЛАК, Стэнфорд) и т.п.

Теоретическое исследование этих явлений на базе принципов локальной квантовой теории поля привело к возникновению понятия автомодельных асимптотик (В.А. Матвеев, Р.М. Мурадян, А.Н. Тавхелидзе), позволяющих, исходя из законов физического подобия и анализа размерностей, установить характер асимптотического поведения амплитуд и факторов адронов. В работах Н.Н. Боголюбова, В.С. Владимирова, А.Н. Тавхелидзе были найдены достаточные, а в определенных случаях и необходимые условия существования автомодельных асимптотик в квантовой теории поля. Давая теоретическую основу для понимания наиболее общих, модельно-независимых черт масштабных закономерностей, подобный асимптотический подход не может, естественно, претендовать на выяснение конкретного вида характеризующих автомодельную асимптотику функций безразмерных (масштабно-инвариантных) отношений кинематических переменных, который определяется динамикой взаимодействия. Дополнительная информация, позволяющая установить вид этих функций, может быть найдена исходя из соображений о составной кварковой природе адронов.

Предметом настоящей диссертации является исследование динамики процессов, происходящих при больших энергиях и передачах импульса. Эти процессы объединяют довольно широкий круг явлений, от глубоконеупругого лептон-адронного рассеяния и $e^+ e^-$ -аннигиляции до образования массивных лептонных пар, прямых лептонов, фотонов, адронов и струй в адронных столкновениях с большими поперечными импульсами.

После экспериментов 1972 года на встречных пучках в ЦЕРНе, где

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

наблюдались аномально большие сечения процесса $pp \rightarrow \pi^0 + X$, образование частиц с большими P_T привлекает пристальное внимание.

Сейчас уже накоплено большое количество экспериментальных данных, подтверждающих закон медленного степенного убывания инклюзивных и эксклюзивных сечений при больших поперечных импульсах.

Кварк-партоновая интерпретация этих явлений оказывается уже недостаточной для описания более детальных свойств взаимодействия адронов на малых расстояниях. Считая, что характерные для этих взаимодействий пространственно-временные интервалы намного меньше эффективных размеров адронов (размеров области удержания кварков), можно надеяться свести изучение наиболее существенных особенностей процессов с большими поперечными импульсами к анализу элементарных реакций взаимодействия кварков и глюонов на малых расстояниях.

Теоретической базой для более глубокого понимания этих явлений служит квантовая хромодинамика (КХД). В КХД намечился новый подход к ряду актуальных проблем. Особый интерес в связи с последними экспериментами приобрела проблема степенных автомодельных асимптотик сечений глубокоэластичных и инклюзивных реакций.

В рамках развитой в КХД теории возмущений стало возможным описание процессов взаимодействия кварков и глюонов в реакциях электрон-позитронной аннигиляции и глубокоэластичного лептон-адронного рассеяния. Однако рассмотрение соответствующих задач в адрон-адронных соударениях с большими передачами импульса сталкивается с рядом проблем. В частности, требует выяснения характер асимптотики сечений образования адронов и струй в этих реакциях, их связь с явлением нарушения скейлинга в глубокоэластичных лептон-адронных процессах и др.

Научная новизна. Развита метод кваркового счета в теории глубокоэластичных и инклюзивных реакций при больших переданных импульсах. Метод основан на представлении о составной структуре адронов и квантовой хромодинамике.

Впервые предложено соотношение подобия для полунинклюзивных реакций, на основе которого предсказаны новые масштабные закономерности в поведении полунинклюзивных сечений и ассоциативных средних множественностей.

Впервые сформулированы правила кваркового счета аномальных размерностей в КХД, определяющие логарифмические поправки к точечно-подобным степенным асимптотикам сечений процессов с большими передачами импульса.

