

## АСИМПТОТИКА СЕЧЕНИЯ ФОТОПОГЛОЩЕНИЯ И ФИКСИРОВАННЫЙ ПОЛЮС В АМПЛИТУДЕ КОМПТОНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ

Ю. А. Раков, В. А. Царев

1. В настоящее время полное сечение поглощения фотонов протонами измерено вплоть до энергий  $\nu \sim 18$  Гэв. Вне области резонансов ( $\nu > 1,7$  Гэв) экспериментальные данные обычно описывают выражением

$$\sigma(\nu) = C_P + C_R \nu^{1/2}, \quad (1)$$

которое соответствует реджевской асимптотике, учитывающей вклад полюсов  $P$ ,  $P'$  и  $A_2$  (с  $\alpha_P(0) = 1$  и  $\alpha_{P'}(0) = \alpha_{A_2}(0) = \alpha_R = 0,5$ ) в амплитуде переднего комpton-эффекта

$$f(\nu) = \sum_{i=P,R} \beta_i \nu^{\alpha_i(0)} \exp[-i\pi\alpha_i(0)/2], \quad (2)$$

$$\beta_i = -\frac{C_i}{4\pi \sin^2(\pi\alpha_i/2)}, \quad \text{Im}f(\nu) = \frac{\nu}{4\pi} \sigma(\nu).$$

Однако существуют указания на возможность присутствия в выражении для  $\sigma(\nu)$  дополнительной энергетической зависимости. Действительно, проведенный в последнее время анализ показывает, что для успешного описания экспериментальных данных по сечениям адронных реакций необходимо, наряду с известными полюсами Редже, учитывать также разрезы, или вводить фиктивные полюса /1/. Так, например, Баргером и Филлипсом /2/ было показано, что для описания в рамках

многополюсной модели Редже данных по  $\pi\pi$ -рассеянию при высоких энергиях, с учетом, через правила сумм, области низких энергий, необходимо наряду с  $P'$  ввести дополнительную траекторию  $P''$ . Аналогичный результат с помощью моментно-непрерывных правил сумм был получен в работе /3/.

В работе /4/ было показано, что данные по  $\pi\pi$ -рассеянию могут быть описаны без введения  $P''$  или разрезов, но в предположении, что траектория  $P'$  при  $t \leq 0$  является комплексной. Комплексный полюс эффективно учитывает вклад разреза и удобен для феноменологического описания процесса /5/. Для  $P'$  комплексная траектория была впервые получена в рамках мультипериферической модели Чу и Снайдером /6/. Дополнительные аргументы в пользу комплексной  $P'$ -траектории можно получить, предполагая вырождение  $P'$  и  $\omega$  и учитывая результаты работ /7,8,9/, в которых из анализа  $\pi\pi$  рассеяния и фоторождения  $\pi^0$ -мезонов была найдена комплексная траектория  $\omega$ -мезона с  $\text{Im}\alpha_\omega(0) \approx 0,3$ .

Учитывая сказанное выше, будем предполагать, что  $P'$  при  $t \leq 0$  соответствует пара комплексно-сопряженных полюсов  $\alpha(t) = \alpha_R + i\alpha_I$  и  $\alpha^*(t)$ . Принимая, как обычно, траектории  $P'$  и  $A_2$  вырожденными, получим

$$f(\nu) = i \frac{C_P}{4} \nu + \frac{1}{8} \left( C_R \nu^{\alpha} \exp(-i\pi\alpha/2) + C_R^* \nu^{\alpha^*} \exp(-i\pi\alpha^*/2) \right), \quad (3)$$

откуда при  $\alpha_R(0) = 0,5$  следует

$$\sigma(\nu) = C_P + \frac{|C_R|}{\sqrt{\nu}} \cos(\varphi + \alpha_I \ln \nu). \quad (4)$$

Здесь  $C_R = |C_R| \exp(i\varphi)$ . Как показывают расчеты, наилучшее согласие с экспериментальными данными /10/ достигается при  $\varphi = 0$  и значениях параметров  $C_P$  и  $C_R$ , приведенных в таблице 1 для различных величин  $\alpha_I$ .

Все эти наборы дают одинаково хорошее описание экспериментальных данных ( $\chi^2 \sim 10$  для 22 степеней свободы) и до  $\nu \sim 30-35$  Гэв практически неразличимы.

