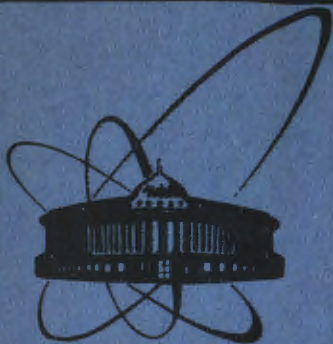


12/III-84



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

1321/84

P2-83-842

Ю.П.Иванов, С.Г.Коваленко

КХД ПРАВИЛА СУММ
КОНЕЧНОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТИПА

Направлено в журнал "Письма в ЖЭТФ"

1983

Значительный прогресс в изучении целого ряда проблем адронной физики в рамках квантовой хромодинамики /КХД/ связан с применением правил сумм и идей кварк-адронной дуальности ^{1/}. Адекватная математическая формулировка принципа дуальности во взаимодействиях элементарных частиц достигается на основе конечно-энергетических правил сумм /FESR/ ^{2/}. В настоящей работе показано, каким образом подобные правила сумм могут быть получены непосредственно в рамках КХД. Продемонстрируем метод в простейшем случае: для структурных функций F_i глубоконеупругого рассеяния в главном логарифмическом приближении КХД теории возмущений.

Будем исходить из хорошо известного предсказания КХД ^{3/}:

$$\langle F_i(Q^2) \rangle_n = \langle F_i(Q_0^2) \rangle_n \exp\{-d_n s(Q^2)\}, \quad /1/$$

где

$$\langle F_i(Q^2) \rangle_n \equiv \int_0^1 dx \cdot x^{n-1} \cdot F_i(x, Q^2) - \quad /2/$$

моменты структурных функций;

$$d_n = \frac{4}{3} \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{n(n+1)} + 2 \sum_{j=2}^n \frac{1}{j} \right]; \quad s(Q^2) = \frac{2}{11 - \frac{2}{3} n_f} \ln \frac{\ln Q^2 / \Lambda^2}{\ln Q_0^2 / \Lambda^2},$$

n_f - число кварковых ароматов.

Задача состоит в том, чтобы ввести в подынтегральное выражение ^{2/} "режущий" фактор, обеспечивающий подавление области интегрирования вне заданного интервала $x \in [x_{\min}, x_{\max}]$. В результате придем к правилам сумм конечноэнергетического типа с бьеркеновским $x = Q^2 / 2M\nu / \nu$ и Q^2 - энергия и квадрат 4-импульса, переданные во взаимодействии нуклону массы M / в роли энергетической переменной.

Предлагаемый метод сводится к следующим математическим преобразованиям уравнения ^{1/}.

1. Считая переменную n непрерывной, возьмем от обеих частей уравнения ^{1/} m -кратную производную по n . Полученное соотношение

$$\langle F_i(Q^2) \rangle_n^{(m)} = \sum_{k=0}^m C_m^k \langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(k)} (\exp\{-d_n s(Q^2)\})^{(m-k)} \quad /3/$$

содержит величину

$$\langle F_i(Q^2) \rangle_n^{(k)} = \int dx \cdot x^{n-1} \cdot \ln^k x \cdot F_i(x, Q^2). \quad /4/$$

Определяющий вклад в ее значение вносит область интегрирования вблизи точки $x_0 = \exp\{-\frac{k}{n-1}\}$, где весовая функция $x^{n-1} \cdot \ln^k x$ имеет максимум. "Режущие" свойства весовой функции тем сильнее, чем больше значения k и n . Исключим из соотношения /3/ ℓ низших производных от моментов $\langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(0)}, \langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(1)}, \dots, \langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(\ell-1)}$, которые содержат весовые функции с малыми значениями индекса $k = 0 \div (\ell - 1)$.

2. Составим с этой целью систему из ℓ уравнений, каждое из которых есть уравнение /3/ при различных значениях индекса $m = \ell \div (2\ell - 1)$:

$$\begin{cases} \langle F_i(Q^2) \rangle_n^{(\ell)} = \sum_{k=0}^{\ell} C_{\ell}^k \langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(k)} (\exp\{-d_n s(Q^2)\})^{(\ell-k)}, \\ \vdots \\ \langle F_i(Q^2) \rangle_n^{(2\ell-1)} = \sum_{k=0}^{2\ell-1} C_{2\ell-1}^k \langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(k)} (\exp\{-d_n s(Q^2)\})^{(2\ell-1-k)}. \end{cases} \quad /5/$$

Выразим отсюда ℓ низших производных $\langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(0)}, \dots, \langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(\ell-1)}$ через производные $\langle F_i(Q_0^2) \rangle_n^{(j)}, \langle F_i(Q^2) \rangle_n^{(j)}$ высших порядков $j \geq \ell$. Найденные выражения подставим в /3/ при $m = 2\ell$. Выполняя очевидные преобразования и учитывая определение /4/, получим соотношение

$$\int_0^1 dx \mathcal{R}_n^{\ell}(x, s(Q^2)) F_i(x, Q^2) = \int_0^1 dx \cdot Q_n^{\ell}(x, s(Q^2)) F_i(x, Q_0^2), \quad /6/$$

где

$$\begin{aligned} \mathcal{R}_n^{\ell}(x, s(Q^2)) &= x^{n-1} \left[\ln^{2\ell} x - \sum_{k=\ell}^{2\ell-1} \ln^k x \cdot R_n^{\ell, k}(s(Q^2)) \right], \\ Q_n^{\ell}(x, s(Q^2)) &= \mathcal{R}_n^{\ell}(x, -s(Q^2)) \exp\{-d_n s(Q^2)\}, \end{aligned} \quad /7/$$

$\mathcal{R}_n^{\ell, k}(s)$ - дробно-рациональные функции переменной $s(Q^2)$ /ввиду громоздкости мы не приводим их явного вида/. "Режущие" свойства весовых функций \mathcal{R}_n^{ℓ} и Q_n^{ℓ} таковы, что основной вклад в соотношение /6/ дает область интегрирования $x \in [x_{\min}, x_{\max}]$,

где $x_{\min} = \exp\{-\frac{2\ell}{n-1}\}$, $x_{\max} = \exp\{-\frac{\ell}{n-1}\}$. Поэтому можем записать

$$\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} dx [\mathcal{R}_n^{\ell}(x, s(Q^2)) F_i(x, Q^2) - Q_n^{\ell}(x, s(Q^2)) F_i(x, Q_0^2)] = 0. \quad /8/$$

Это искомые правила сумм конечноэнергетического типа. Их точность тем выше, чем больше значения ℓ и n . Достаточная точность достигается уже при n и $\ell \sim 1$, что важно для практического применения полученных правил сумм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shifman M.A., Vainshtein A.I., Zakharov V.I. Nucl.Phys., 1979, B147, pp.385,448,519.
2. Logunov A.A., Soloviev L.D., Tavkhelidze A.N. Phys.Lett., 1967, 24B, p.181.
3. Buras A.J. Rev.Mod.Phys., 1980, 52, p.199.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 декабря 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д2,4-83-179	Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982.	4 р. 80 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Иванов Ю.П., Коваленко С.Г. P2-83-842
КХД правила сумм конечноэнергетического типа

В рамках КХД получены правила сумм конечноэнергетического типа для структурных функций глубоконеупругого рассеяния лептонов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований Дубна 1983

Ivanov Yu.P., Kovalenko S.G. P2-83-842
QCD Finite Energy Sum Rules

Finite energy sum rules for structure functions of deep inelastic lepton scattering have been obtained in QCD approach.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод авторов