Практическая ценность. Метод и оригинальные результаты, изложенные в диссертации, нашли широкое применение при изучении структу-

ры адронов на малых расстояниях. Так, например, предложенная формула для эффективных степеней убывания сечений адронных соударений

$\sigma_{\text{эфф}}$ уже неоднократно использовалась во многих исследованиях, в том числе экспериментальных.

Применение метода кваркового счета аномальных размерностей в случае синглетных по группе ароматов функций распределения позволяет учесть все возможные партонные подпроцессы в адронных соударениях. Отметим также результаты по вычислению эталонных сечений жесткого рассеяния партонов в КХД со скалярными кварками и суперсимметричной КХД.

НА ЗАЩИТУ ВЫДЕЛЯЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ:

1. В рамках представлений о составной структуре адронов предложен и развит подход к изучению автомодельного поведения сечений инклюзивных и полунинклюзивных процессов с большими поперечными импульсами.

2. Сформулирован и обоснован метод кваркового счета инклюзивных сечений произвольных жестких процессов в адронных соударениях.

3. На основе правил кваркового счета аномальных размерностей в КХД (включая спонтанно-нарушенные и суперсимметричные версии КХД) получено решение проблемы " P_T^{-4} " в адронных соударениях.

Содержание работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и приложения, содержит 259 страниц машинописного текста, 10 таблиц, 36 рисунков, библиографии из 219 наименований.

Во введении сделан обзор современного состояния представлений о структуре адронов в рамках кварк-партоновой модели и КХД. Дается краткий перечень основных вопросов, затронутых в диссертации.

Изучению квантовохромодинамических эффектов на основе трехмерных квазипотенциальных уравнений (Logunov A.A., Tavkhelidze A.N. Nuovo Cim., 1963, v.29, p.380) посвящена I глава диссертации. В ней, в частности, показано, как в рамках трехмерной формулировки квантовой теории поля составных систем было получено общее интегральное представление для инклюзивных распределений, зависящее существенным образом от свойств волновых функций кварков и дифференциальных сечений их взаимодействия.

Для процессов образования адронов с большими P_T в формализме нуль-плоскости этот подход дает возможность оценить относительную важность различных приближений в кварк-партоновой картине взаимодействия и получить инклюзивные распределения для одночастичного и одно- и двухструйного образования при больших P_T в высокоэнергетических лептон-адронных и адрон-адронных соударениях.

Применение принципа автомодельности для электромагнитных форм-

факторов и дифференциальных сечений эксклюзивного рассеяния адронов приводит к кварковому счету для инклюзивных реакций процессов с большими P_T , в согласии с результатами СМ (Sivers D., Brodsky S., Blankenbecker R., Phys. Reports, 1976, v.23, p.1)

$$\frac{d\sigma^{AB \rightarrow C}}{d^3p/E} \sim p_T^{-N} F(x_T, \theta),$$

$$N = 2[(n_a + n_b + n_c + n_d) - 2].$$

Использование трансформационных свойств адронных волновых функций на нуль-плоскости позволяет получить некоторые весьма важные свойства явлений образования адронов с большими P_T только из кинематических рассуждений.

В случае образования лидирующих частиц с большими поперечными импульсами получено общее представление, включающее эффекты продольного движения кварков внутри адронов. В "статическом" режиме показано, что распределение лидирующих частиц при больших P_T сводится к произведению глубоконеупругого сечения кварка на адроне на квадрат электромагнитного формфактора частицы в начальном пучке.

На основе полученных представлений для многочастичных (многоструйных) распределений установлена связь корреляционных функций и ассоциативных множественностей при больших передачах импульса в согласии с предложенным нами соотношением подобия для полуинклюзивных реакций

$$\langle n(\vec{p}) \rangle \frac{d\sigma_n}{d\vec{p}} \bigg| \frac{d\sigma}{d\vec{p}} = \Psi(n / \langle n(\vec{p}) \rangle).$$

В рамках уравнений ренормгруппы для полуинклюзивных сечений был найден класс решений, удовлетворяющий предложенному соотношению подобия и установлена его связь с КНО -скейлингом. Далее, на базе предложенного соотношения подобия была развита феноменология струйного механизма ассоциативных средних множественностей с большими P_T . В частности, некоторые результаты, полученные в этом подходе, были использованы при постановке эксперимента на ISR в ЦЕРНе.

