

## Литература

1. *Sviridov D. V., Odzhaev V. B., Kozlov I. P.* In: *Electrical and Optical Polymer Systems* / Ed. D.L. Wise, G.E. Wnek, D.J. Trantolo, T.M. Cooper, J.D. Gresser. Marcel Dekker, New York (1998) P. 387.
2. *Mott N. F., Devis E.* // *Electronic Processes in Non-Crystalline Materials*. Clarendon, Oxford (1979).
3. Wang Y., Mohite S. S., Bridwell L. B., Giedd R. E., Sofield C. J. // *J. Mater. Res.* 8, 388 (1993).
4. Popok V. N., Karpovich I. A., Odzhaev V. B., Sviridov D. V. // *Nucl. Instr. Meth.* B148, 1106 (1999).
5. Забродский А. Г., Зиновьева К.Н. // *ЖЭТФ* 59, 425 (1984).
6. *Lee P. A., Ramakrishan T. V.* // *Rev. Mod. Phys.* 57, 287 (1985).
7. *Altshuler B. L., Aronov A. G., Lee. P. A.* // *Phys. Rev. Lett.* 44, 1288 (1980).

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ СВЕТИМОСТИ $\gamma$ -ПУЧКОВ В ПРОЦЕССАХ РОЖДЕНИЯ ФЕРМИОННЫХ ПАР НА $\gamma\gamma$ -КОЛЛАЙДЕРАХ

В. В. Макаренко, В. А. Мосолов, Т. В. Шишкина

Лептонные коллайдеры ближайшего будущего предоставляют возможность исследования столкновений высокоэнергетических фотонных пучков [1]. Эти эксперименты представляют большой физический интерес [2] (в первую очередь, в связи с поиском хиггсовского бозона) и успех этих исследований зависит от точности калибровки фотонных пучков. Калибровка пучков фотонов с различной спиральностью не вызывает затруднений ввиду наличия процессов с большим сечением (например,  $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-$ ,  $\gamma\gamma \rightarrow \mu^+\mu^-$ ). При одинаковой спиральности начальных фотонов эти процессы имеют сечение во много раз меньшее ( $\sim m^2/s \approx 10^{-8} - 10^{-12}$ ) и не могут быть использованы.

В этой работе проведен анализ возможности использования эксклюзивного процесса  $\gamma\gamma \rightarrow l^+l^-\gamma$  (где  $l=e, \mu$ ) для измерения светимости фотонных пучков [3] в рамках программы исследований TESLA (DESY, Германия [2]).

Матричные элементы процесса получены методом спиральных амплитуд. Интегрирование по фазовому пространству конечных частиц произведено численно при помощи метода Монте-Карло. Анализ проводился при энергии 120 ГэВ в системе центра масс (предполагаемый порог рождения хиггсовского бозона в s-канале). Различные поляризационные состояния будем описывать полной спиральностью системы фотонов  $J$ .

Поскольку пучки фотонов поляризованы частично, при измерении светимости  $J=0$ -пучков будет протекать фоновый процесс на  $J=2$ -пучках, который необходимо подавить для эффективной калориметрии.

В первую очередь внимания заслуживает спектр энергии конечных фотонов. При рассеянии на  $J=2$ -пучках большая часть фотонов рождается при низких энергиях, образуя пик на нижней границе спектра (инфракрасная расходимость). В то же время процесс на  $J=0$ -пучках при низких энергиях конечного фотона имеет маленькое сечение и кривая спектра монотонно растет (см. [3]). Анализ угловых распределений конечных частиц приводит к выводу, что в экспериментах на  $J=0$ -пучках большинство конечных лептонов летят в направлении, близком к оси начальных фотонов (полярной оси) и не могут быть зарегистрированы. В то же время в экспериментах на  $J=2$ -пучках значительная часть фермионов рождается под большими углами, однако они в большинстве случаев вылетают коллинеарными парами и тоже не могут быть зарегистрированы по отдельности.

