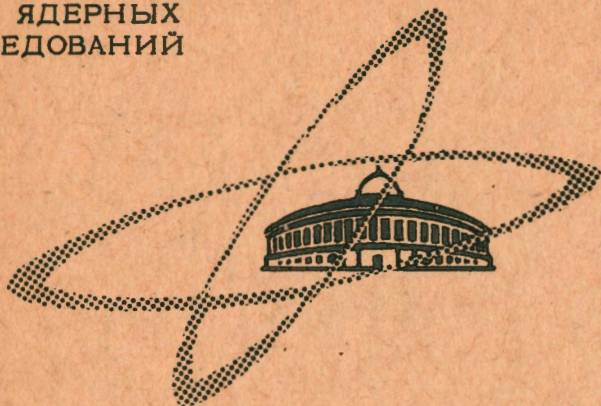


ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 4666



К.Д.Толстов

КВАНТОВАЯ СТРУКТУРА СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫХ  
ПОПЕРЕЧНЫХ ИМПУЛЬСОВ ПРОТОНОВ  
В УПРУГИХ СТОЛКНОВЕНИЯХ  
ПРИ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1969

P1 - 4666

К.Д.Толстов

**КВАНТОВАЯ СТРУКТУРА СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫХ  
ПОПЕРЕЧНЫХ ИМПУЛЬСОВ ПРОТОНОВ  
В УПРУГИХ СТОЛКНОВЕНИЯХ  
ПРИ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ**

Доклад на III Международной конференции по столкновениям  
при высоких энергиях  
Стони-Брук, США, сентябрь 1969г.

**Научно-техническая  
библиотека  
ОИЯИ**

В предшествующих работах <sup>/1-3/</sup> было показано, что упругое рассеяние частиц на протонах в области дифракционного пика описывается формулой:

$$\frac{d\sigma}{d(-t)} = c_1 \exp \left( - \frac{t + \frac{t^2}{4p^2}}{\langle p_{\perp}^2 \rangle} \right) \left( 1 + \frac{t}{2p^2} \right), \quad (1)$$

где  $p$  - импульс протона в с.ц.м.

Среднеквадратичный поперечный импульс  $\langle p_{\perp}^2 \rangle^{1/2} = 0,35 \pm 0,01$  Гэв/с. В работах <sup>/2,3/</sup> получено, что формула (1) с заменой  $\langle p_{\perp}^2 \rangle$  на  $4\langle p_{\perp}^2 \rangle$  описывает упругое  $p - p$  рассеяние в интервале больших углов ( $40 < \theta < 70^\circ$ ), то есть имеет место квантование величин среднеквадратичного поперечного импульса:

$$\langle p_{\perp}^2 \rangle_2^{1/2} = 2 \langle p_{\perp}^2 \rangle_1^{1/2}.$$

Графики, рассчитанные по формуле (1), и экспериментальные данные из работ <sup>/4,5/</sup> при 11 Гэв/с, приведены на рисунке 1. В работе <sup>/3/</sup> рассматривалась интерференция парциальных волн от рассеяния на двух областях взаимодействия, соответствующих  $\langle p_{\perp}^2 \rangle^{1/2}$  и  $2\langle p_{\perp}^2 \rangle^{1/2}$ . На основе этого была получена формула для  $\frac{d\sigma}{d(-t)}$ , которая описы-