Исследование адронных реакций образования частиц с большими поперечными импульсами позволяет провести непосредственное изучение кварковой структуры адронов и взаимодействия точечных составляющих на очень малых расстояниях.

Рассмотрению жестких адронных процессов в кварк-партоновой модели посвящается II глава диссертации. В ней рассмотрена связь нарушения бёркеновского скейлинга партоновой модели в глубоконеупругих лептон-адронных процессах и характера степенного поведения сечений образования адронов при больших поперечных импульсах. В частности,

рассмотрены некоторые следствия нарушенного скейлинга в наблюдаемых отклонениях сечений инклюзивных адронных спектров от канонического P_T^{-4} закона. Результаты анализа позволяют связать в аналитической форме показатель степенного закона N в $E \frac{d\sigma}{d^3p} \sim P_T^{-N}$ с параметрами нарушения скейлинга в глубоконеупругих структурных функциях и установить роль кварковых распределений при различных значениях переменных x и Q^2 . Этот анализ позволяет утверждать, что наблюдаемые данные по образованию частиц с большими P_T могут быть объяснены как результат "экранирования" точечного P_T^{-4} -кваркового поведения, т.е. связью $N = 4 + \epsilon(a, b, c)$. Параметры экранировки описывают нарушение скейлинга в функциях распределения и фрагментации кварков и определяются из данных по глубоконеупругому рассеянию лептонов.

Далее, на основе совокупности мировых экспериментальных данных в § 9 II главы анализируется степенной закон

$$E d\sigma/d^3p(AB \rightarrow CX) \sim p_T^{-N} (1-x_T)^M, \quad x_T = 2p_T/\sqrt{s}$$

убывания одночастичных инклюзивных спектров при больших поперечных импульсах. Полученные результаты демонстрируют зависимость фитируемых параметров N и M от области изменения переменных P_T , x_T и θ .

Недавние исследования показали, что представления о кварк-глюонной структуре адронов, проявляющейся в глубоконеупругих лептон-адронных столкновениях, составляют весьма удобный подход к пониманию инклюзивных процессов в адрон-адронных соударениях при высоких энергиях как с большими, так и с малыми поперечными импульсами. При этом изучение множественного рождения в адронных процессах приобретает новые аспекты. Один из них - кварк-глюонный механизм элементарного акта взаимодействия адронов, определяющий структуру и состав многочастичных конечных состояний. Второй - струйная картина продуктов реакции: наблюдаемые вторичные частицы в основном коллимированы вдоль осей сталкивающихся составляющих. В § 9 обращается внимание на возможную связь импульсных (x)-распределений быстрых адронов в области фрагментации адронных соударений и в глубоконеупругом рассеянии лептонов. Нами показано, что нарушение скейлинга мезонных спектров по продольному импульсу (x) того же типа, что у структурных функций распределения и распада кварков в глубоконеупругом рассеянии, инициированном лептонами. Кроме того, объясняется, что отклонение от предсказаний КХД для неупругих формфакторов адронов может быть понято при учете флуктуаций по поперечному импульсу взаимодействующих кварков (глюонов) внутри адронов.