Установлено, что поднимая ограничение на минимальную энергию конечного фотона до уровня  $0.2\sqrt{s}$ , уменьшая порог детектора на полярный угол (угол между осью начальных пучков и конечными частицами) и уменьшая чувствительность детектора к летящим в близких направлениях конечным частицам, можно существенно (в десятки раз) подавить процесс на  $J=2$ -пучках без значительного уменьшения сечения на  $J=0$ -пучках. При оптимальной величине порогов (см. [3]) сечения процесса равны:

$$\sigma(J=0) = 0.82 \text{ нб}, \quad \sigma(J=2) = 1.89 \text{ нб}.$$

При этих значениях получена оценка точности измерения светимости  $J=0$ -пучков в проекте TESLA [2] (степень поляризации 90%, время эксперимента. 2 года ( $2 \cdot 10^7 \text{ с}$ ), светимость  $L = 4.8 \cdot 10^{33} \text{ нб}^{-2} \text{ с}^{-1}$ ). Для пучков с широким спектром энергии ( $\sqrt{s} > 0.8\sqrt{s_{\max}}$ ):

$$\frac{\Delta L}{L} \left( \sqrt{s} > 0.8\sqrt{s_{\max}} \right) = 0.4\%.$$

Для пучков фотонов с узким спектром около предполагаемой энергии рождения хиггсовского бозона получаем:

$$\frac{\Delta L}{L} \left( \left| \sqrt{s} - m_H \right| < 2 \text{ ГэВ} \right) = 1.0\% \quad (L = 7.2 \cdot 10^{32} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}).$$

Таким образом, эксклюзивный процесс рассеяния  $\gamma\gamma \rightarrow l^+ l^- \gamma$  может быть успешно использован для измерения светимости фотонных пучков

с одинаковой спиральностью. Достижимая точность позволяет эффективно планировать физическую программу экспериментов на  $\gamma\gamma$ -пучках.

### Литература

1. *Ginzburg I. F. et al.* // Nucl. Instr. Meth. 205(1983) 47.
2. TESLA Technical Design Report Part VI: The Photon Collider at TESLA // DESY-01-011E, hep-ex/0108012.
3. *Shishkina T. V., Makarenko V. V.* // hep-ph/0212409.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХБОЗОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА $\gamma\gamma$ -КОЛЛАЙДЕРАХ

**И. Б. Марфин, В. А. Мосолов, Т. В. Шишкина**

Изучение трех- и четырехбозонных вершин в процессах рождения векторных бозонов на  $\gamma\gamma$ -пучках является важным для исследования калибровочных моделей электрослабого взаимодействия. Любое аномальное поведение  $\gamma W^+ W^-$ ,  $Z W^+ W^-$ ,  $\gamma\gamma W^+ W^-$ ,  $\gamma Z W^+ W^-$  вершин может быть найдено в процессах  $\gamma\gamma \rightarrow W^+ W^-$  и  $\gamma\gamma \rightarrow W^+ W^- Z$ . Отклонения выражений для таких вершин, записанных в рамках Стандартной модели (СМ), приводят к аномальному росту сечений рассматриваемых процессов при высоких энергиях [1].

На будущих линейных  $e^+e^-$ -ускорителях высоких энергий можно получить  $\gamma\gamma$ -пучки с энергиями, близкими к энергиям  $e^+e^-$  частиц, и обладающими значительной светимостью [2]. Процессы  $\gamma\gamma \rightarrow W^+ W^-$  и  $\gamma\gamma \rightarrow W^+ W^- Z$  при больших энергиях ( $S$  порядка  $1 \text{ ТэВ}^2$ , что соответствует кинематике TESLA) предоставляют уникальную возможность исследования четырехбозонной вершины по причине относительно высоких значений сечений и малого вклада фона.

Для получения аномальных вершин четырехбозонного взаимодействия, в котором участвует по крайней мере один  $\gamma$ -квант, были использованы 6-размерные лагранжианы взаимодействия (см. работы [3,4,5]), имеющие  $SU(2)_c$ -инвариантность:

$$L_0 = -\frac{e^2}{16\Lambda^2} a_0 F^{\mu\nu} F_{\mu\nu} \bar{W}^\alpha \bar{W}_\alpha, \quad L_c = -\frac{e^2}{16\Lambda^2} a_c F^{\mu\alpha} F_{\mu\beta} \bar{W}^\beta \bar{W}_\alpha,$$

$$\tilde{L}_0 = -\frac{e^2}{16\Lambda^2} \tilde{a}_0 F^{\mu\alpha} \tilde{F}_{\mu\beta} \bar{W}^\beta \bar{W}_\alpha, \quad L_n = -\frac{e^2}{16\Lambda^2} a_n \varepsilon_{ijk} F^{\mu\nu} W_{\mu\alpha}^i W_{\nu}^j W^{\alpha,k},$$

$$\tilde{L}_n = -\frac{e^2}{16\Lambda^2} \tilde{a}_n \varepsilon_{ijk} \tilde{F}^{\mu\nu} W_{\mu\alpha}^i W_{\nu}^j W^{\alpha,k}.$$