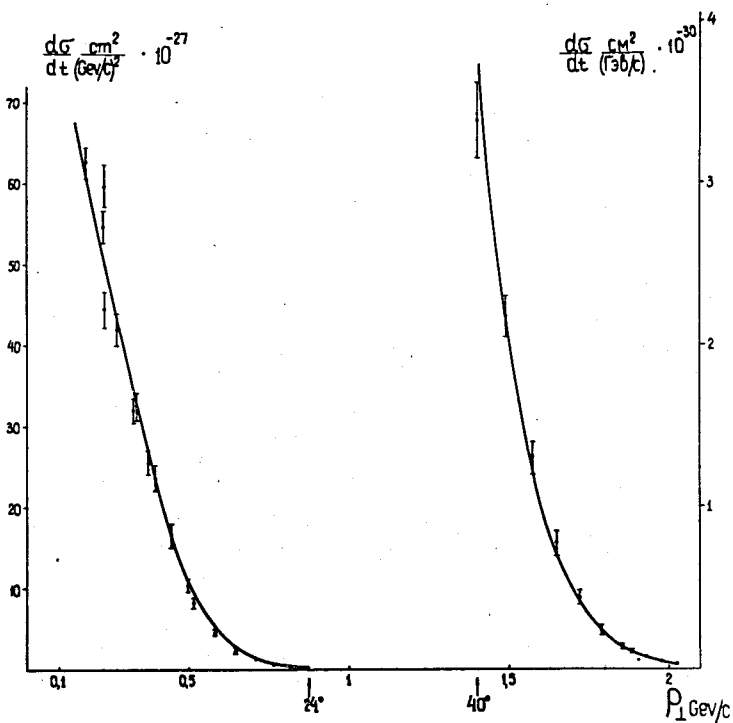


Рис. 1. Упругое  $p$ - $p$  рассеяние при 11 Гэв/с. Кривые рассчитаны по формуле (1) - левая при  $\langle p_{\perp}^2 \rangle^{1/2} = 0,35$  Гэв/с; правая - при  $\langle p_{\perp}^2 \rangle^{1/2} = 0,70$  Гэв/с. Экспериментальные точки - по данным работ [4,5].

вала экспериментальные данные из работ /4-7/ в интервале импульсов 8,5+12,4 Гэв/с.

В работе /8/ измерения проведены в широком интервале значений  $t$ , и данные имеют большую точность. Для их описания необходимо добавить парциальную волну рассеяния, соответствующую следующему "квантовому уровню" -  $3 < p_{\perp}^2 >^{1/2}$ . Суммарная амплитуда рассеяния с учётом относительных фаз  $\phi_2$  и  $\phi_3$  ( $\phi_1 = 0$ ), а также

$$-p_{\perp}^2 = t + \frac{t^2}{4p^2}, \text{ будет равна:}$$

$$A(-t) = [ c_1^{1/2} \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{2 < p_{\perp}^2 >}\right) + c_2^{1/2} \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{8 < p_{\perp}^2 >}\right) e^{i\phi_2} + \tag{2}$$

$$+ c_3^{1/2} \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{18 < p_{\perp}^2 >}\right) e^{i\phi_3} ] \left(1 + \frac{t}{2p^2}\right)^{1/2}.$$

Из формулы (2) получим:

$$\frac{d\sigma}{d(-t)} = [ c_1 \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{< p_{\perp}^2 >}\right) + c_2 \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{4 < p_{\perp}^2 >}\right) + c_3 \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{9 < p_{\perp}^2 >}\right) + \tag{3}$$

$$+ 2(c_1 c_2)^{1/2} \cos \phi_2 \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{8 < p_{\perp}^2 >}\right) + 2(c_1 c_3)^{1/2} \cos \phi_3 \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{9 < p_{\perp}^2 >}\right) +$$

$$+ 2(c_2 c_3)^{1/2} \cos(\phi_2 - \phi_3) \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{72 < p_{\perp}^2 >}\right) ] \left(1 + \frac{t}{2p^2}\right). \tag{3}$$