III глава диссертации посвящена изучению квантохромодинамических поправок к точечно-подобным степенным асимптотикам сечений инклюзивных процессов с большими энергиями и передачами импульсов. Адронные процессы при больших поперечных импульсах $hh \rightarrow jet + \dots$, $hh \rightarrow \ell \bar{\ell} + \dots$, $hh \rightarrow h + \dots$ и др. могут быть поняты в картине, предполагающей образование струй с большими P_T как следствие бинарного рассеяния кварков и глюонов, составляющих начальные адроны. Аналогично случаю глубоконеупругого рассеяния лептонов, сечение адронной реакции может быть записано в факторизованном виде

$$d\sigma^{ggp}(\rho_A \rho_B \rho_C) = \sum_{abc} \int F_a^A(x_a, \rho_A) F_b^B(x_b, \rho_B) \times \\ d\tilde{\sigma}_{ab-c}^{nprt}(x_a, \rho_A, x_b, \rho_B, \frac{1}{x_c}) \mathcal{D}_c^c(x_c, \rho_c) dx_a dx_b dx_c,$$

где $d\tilde{\sigma}/d\hat{t}$ - сечение жесткого рассеяния составляющих, определяемое соответствующими борновскими диаграммами КХД. С учетом определения функций распределения и фрагментации партонов в главном логарифмическом приближении КХД в §§ 10 и 11 получена общая формула, составляющая основу правила кваркового счета аномальных размерностей (ПКСАР).

$$E \frac{d\tilde{\sigma}}{d^3p} (A + B + C + \dots) = P_T^{-4} \alpha_s^2(P_T^2) \frac{(1-x_R)^{s-1}}{\Gamma(s)} \times \\ \left[\left(\frac{\alpha_s(P_T^2)}{\alpha_s(K_T^2)} \right)^{-\mathcal{N}(s) - \frac{16}{25} \log(1-x_R)} \right] H$$

Здесь P_T^{-4} - точечно-подобное сечение qq - взаимодействия, $s = \sum_H 2N_s = \sum_{abc} 2(N_s - 1)$ - удвоенное полное число пассивных кварков (спектаторов), принадлежащих участвующим в реакции адронам, H - полное число активных жестких кварков, $\mathcal{N}(s) = -\frac{4}{25} [1 + 4 \sum (1/\kappa) - \frac{2}{5(s+1)}]$ - аномальная размерность, соответствующая несинглетной функции распределения (фрагментации) кварков.

ПКСАР определяют логарифмические поправки к точечно-подобным степенным асимптотикам сечений инклюзивных процессов с большими передачами импульса и $x_T \rightarrow 1$ - через аномальные размерности распределений кварков и глюонов. При этом индексы соответствующих аномальных размерностей приобретают физический смысл и оказываются связанными с числами активных и пассивных составляющих адронов (кварков и глюонов), участвующих в реакции. Таким образом, анализ эффектов, нарушающих масштабную инвариантность в КХД, позволяет установить со-

ответствующий характер экранирования закона P_T^{-4} в кварк-глюонных компонентах сечений процессов жесткого соударения адронов. Отметим, что в различных асимптотических режимах (различающихся областями фазового пространства вторичных частиц) необходимо отличать различные возможности приближений сечений к точечно-подобному режиму P_T^{-4} . В последнем § 12 III главы рассмотрен подробно другой важный физический случай, так называемый предел слабого экранирования. Этот случай соответствует области малых значений переменных $x_T(x_R) \rightarrow 0$ и определяется приближением к некоторым граничным значениям поперечного импульса кварков (глюонов) $P_T \geq P_T^*$ при возрастающих и достаточно больших энергиях налетающих частиц \sqrt{s} . В этом пределе показано, что сечения определяются усредненными эффектами нарушения скейлинга вблизи малых значений x и приводят к слабому отклонению от масштабного поведения P_T^{-4} , в согласии с ограничениями, налагаемыми основными принципами локальной квантовой теории поля.

