

58 / 2-77

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С346.28  
Б-748

10/1-77

1 - 10134

И.В.Богуславский, А.Валкарова, И.М.Граменицкий,  
З.Златанов, Н.А.Каржавина, Р.Ледницки, В.И.Рудь,  
Л.А.Тихонова, Т.П.Топурия, В.Д.Цинцадзе

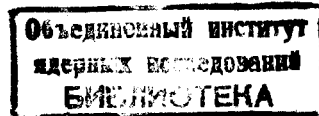
ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ В РЕАКЦИИ РР  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 35,7 ГЭВ/С

**1976**

1 - 10134

И.В.Богуславский, А.Валкарова, И.М.Граменицкий,  
З.Златанов, Н.А.Каржавина, Р.Ледницки, В.И.Рудь,  
Л.А.Тихонова, Т.П.Топурия, В.Д.Цинцадзе

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ В РЕАКЦИИ РР  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 35,7 ГЭВ/С



Богуславский И.В. и др.

1 - 10134

Топологические сечения в реакции  $pp$  при импульсе 35,7 ГэВ/с

В работе представлены данные по топологическим сечениям в  $pp$ -взаимодействиях при 35,7 ГэВ/с. В широком интервале энергий (от 19 до 405 ГэВ) рассматривается вопрос о KNO-скейлинге. Делается вывод о том, что при достигнутых в настоящее время энергиях KNO-скейлинг не выполняется.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

В настоящей работе приводятся данные по топологическим сечениям для неупругих  $pp$ -взаимодействий при импульсе 35,7 ГэВ/с. Экспериментальный материал получен при облучении установки "Людмила" пучком дифракционно-рассеянных протонов /1/ на ускорителе ИФВЭ. Предварительные результаты по оценке множественности заряженных частиц были приведены в работе /2/.

При двойном просмотре 20 тыс. фотографий в эффективном объеме камеры было найдено 6644  $pp$ -взаимодействий. Эффективность двойного просмотра определялась для каждой топологии и учитывалась при дальнейших вычислениях. Среднее ее значение составляло 99,8%. При определении топологических сечений были введены поправки на потери двухлучевых событий с медленным протоном отдачи. Эти потери оценивались тремя независимыми способами:

а/ Как разность между полным сечением  $\sigma_{tot}$ , полученным в электронном эксперименте /3/ и полным сечением, наблюдаемом нами -  $\sigma_{tot}^{vis} = 36,09 \pm 0,92$  мбн. Имеем  $\sigma_{loss} = 2,40 \pm 0,93$  мбн.

б/ Использовалась процедура, примененная в /4/. Для этой цели были выделены упругие события, отвечающие критериям: квадрат недостающей массы к медленному протону  $M^2 < 1,4$  ГэВ<sup>2</sup> и импульс быстрой частицы в с.с.м.  $p_{c.m.} > 2,8$  ГэВ. Затем, зная упругое сечение  $\sigma_{el}$  /5/, полное видимое число событий  $N_{vis}$  и количество видимых упругих событий  $N_{el}^{vis}$  по уравнениям:

$$\sigma_{tot} - \delta_{el}^{loss} - \delta_{in}^{loss} = N_{vis} \mu \quad /1/$$
$$\sigma_{el} - \delta_{el}^{loss} = N_{el}^{vis} \mu$$

/где  $\mu$  - миллибарн-эквивалент/, полагая  $\sigma_{cl}^{loss} = 0$ , вычисляем потери в упругом канале  $\sigma_{cl}^{loss} = 2,69 \pm 0,13$  мбн.

Обычно потерями двухлучевых неупругих событий пренебрегают. Однако большой наклон  $d\sigma/dt$  и малые значения минимального лабораторного импульса протонов отдачи при малых  $MM^2 / p_{lab}^{min} < 30$  МэВ/с для  $MM^2 < 2$  ГэВ<sup>2</sup>/ указывают на наличие потерь неупругих событий в этой области, аналогичных потерям упругих событий. Учитывая возможные систематические ошибки, имеем:  $\delta_{in}^{loss} = 0,35 \pm 0,010$  мбн. И окончательно из уравнений /1/:  $\sigma_{cl}^{loss} = 2,75 \pm 0,13$  мбн. Для  $\sigma_{loss}$  имеем:  $\sigma_{loss} = 3,10 \pm 0,16$  мбн.

в/ Для выделенных упругих событий построено распределение  $d\sigma/dt$  в интервале  $0 \leq |t| \leq 0,095$  /ГэВ/с<sup>2</sup> с использованием имеющихся в литературе данных о наклоне <sup>6</sup>, оценивалась величина  $\delta_{cl}^{loss}$  \*\*. Учитывая  $\delta_{in}^{loss}$ , из б/ получаем:  $\sigma_{loss} = 2,26 \pm 0,38$  мбн.