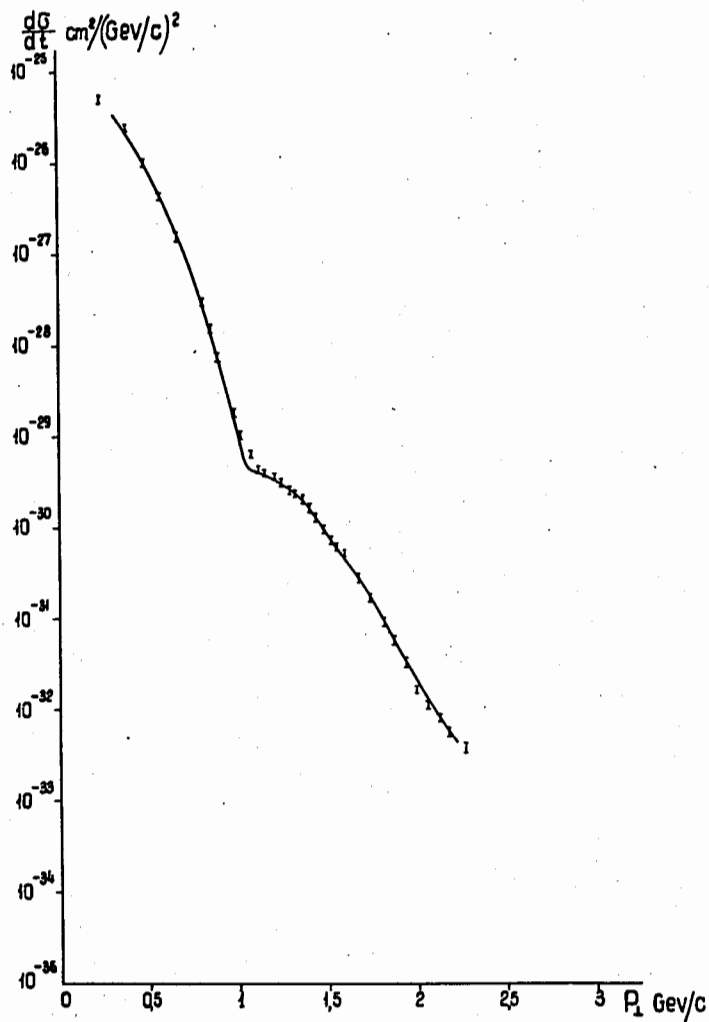


Рис. 2. Упругое p-p рассеяние при 19,2 Гэв/с. Кривая рассчитана по формуле (3). Экспериментальные данные - из работы /8/.

На рисунке 2 показано, что расчёты по формуле (3) согласуются с опытными данными работы /8/ при значениях параметров:  $\langle p_{\perp}^2 \rangle^{1/2} = 0,35$  Гэв/с;  $c_1, c_2, c_3$  в единицах  $10^{-27}$  см<sup>2</sup>/Гэв/с<sup>2</sup>, которые соответственно равны 88; 0,15; 0,001;  $\phi_2 = 150^\circ$   $\phi_3 = 0^\circ$ . Для сравнения рисунок 3 иллюстрирует, что при  $c_3 = 0$  расчётные кривые нельзя согласовать с данными работы /8/, варьируя остальные параметры.

Формула (3) не включает малого вклада, обусловливаемого статистическим механизмом рассеяния, который существует при углах  $\approx 90^\circ$ . Опуская его для полного сечения упругого рассеяния, получим формулу:

$$\sigma_{el} = [ c_1 + 4c_2 + 9c_3 + \frac{16}{5} (c_1 c_2)^{1/2} \cos \phi_2 + \frac{18}{5} (c_1 c_3)^{1/2} \cos \phi_3 + \frac{144}{13} (c_2 c_3)^{1/2} \cos(\phi_2 - \phi_3) ] \langle p_{\perp}^2 \rangle \quad (4)$$

В настоящее время  $\sigma_{el}$  в функции энергии известны с точностью до  $\approx 10\%$ , в пределах которой нет расхождения экспериментальных значений с расчётами по формуле (4) при ранее указанных значениях параметров.

Если продолжить квантование, вводя величины  $\langle p_{\perp}^2 \rangle_k^{1/2} = k \langle p_{\perp}^2 \rangle^{1/2}$ , то формула для  $\frac{d\sigma}{d(-t)}$  примет вид:

$$\frac{d\sigma}{d(-t)} = \left\{ \sum_{k=1}^n c_k^2 \exp\left(-\frac{p_{\perp}^2}{k^2 \langle p_{\perp}^2 \rangle}\right) + 2 \sum_{k=2}^n c_1 c_k \cos \phi_k \exp\left[-\frac{p_{\perp}^2}{2 \langle p_{\perp}^2 \rangle} \left(1 + \frac{1}{k^2}\right)\right] + 2 \sum_{\substack{k+m \leq n \\ k=2 \\ m=1}} c_k c_{k+m} \cos(\phi_k - \phi_{k+m}) \times \exp\left[-\frac{p_{\perp}^2}{2 \langle p_{\perp}^2 \rangle} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{1}{(k+m)^2}\right)\right] \right\} \left(1 + \frac{t}{2 p^2}\right).$$