При изучении нарушенного скейлинга в рамках КХД часто оказывается необходимым учитывать вклады синглетных по группе ароматов комбинаций партонных функций распределения. В особенности это важно иметь в виду при формулировке правил кваркового счета, так как степень нарушения скейлинга отдельных их компонент различна. Ввиду того, что сформулированные в § 11 ПКСАР основывались, в основном, на несинглетных комбинациях структурных функций (например, типа $F_q - F_{\bar{q}}$), в IV главе диссертации изучается более общий случай, распространяющийся на сечения образования адронов и струй с большими P_T при учете синглетных состояний и всевозможных партонных процессов жесткого рассеяния. С этой целью в § 13 изучаются уравнения, определяющие "эволюцию" с Q^2 плотностей кварковых и глюонных распределений $q(x, Q^2)$, $G(x, Q^2)$, справедливые в теории возмущений произвольной ренормируемой калибровочной теории поля. Выбирая в качестве начальных условий при $Q^2 = Q_0^2$ и $x \rightarrow 1$ значения структурных функций, диктуемые правилами кваркового счета (Matveev V.A., Muradyan R.M., Tavkhelidze A.N., Lett. Nuovo Cim., 1973, v.7, p.719; Brodsky S., Farrar G., Phys. Rev. Lett., 1973, v. 31, p. 1153) эволюционные уравнения решаются методом преобразования Меллина. Используя аналогичные решения для функций фрагментации партонов $\mathcal{D}(z, Q^2)$ и анализируя вклады возможных элементарных подпроцессов жесткого рассеяния (qq , $q\bar{q}$, $g\bar{g}$, ...) в инклюзивные сечения образования струй и одиночных адронов в адронных соударениях с большими P_T , мы приходим к формулировке ПКСАР, позволяющих в рамках главного логарифмического приближения КХД с помощью алгебраических процедур записать асимптотики при больших $P_T(x_T)$ инклюзивных сечений произвольных процессов с учетом всех возможных элементарных

подпроцессов и синглетных состояний. Результаты для соответствующих инклюзивных сечений при больших $P_T(x_T)$ представляются в виде разложения в ряд по степеням $\xi = 1 - x_T$

$$(Ed\sigma/d^3p)_{AB-CX} \sim \left(\frac{\alpha_s}{P_T^2}\right)^{2+2D(A+B+C)} \sum_i C_i(\alpha_s)^{A(i)} \xi^i$$

Коэффициенты разложения определяют последовательные степени логарифмов убывания сечений, связанные с вкладами невалентных (спектаторных) компонент волновых функций адронов.

В последнем, 15 параграфе IV главы, изучается вопрос влияния высших приближений КХД на асимптотическое поведение сечений инклюзивных процессов с большими переданными импульсами. Показано, что вид логарифмических факторов, характеризующих отклонение от скейлинга инклюзивных сечений, определяется кварковой структурой адронов и что учет двухпетлевых поправок в функциях распределения и фрагментации кварков не нарушает универсального характера ПКСАР.

У главы диссертации посвящена, в основном, рассмотрению феноменологических следствий ПКСАР и сравнению теоретических результатов с экспериментальными данными по образованию одиночных адронов и струй с большими P_T в широком интервале энергий $\sqrt{s} = (10 + 540)$ ГэВ. Ввиду того, что ПКСАР дают алгоритм вычислений асимптотик сечений жесткого рассеяния адронов вплоть до двухпетлевых логарифмических поправок КХД к точечно-подобному степенному закону P_T^{-4} , феноменологический анализ удобно проводить в терминах эффективных степеней $\sigma \sim P_T^{-n_{\text{эфф}}}$, несущих информацию о поправках к каноническому значению $n = 4$, связанных с кварковой структурой участвующих в реакции адронов. В § 16 приводится полученное нами беспараметрическое решение проблемы " P_T^{-4} " в адронных столкновениях.

$$n_{\text{эфф}}(x_T) = 4 - 2[2 - 2z \ln 2 + H\mathcal{D}(m)] R\left(\frac{S_1}{S_2}\right),$$

$$\mathcal{D}(m) = d(m) - z\left(\frac{1}{m} + \ln(1 - x_T)\right)$$

- аномальная размерность несинглетных функций распределения кварков, и

$$\left|R\left(\frac{S_1}{S_2}\right)\right| = \frac{\log(\alpha_s(S_1)/\alpha_s(S_2))}{\log(S_1/S_2)}$$

- функция кваркового "разрешения".