Таблица 1

$\alpha_I$	$C_P$	$C_R$	$C_0$
0	$97,8 \pm 2,6$	$66,0 \pm 6,6$	$-2,9 \pm 1,2$
0,2	$101,2 \pm 2,2$	$61,6 \pm 6,2$	$-4,0 \pm 1,0$
0,3	$104,7 \pm 1,9$	$57,2 \pm 5,2$	$-5,0 \pm 0,9$
0,4	$108,6 \pm 1,5$	$52,6 \pm 5,2$	$-5,8 \pm 0,7$

2. В работе /11/ было высказано предположение о существовании в амплитуде комптоновского рассеяния на протонах фиксированного полюса с  $\alpha = 0$ . Как известно, в амплитудах слабых и электромагнитных процессов допускается присутствие, наряду с движущимися особенностями, фиксированных полюсов, которые до известной степени (в точках правильной сигнатуры) запрещены в чисто адронных реакциях условием унитарности. Поэтому обнаружение фиксированного полюса в амплитуде комптон-эффекта было бы чрезвычайно интересно для уяснения специфики электромагнитных процессов при высоких энергиях. При  $\alpha = 0$  вклад полюса чисто реальный и, следовательно, не сказывается на поведении сечения  $\sigma(\nu)$ . Однако вычет полюса  $C_0$  может быть найден с помощью правил сумм. Действительно, Домашек и Гилман /12/ и Домингуэз и др. /13/ с помощью соответственно конечно-энергетических и моментно-непрерывных правил сумм подтвердили\*) предположение работы /11/ и нашли для  $C_0$  величину, близкую к Томсоновскому пределу  $f(0) = -\alpha/m = \alpha - 3 \text{ мкбв.Гэв}$ . При этом существенно использовалось предположение (1) об асимптотическом поведении  $\sigma(\nu)$ .

\*) Поскольку исследовалось  $\sigma(\nu)$ , можно говорить лишь о величине  $\alpha(0) = 0$ .

Представляется интересным проверить вывод о существовании полюса с  $\alpha = 0$ , исходя из обсуждавшейся выше модели (4) для  $\sigma(\nu)$ .

Учитывая вклад полюса с  $\alpha(0) = 0$  и асимптотику (4), можно записать следующее конечно-энергетическое правило сумм:

$$\frac{\alpha}{m} + \frac{1}{2\pi^2} \int_{\mu}^{\infty} \sigma(\nu) d\nu = -C_0 + \frac{1}{2\pi^2} \left[ C_P N + \operatorname{Re}(C_R N^\alpha / \alpha) \right]. \quad (6)$$

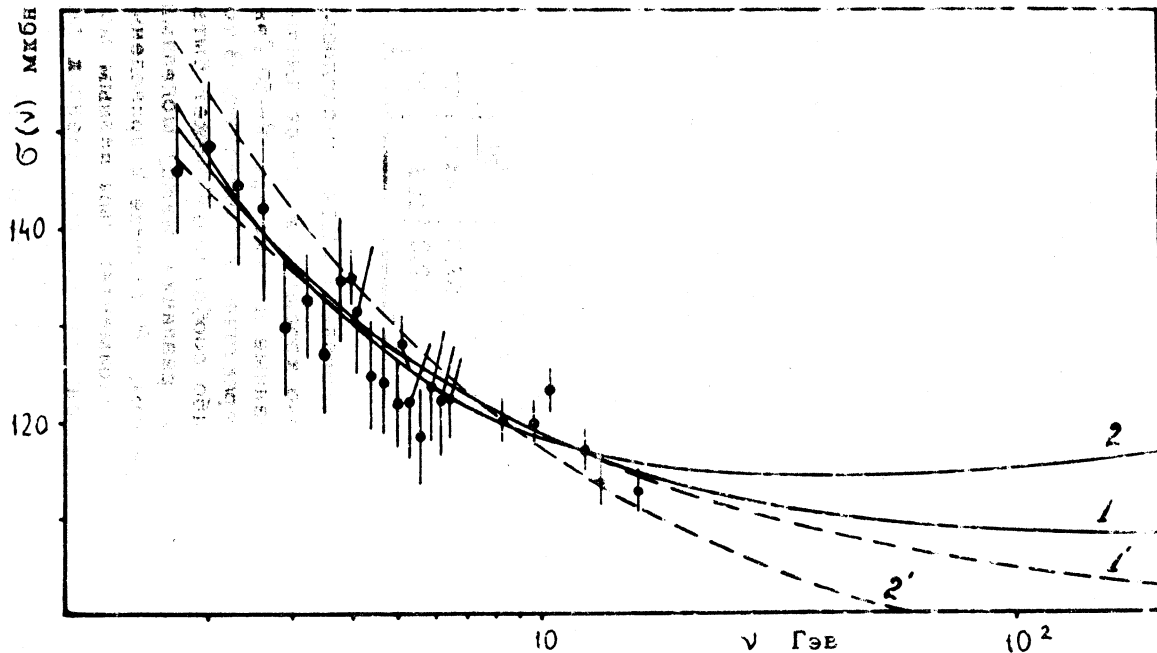
Левая часть (6) была вычислена в работе /12/ и оказалась равной 19,9 мкбн. Подставляя в (6) эту величину и значения  $C_P$  и  $C_R$ , найденные выше, получим для  $C_0$  значения, приведенные в таблице 1.