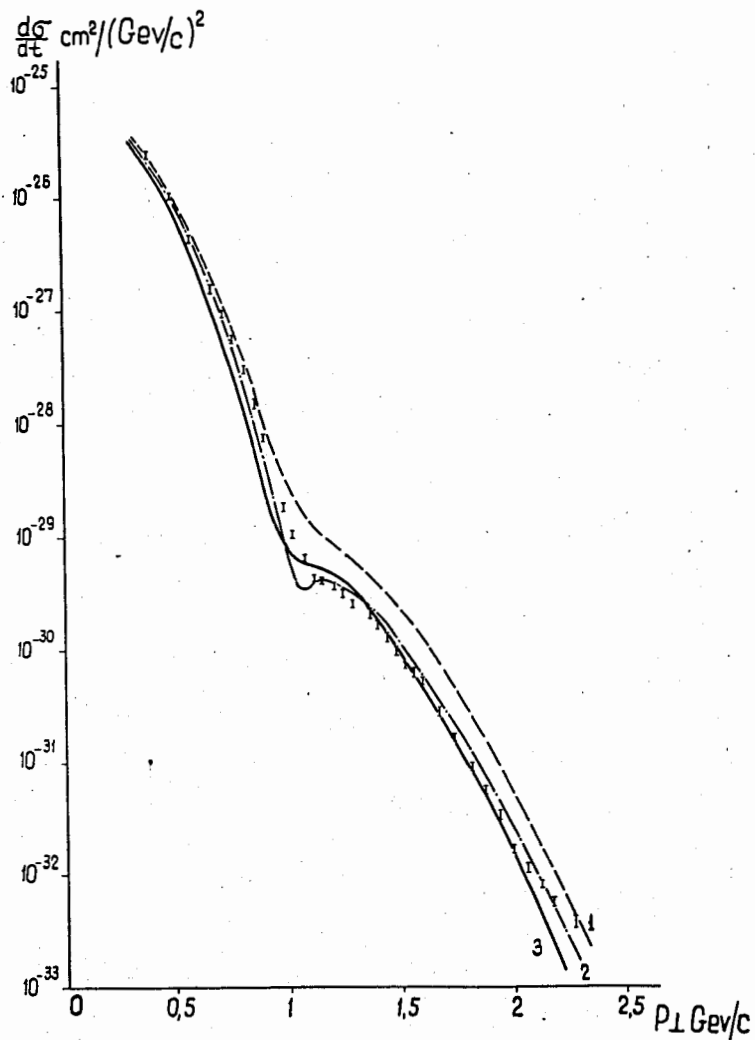


Рис. 3. Кривые 1,2,3 рассчитаны по формуле (3) при  $c_3 = 0$ ,  $c_1$  и  $c_2$  в единицах  $10^{-27} \text{ см}^2 / \text{ГэВ}/\text{с})^2$ :

1 кривая:	$c_1 = 80$ ;	$c_2 = 0,2$	$\langle p_{\perp}^2 \rangle = 0,355 \text{ ГэВ}/\text{с} \phi = 120^\circ$
2 кривая:	$c_1 = 88$ ;	$c_2 = 0,16$	$\langle p_{\perp}^2 \rangle = 0,345$ $\phi = 150^\circ$
3 кривая:	$c_1 = 88$ ;	$c_2 = 0,18$	$\langle p_{\perp}^2 \rangle = 0,33$ $\phi = 150^\circ$

Очевидно, имеет место быстрое уменьшение коэффициентов  $c_k$  и сходимость сумм в формуле (5).

#### Л и т е р а т у р а

1. К.Д.Толстов. ЯФ, 1, 832 (1965).
2. К.Д.Толстов. Изв. АН СССР, XXXI, 1480 (1967).
3. К.Д.Толстов. Препринт ОИЯИ Д1-4001 (1968).
4. K.I.Foley et al. Phys. Rev. Lett., 11, 425 (1963).
5. Л.Ф.Кириллова, В.А.Никитин и др. ЯФ, 1, 533 (1965).
6. D.Hartring, B.Blackkoll et al. Nuovo Cim., 38, 60 (1965).
7. I.V.Allaby et al. Conf. on High Energy Collisions of Hadrons CERN (1968).
8. J.V.Allaby et al. Preprint CERN (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 августа 1969 года.