

УДК 539.17.01

## ПРОЦЕССЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

### НА $e^+e^\pm$ -, $ep$ -, $\gamma\gamma$ -КОЛЛАЙДЕРАХ

*А. Б. Арбузов, Э. А. Кураев, Б. Г. Шайхатденов*

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна  
Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова

Дан обзор современного состояния теоретического описания процессов глубоконеупругого лептон-нуклонного и электрон-позитронного рассеяний на большие углы с учетом радиационных поправок в лидирующем и следующем за лидирующим приближениях. Рассмотрены также принципы создания и физическая программа для фотон-фотонных коллайдеров.

The present status of theoretical description of deep-inelastic lepton-nucleon as well as large angle Bhabha scattering with account for radiative corrections in the leading and next-to-leading approximations are reviewed. Also considered is a build-up principle and physical programme of the photon-photon colliders.

Прецизионные измерения на современных электрон-позитронных и электрон-протонных коллайдерах требуют достаточно точного описания сечений нормирующих процессов, необходимых для определения светимости.

Для электрон-позитронных установок таким процессом является процесс (квази)упругого рассеяния (процесс Баба) на большие и малые углы. На установках LEP1, LEP2 детально изучались свойства промежуточных  $W$ -,  $Z$ -бозонов. Точность, предъявляемая к теоретически рассчитанному сечению, составляла менее десятой доли процента. Знания сечения процесса в борновском приближении оказывается недостаточно, вклады радиационных поправок (РП) высших порядков теории возмущений (ТВ), связанные с излучением виртуальных и реальных фотонов и  $e^+e^-$ -пар, оказываются существенными вплоть до слагаемых 3-го порядка ТВ. В цикле работ [1], выполненных в течение нескольких лет, были рассчитаны РП к сечению в случае рассеяния на малые и большие углы. Результаты этих работ были использованы в числе других подходов для прецизионного измерения светимости на коллайдере ЦЕРН [2].

При вычислении дифференциального сечения жесткого тормозного излучения на большой угол нами было обнаружено отклонение от дрелл-яновской формы сечения даже в лидирующем приближении — сечение с учетом РП не выражается в терминах борновского. В работе [3] дан анализ этого явления.

Для процессов 4-го порядка ТВ нами были вычислены сечения излучения двух жестких фотонов и жесткой пары в коллинеарной и неколлинеарной

кинематике, сделана оценка нелидирующих вкладов (не содержащих степеней большого логарифма отношения энергии электронов к их массе) [4].

Не менее актуальна задача вычисления РП к сечениям процессов глубоко-неупругого рассеяния. В работе [5] было вычислено сечение в упругой по протону мишени кинематике. Для этого случая получено сечение в лидирующем и нелидирующем приближениях для кинематических условий экспериментов, проводимых в DESY.

В работе [6] исследован вопрос об обобщенном эйкональном представлении амплитуд рассеяния на малые углы. Для этой цели вычислены РП к сечению  $e^+e^-$ -рассеяния на малые углы в двухпетлевом приближении. Показано, что представление амплитуды в виде произведения формфактора на амплитуду в эйкональном приближении нарушается за счет вклада непланарных диаграмм Фейнмана. Для амплитуд получены явные выражения.

В работе [7] вычислены спиральные амплитуды для процессов  $e^-e^\pm$ -рассеяния на малые углы с излучением двух фотонов на малый угол вдоль оси пучков. Проанализировано поведение амплитуд с сохранением и нарушением спиральности. Рассмотренная кинематическая область дает главный вклад в сечение, что является мотивацией для нашего анализа.

С целью определения степени поляризации линейно-поляризованных фотонов на опыте используется процесс фоторождения лептонной пары на электроде (вещества). В работе [8] сделан анализ ведущих (не исчезающих в пределе высоких энергий фотона) и неведущих вкладов в сечение процесса, приведены данные численного расчета и дано сравнение с результатами предыдущих работ и данными опыта.

В обзоре [9] рассмотрены принципы создания и физическая программа для фотон-фотонных коллайдеров. Уделено внимание нелинейным эффектам в процессе комптоновского рассеяния назад как механизму, определяющему светимость коллайдеров. Рассмотрены некоторые калибровочные процессы, которые можно использовать для оперативного определения светимости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Arbuzov A., Kuraev E., Shaikhatdenov B.* // Mod. Phys. Lett. A. 1998. V. 13. P. 2305; *Arbuzov A. et al.* // Phys. Lett. B. 1997. V. 394. P. 218.
2. *Arbuzov A. et al.* CERN 95-03. 1995. P. 369.
3. *Arbuzov A., Kuraev E., Shaikhatdenov B.* // ZhETP. 1999. V. 88. P. 213.
4. *Antonelli V., Kuraev E., Shaikhatdenov B.* // Nucl. Phys. B. 2000. V. 568. P. 40.
5. *Akushevich I., Kuraev E., Shaikhatdenov B.* // Phys. Rev. D. 2000. V. 62. P. 053016.
6. *Kuraev E., Lipatov L., Shishkina T.* // ZhETP. 2001. V. 119. P. 1.
7. *Schiller A. et al.* // Nucl. Phys. B. 2000. V. 570. P. 359.
8. *Akushevich I. A. et al.* // Phys. Rev. A. 2000. V. 61. P. 032703.
9. *Galynski M., Kuraev E., Levchuk M.* // Part. and Nucl. 2000. V. 31, No. 4. P. 157.