3. Итак, как и в случае действительных полюсов ( $\alpha_I = 0$ ), модель с комплексными  $P'$  и  $A_2$  приводит к предсказанию полюса с  $\alpha = 0$ . Однако, для вычета

Таблица 2

$\alpha_I$	$C_0 = -3$				$C_0 = 0$			
	$\varphi$	$C_P$	$ C_R $	$\chi^2$	$\varphi$	$C_P$	$ C_R $	$\chi^2$
0	0	98,2	65,0	18	0	87,5	94,8	37
0,3	0,5	110,6	66,8	18	1,0	122,3	103	20

полюса получают различные значения. Как отмечалось выше, обе модели одинаково хорошо описывают имеющиеся экспериментальные данные и даже при  $\nu \sim 50$  Гэв сечения с  $\alpha_I = 0$  и 0,3 практически совпадают. В то же время, если из каких-либо соображений может быть фиксирована величина  $C_0$ , различие между моделями может оказаться заметным. В таблице 2 приведены результаты подгонки к экспериментальным данным моделей (1) и (4) при дополнительных ограничениях на  $C_0$ , соответствующих предположению о связи фиксированного полюса с нуклонным борновским членом ( $C_0 =$



Р и с. 1. Сечение фотопоглощения  $\sigma(\nu)$ . Кривые соответствуют следующим значениям параметров: 1 -  $\alpha_I = 0,3$ ,  $\varphi = 0,5$ ,  $c_0 = -3$ ; 1' -  $\alpha_I = 0$ ,  $\varphi = 0$ ,  $c_0 = -3$ ; 2 -  $\alpha_I = 0,3$ ,  $\varphi = 1$ ,  $c_0 = 0$ ; 2' -  $\alpha_I = 0$ ,  $\varphi = 0$ ,  $c_0 = 0$ .

Экспериментальные данные взяты из [10].

$= -\alpha/m = -3$  мкбн.Гэв) и об отсутствии фиксированного полюса ( $C_0 = 0$ ).

Если при  $C_0 = -3$  мкбн.Гэв обе модели одинаково хорошо описывают эксперимент и практически совпадают до  $\nu \sim 50$  Гэв, то в случае  $C_0 = 0$  различие оказывается существенным. Имеющиеся экспериментальные данные фактически закрывают возможность  $C_0 = 0$  при  $\alpha_I = 0$ . Отсутствие фиксированного полюса допускается только при  $\alpha_I \neq 0$ , и можно надеяться, что различие моделей для  $\sigma(\nu)$  при  $C_0 = 0$  и  $C_0 \neq 0$  будет замечено уже при  $\nu \sim 30$  Гэв (где оно  $\sim 5$  мкбн) в экспериментах, которые будут проведены в ближайшее время в Серпухове /14/. (см. рис. 1).

Поступила в редакцию

22 сентября 1971 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. А. Н. Тахвелидзе. Доклад на XV Международной конференции по физике высоких энергий. Киев, 1970 г.
2. V. Barger, R. J. Phillips. *Phys. Rev.*, **187**, 2210 (1969).
3. K. Sundermeyer. Preprint DESY 70/55 (1970).
4. Н. П. Зотов, О. Сугихаси, С. В. Тарасевич, В. А. Царев. Краткие сообщения по физике № 9, **53** (1971).
5. J. S. Ball, G. Marchesini, F. Zachariasen. *Phys. Letts.*, **31B**, 583 (1970).
6. G. F. Chew, D. R. Snider. *Phys. Letts.*, **31B**, 75 (1970); *Phys. Rev.*, **D1**, 3453 (1970).
7. V. Barger, R. S. Phillips. *Phys. Rev. Letts.*, **33B**, 425 (1970).
8. B. H. Kellett, E. Reye. Preprint DNPL P63, Daresbury (1971).
9. Н. П. Зотов, Ю. А. Раков, В. А. Царев. Препринт ФИАН № 114, 1971 г.

10. P. Joos. Compilation of Photoproduction Data, DESY-HERA 70-I (1970).
11. M. J. Creutz, S. D. Drell, E. A. Paschos. Phys. Rev., 178, 2300 (1969).
12. M. Damashek, F. J. Gilman. Phys. Rev., DI, 1319 (1970).
13. C. A. Dominguez, C. Ferro Fontan, R. Suaya. Phys. Letts., 31B, 365 (1970).
14. А. С. Белоусов и др. Препринт ФИАН № 71, 1970 г.  
А. И. Алиханян и др. Препринт ИФВЭ № 70-105, 1970 г.