Заметим, что это решение выражается на языке логарифмических поправок теории возмущений к размерным степенным асимптотикам. Вели-

чина этих поправок на малых расстояниях определяется кварковым составом адронов в реакции. Отклонение от точечно-подобного P_T^{-4} поведения увеличивается с ростом полного числа пассивных составляющих адронов. Далее, в У главе изучаются следствия ПКСАР в случае произвольных углов рассеяния и различных отношений выходов частиц с большими P_T . В случае, когда адроны, участвующие в жестком рассеянии, отличаются на определенное число кварков, сформулированы так называемые правила кварковых интервалов. Сравнение полученных результатов с экспериментальными данными при существующих энергиях дают подтверждение предпосылок, лежащих в основе ПКСАР, и позволяют делать предсказания для экспериментов на будущих поколениях ускорителей.

Успехи пертурбативной КХД применительно к жестким адронным процессам позволили приблизиться непосредственно к пониманию того, как адроны составлены из полей КХД - кварков и глюонов. Современные модификации КХД, спонтанно-нарушенные, объединенные и суперсимметричные модели значительно обогащают спектр составляющих партонов и, соответственно, новых адронов. При этом оказывается, что изучение свойств этих новых состояний (скалярных кварков, хиггсовских частиц, суперсимметричных партнеров кварков и глюонов) удобно проводить в столкновениях адронов с большими P_T или в образовании соответствующих струй на 90° . Анализу этих процессов посвящена последняя, VI глава диссертации.

В работах (Tavkhelidze A.N., INR, P-0267, Moscow, 1982; Chetyrkin K.G., Ignatiev A.Yu., Matveev V.A., Shaposhnikov M.E., Tavkhelidze A.N. Phys.Lett., 1982, v.117B, p.252), посвященных проблеме существования цветных скалярных кварков, при рассмотрении процесса e^+e^- -аннигиляции было найдено, что масштаб масс новых адронов, являющихся связанными состояниями скалярных частиц, при отличном от нуля конденсате $\langle \varphi^+ \varphi \rangle$, может составлять величину порядка $(10+100)$ ГэВ. В § 20 VI главы диссертации анализируется возможность экспериментального наблюдения скалярных струй и адронных состояний, содержащих цветные скаляры в адронных соударениях с большими P_T . В частности, предположение о принадлежности скалярных кварков к высшим мультиплетам цветной $SU(3)_c$ группы приводит к большим сечениям инклюзивного образования (на $\theta = 90^\circ$) струй скалярных кварков, которые должны наблюдаться уже при достижимых энергиях в адронных соударениях. В работе рассчитаны сечения с учетом массовых поправок образования скалярных струй в глюон-глюонном и кварк-антикварковом каналах и указаны наиболее удобные критерии их детектирования.

Существование суперпартнеров частиц и партонов КХД подразумевает, по существу, модификацию экспериментального анализа сильных взаимодействий. Это касается, в частности, вопросов нарушенного скейлинга

структурных функций последних и сечений жесткого рассеяния с большими передачами импульса. Так как суперсимметричные партоны принадлежат к присоединенному представлению цветной $SU(3)$ -группы (глюино в $N = 1, 2$ и скалярный кварк с глюино в $N = 2$ КХД), эти изменения могут оказаться весьма существенными для целого ряда сечений жесткого рассеяния элементарных составляющих адронов. С этой целью в § 21 приведены вычисления дифференциальных сечений борновского рассеяния суперпартнеров кварков и глюонов и предложены некоторые тесты для их экспериментального наблюдения.