Все три метода дали близкие результаты, и в качестве оценки потерь было принято средневзвешенное значение  $\sigma_{loss} = 3,11 \pm 0,13$  мбн. С учетом этих поправок на полученном экспериментальном материале одному событию отвечает сечение  $\mu = 0,00562 \pm 0,00013$  мбн/соб. Эта величина использовалась во всех дальнейших расчетах.

Были введены также поправки, связанные с образованием пар Далитца. Для этой цели использовались эмпирическая зависимость <sup>8</sup> среднего числа  $\pi^+$ -мезонов от числа отрицательных частиц в pp-взаимодействиях:

$$\langle n_{\pi^0} \rangle = 1,5 \pm 0,4 n_{\pi^-}$$

с помощью которой вычислялось число пар Далитца для каждой топологии.

После введения всех поправок было получено значение средней множественности заряженных частиц  $\langle n_{ch} \rangle = 4,78 \pm 0,03$  и топологические сечения, приводимые в

\* Имеются в виду потери в неупругих двухлучевых событиях.

\*\* В интервале  $0,095 \leq |t| \leq 0,455$  /ГэВ/с<sup>2</sup> распределение  $d\sigma/dt$  фитировалось выражением  $A \exp(-bt)$ . Результат  $b = 8,6 \pm 0,4$  /ГэВ/с<sup>-2</sup> согласуется со значением  $9,0 \pm 0,2$  /ГэВ/с<sup>-2</sup> <sup>7</sup>.

табл. 1. Другие параметры, характеризующие распределение по множественности, приведены в табл. 2.

Таблица 1

Топологические сечения pp-взаимодействий при 35,7 ГэВ/с

Топология	2	4	6	8	10	12	14
$\sigma_n$ (мбн)	7,06 $\pm 0,35$	11,13 $\pm 0,31$	7,90 $\pm 0,25$	3,39 $\pm 0,15$	1,06 $\pm 0,08$	0,29 $\pm 0,04$	0,02 $\pm 0,01$

Таблица 2

Средние характеристики распределения по множественности заряженных частиц

D	$\langle n_{ch} \rangle / D$	$f_2^{cc}$	$f_2^{--}$
2,23 $\pm 0,03$	2,14 $\pm 0,03$	0,20 $\pm 0,13$	-0,14 $\pm 0,03$

Основываясь на гипотезе масштабной инвариантности Фейнмана, Коба и др. <sup>9</sup> показали, что в этом предположении распределение по множественности должно удовлетворять соотношению:

$$\langle n_{ch} \rangle \frac{\sigma_n}{\sigma_{in}} = \psi(n_{ch} / \langle n_{ch} \rangle), \quad /2/$$

где  $\psi(z)$  - некоторая универсальная функция, не зависящая от энергии. Распределение нормированной множественности для pp-взаимодействий в интервале энергий 36 - 303 ГэВ приведено на рис. 1.

Анализ экспериментальных данных по pp-взаимодействиям, проведенный Слеттери <sup>10</sup>, показал, что в интервале первичных импульсов 50 - 303 ГэВ/с соотношение

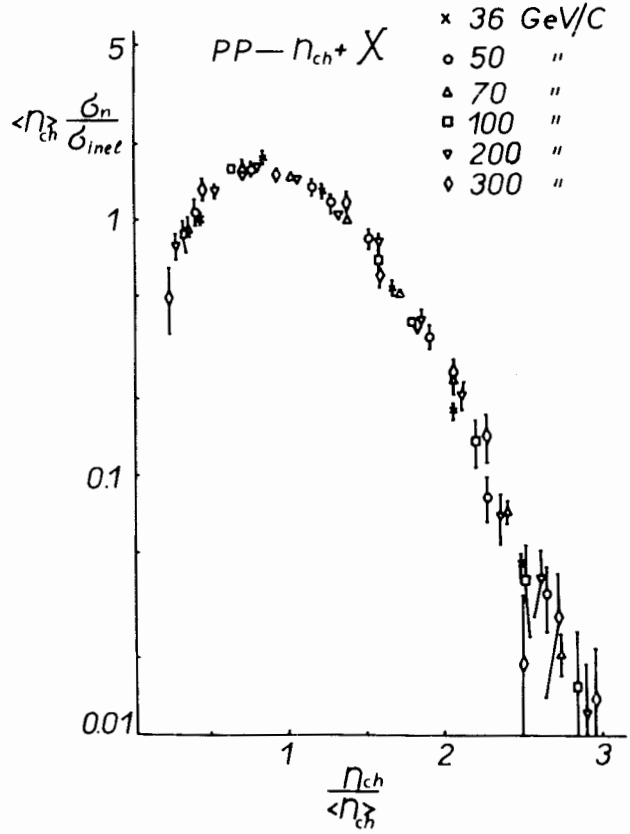


Рис. 1. Распределение нормированной множественности для pp-взаимодействий в интервале энергий 36 - 303 ГэВ/с.