В заключении перечислены основные результаты, полученные в настоящей диссертации, которые сводятся к следующему:

1. Сформулирован и развит метод кваркового счета для описания инклюзивных сечений произвольных жестких процессов в квантовой хромодинамике.
2. Получено общее интегральное представление для инклюзивных одно- и многочастичных распределений, зависящее существенным образом от свойств в волновых функциях составляющих на нуль-плоскости и дифференциальных сечений их взаимодействия.
3. На базе полученных представлений для инклюзивных сечений исследован режим образования струй и механизм лидирования частиц с большими P_T , включающие эффекты продольного движения кварков внутри адрона.
4. На основе правил кваркового счета инклюзивных процессов разработан подход к изучению автомодельного поведения сечений инклюзивных и полунклюзивных реакций при больших переданных импульсах.
5. Получено аналитическое решение зависимости показателя степенного убывания N инклюзивных сечений образования адронов и адронных струй от параметров нарушения скейлинга структурных функций глюооко-неупругого лептон-адронного рассеяния.
6. В области $\omega_p \gg 1 (\omega_p = \sqrt{s}/2/\bar{p}_1)$ предсказан режим "слабого экранирования", допускающий минимальное (P_T^{-3}) падение инклюзивных сечений образования адронных струй.
7. Впервые сформулированы правила кваркового счета аномальных размерностей в КХД.
8. Проведен детальный анализ правил КСАР в синглетном по группе ароматов случае и с учетом высших порядков теории возмущений КХД.
9. Получено решение проблемы " P_T^{-4} " в адронных соударениях при произвольных углах рассеяния.
10. В рамках суперсимметричного расширения КХД и КХД со скалярными кварками получены формулы для дифференциальных сечений рассеяния суперсимметричных партонов (скалярных кварков и глюино).

Апробация работ. Основные результаты диссертации докладывались на ХУШ, ХІХ, ХХІ Международных конференциях по физике высоких энергий (Тбилиси-76, Токио-78, Париж-82), на I-V Международных семинарах по физике высоких энергий и квантовой теории поля (Протвино, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982), на Международных семинарах "Кварки-80" и "Кварки-82" (Сухуми, 1980, 1982), на Сессиях ОЯЭ АН СССР (1978-1982), на X-XV Международных школах по физике высоких энергий (1976-1982), на научных семинарах ЛТФ ОИЯИ и ИФВЭ ТГУ.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Квинихидзе А.Н., Матвеев В.А., Сисакян А.Н., Слепченко Л.А., Тавхелидзе А.Н. Метод кваркового счета для инклюзивных процессов. Труды Международного совещания "Процессы множественного рождения и инклюзивные реакции при высоких энергиях", ИФВЭ, Протвино, 1977, с. 300-316.
2. Kvinikhidze A.N., Matveev V.A., Sissakian A.N., Slepchenko L.A., Tavkhelidze A.N., Quark counting rules for inclusive reactions, JINR, D2-0297, Dubna, 1976.
3. Slepchenko L.A., Large P_T inclusive distributions in composite models, Proc. 18th Int. Conf. on High Energy Physics, Tbilisi, 1976, JINR, D1,2--100400, v.1, p. 4-13-15, Dubna, 1977.
4. Слепченко Л.А. Процессы с большими поперечными импульсами. Кварковая структура адронов и ядер. Труды X Международной школы по физике высоких энергий, Баку, 1976, ОИЯИ, Д2-10533, с. 362-397, Дубна, 1977.
5. Матвеев В.А., Сисакян А.Н., Слепченко Л.А. Корреляционный характер ассоциативной множественности и автомодельное поведение сечений полунклюзивных реакций, ЯФ, 1976, т. 23, с. 432-437.
6. Дарбаидзе Я.З., Махалдiani Н.В., Сисакян А.Н., Слепченко Л.А. Изучение автомодельного поведения полунклюзивных распределений методом ренормгруппы, ТМФ, 1977, т. 34, с. 303-310.
7. Matveev V.A., Slepchenko L.A., Tavkhelidze A.N., Scale violations in deep inelastic lepton-hadron processes and the power law in hadron collisions at high P_T , JINR E2-11580, Dubna, 1978.
8. Amaglobeli N.S., Slepchenko L.A. et al., Power falloff behavior of the high P_T inclusive cross sections, JINR, E2-11581, Dubna, 1978.
9. Абесалашвили Л.Н., Слепченко Л.А. и др. Влияние поперечного импульса на спектры быстрых мезонов в кварковых струях, ЯФ, 1980, т. 32, с. 1082-1090.
10. Абесалашвили Л.Н., Слепченко Л.А. и др. Энергетическая зависимость распределений мезонов в кварковых струях, ЯФ, 1980, т. 32, с. 1420-1427.