/2/ по крайней мере качественно выполняется. При этом для функции  $\psi(z)$  использовалось выражение:

$$\psi(z) = \left( \sum_{k=0}^3 A_{2k+1} z^{2k+1} \right) e^{-Bz} \quad /3/$$

Однако более детальное рассмотрение, проведенное в <sup>11</sup>, показало, что в рассматриваемом интервале энергий наблюдается отклонение от KNO-скейлинга и экспериментальные данные плохо описываются формулой, предложенной Коба и Бюрасом <sup>12</sup>.

Таблица 3

Моменты распределения по множественности заряженных частиц

$\frac{P}{c_4}$	ГэВ/с	19	36	50	69	102	205	303	405
2	$1,1898$ $+0,0032$	$1,218$ $+0,006$	$1,236$ $+0,014$	$1,2415$ $+0,0084$	$1,249$ $+0,014$	$1,258$ $+0,019$	$1,245$ $+0,015$	$1,275$ $+0,015$	$1,275$ $+0,015$
3	$1,630$ $+0,013$	$1,726$ $+0,022$	$1,784$ $+0,030$	$1,806$ $+0,030$	$1,828$ $+0,052$	$1,856$ $+0,065$	$1,816$ $+0,051$	$1,95$ $+0,05$	$1,95$ $+0,05$
4	$2,505$ $+0,038$	$2,753$ $+0,067$	$2,89$ $+0,15$	$2,959$ $+0,084$	$3,01$ $+0,15$	$3,08$ $+0,18$	$2,99$ $+0,14$	$3,384$ $+0,179$	$3,384$ $+0,179$
5	$4,25$ $+0,11$	$4,753$ $+0,067$	$5,16$ $+0,41$	$5,32$ $+0,22$	$5,43$ $+0,42$	$5,60$ $+0,46$	$5,43$ $+0,39$	$6,64$ $+0,46$	$6,64$ $+0,46$

Таблица 4  
 Результаты подгонки величины  $\langle n_{ch} \rangle > \frac{\sigma_n}{\sigma_{in}}$  функцией (3) для рр-взаимодействий

$P_j$ , ГэВ/с	19	28	36	50	69	102	203	303	405
$\chi^2/NF$	3,5	2,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,7	2,6
CL	3	$10^{-20}$	2,10 <sup>-6</sup>	0,38	0,47	0,34	0,31	0,03	0,01
$\chi^2/NF$ <sup>а)</sup>	6,6	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	2,1
CL <sup>а)</sup>	4	$10^{-58}$	1,10 <sup>-23</sup>	0,40	0,56	0,45	0,25	0,01	0,01
									1, 10 <sup>-12</sup>

а) Параметры в формуле (3) взяты из подгонки Слеттери<sup>10/</sup>.

Этот вывод подтверждается также наличием зависимости моментов распределения по множественности  $c_q = \langle n^q \rangle / \langle n \rangle^q$  от энергии. Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о систематическом увеличении  $c_q$  с энергией.

Для проверки KNO-скейлинга была проведена подгонка экспериментальных данных по величине /2/ выражением /3/ в различных интервалах импульсов от  $P_j$  до 405 ГэВ/с.

Полученные значения доверительного уровня CL и  $\chi^2/NF$  приведены в табл. 4. Там же указанные величины даются при фиксированных значениях  $A_j$  и B, полученных Слеттери<sup>10/</sup>.

Данные таблицы показывают, что в рассмотренном интервале энергий экспериментальные данные по нормированным топологическим сечениям в рр-взаимодействиях не могут быть описаны единой функцией типа выражения /3/.

#### Литература

1. В.А.Маишеев и др. Препринт ИФВЭ, ОП 73-7, 1973.
2. И.В.Богуславский и др. Препринт ОИЯИ, Р1-6770, Дубна, 1972.
3. S.P.Denisov et al. Phys.Lett., 36B, 415, 1971.
4. E.G.Boos et al. JINR, E1-9781, Dubna, 1976.
5. G.G.Beznogikh et al. Phys.Lett., 43B, 85, 1973.
6. G.G.Beznogikh et al. JINR, E1-6613, Dubna, 1972.
7. В.Д.Барменев и др. ЯФ, 22, вып. 2, 317, 1975.
8. J.Whitmore. Phys.Rep., 10C, No. 25, 1974.
9. Z.Koba, H.B.Nielson, P.Olesen. Nucl.Phys., B40, 317, 1972.
10. P.Slattery. Phys.Rev., D7, 1073, 1973.
11. В.В.Бабинцев, А.П.Воробьев, А.М.Мусеев. Препринт ИФВЭ, СПК 73-69, 1973.
12. A.I.Buras, Z.Koba. Preprint NBI-HE, 73-1 (rev.) 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
 28 сентября 1976 года.