- II. Матвеев В.А., Слепченко Л.А., Тавхелидзе А.Н.. Правила кваркового счета и явление масштабной инвариантности при высоких энергиях, I Международный семинар по физике высоких энергий и квантовой теории поля, Протвино, 1978, т. 2, с. 22-30.
12. Matveev V.A., Slepchenko L.A., Tavkhelidze A.N., Quark counting rules at large P_T , JINR, E2-11849, Dubna, 1978.
13. Матвеев В.А., Слепченко Л.А., Тавхелидзе А.Н.. Правила кваркового счета при больших P_T , II Международный семинар по физике высоких энергий и квантовой теории поля, Протвино, 1979, с. 526-545.
14. Matveev V.A., Slepchenko L.A., Tavkhelidze A.N., Anomalous dimension quark counting at large transferred momenta in QCD, Phys. Lett., 1981. v.3100, p. 75-78.
15. Матвеев В.А., Слепченко Л.А., Тавхелидзе А.Н.. Правила кваркового счета аномальных размерностей в КХД, III Международный семинар по физике высоких энергий и квантовой теории поля, Протвино, 1980, с. 187-192.
16. Слепченко Л.А. Процессы с большими P_T в КХД, Международная школа по физике высоких энергий, Дубна, 1980, ОИЯИ, Д2-81-158, с. 265-295, Дубна, 1981.
17. Авалиани И.С., Матвеев В.А., Слепченко Л.А. Кварковый счет аномальных размерностей для синглетных распределений, ТМФ, 1982, т. 54, с. 163-173.
18. Авалиани И.С., Матвеев В.А., Слепченко Л.А. Кварковый счет аномальных размерностей в высших порядках КХД, ТМФ, 1982, т. 53, с. 339-350.
19. Avalliani I.S., Matveev V.A., Slepchenko L.A., Anomalous dimensional quark counting of hard processes in QCD.. Sov. Phys. Usp., 1983, v.26, p.81-103.
20. Радюшкин А.В., Слепченко Л.А. Экспериментальный статус КХД, XV Международная школа по физике высоких энергий, Дубна, 1982, ОИЯИ, Д2, 4-83-179, с. 408-455, 1983.
21. Авалиани И.С., Матвеев В.А., Слепченко Л.А. Проблема P_T^{-4} в адронных соударениях, У Международный семинар по физике высоких энергий и квантовой теории поля, Протвино, 1982, с. 321-336.
22. Авалиани И.С., Матвеев В.А., Слепченко Л.А. Феноменологический анализ процессов адронного рождения частиц с большими P_T в КХД, ОИЯИ, P2-83-456, Дубна, 1983.
23. Авалиани И.С., Матвеев В.А., Слепченко Л.А. Рождение цветных скалярров при больших передачах импульса, ОИЯИ, P2-83-457, Дубна, 1983.
24. Матвеев В.А., Слепченко Л.А. Рассеяние суперсимметричных партоннов при больших передачах импульса, ОИЯИ, P2-83-465, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 февраля 1984 года.