

Формирования электромагнитных полей в оптическом диапазоне, возникающих в результате взаимодействия позитронов со средой.

Валиев Ф.Ф.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,

E-mail: valiev07@list.ru

Полуклассический подход расчета электромагнитных полей, формируемых при взаимодействии жесткого излучения с веществом, применен к задаче прохождения высокоэнергичных позитронов через газовую среду. Приведены результаты расчетов изменений электромагнитных полей в оптическом диапазоне для воздуха при прохождении через него высокоэнергичных позитронов.

Полуклассический подход и модель линейного тока [1, 2] применялись для расчета изменений электромагнитных полей в оптическом диапазоне, формируемых при взаимодействии электронов и гамма квантов с жидкой, твердой и газовой средой [3, 4, 5]. В рамках этого подхода, используется пособытийное рассмотрение формирования электромагнитных полей. Применение пакета GEANT [6] позволяет рассчитать траектории и скорости всех свободных заряженных частиц, возникающих в результате взаимодействия первичной и сопровождающих ее вторичных частиц со средой. Далее проводится расчет пространственно-временного распределения компонент электромагнитного поля, создаваемого заряженной частицей и возникающих при ее движении вторичных частиц в среде.

В данной работе полуклассический подход применен к расчету электромагнитных полей, формируемых при прохождении высокоэнергичных позитронов в воздухе. Схема модельного эксперимента аналогична схеме реального эксперимента, выполненного в работе [7] и

представлена на рис.1.

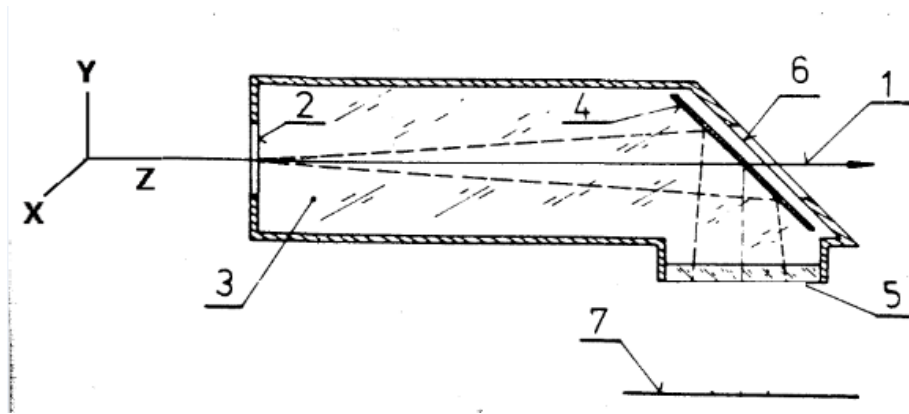


Рис.1. Схема модельного эксперимента.

Обозначения:

- 1 – пучок позитронов
- 2 - входное окно установки
- 3 - газовая мишень – цилиндр длиной 1 м
- 4 – плоское зеркало
- 5 – прозрачное окно
- 6 - выходное окно установки
- 7 – плоскость расположения позиционно-чувствительного детектора, регистрирующего электромагнитное излучение в оптическом диапазоне.

Штриховые линии указывают направление максимума оптического излучения.

В модельном эксперименте в рамках пакета GEANT пучок позитронов с энергией 512 МэВ проходит через метровый слой воздуха.

В качестве иллюстрации представлены рассчитанные траектории движения одиночного позитрона и сопровождающих его электронов (см. рис 2А, 2Б, 2В , три одиночных позитрона).

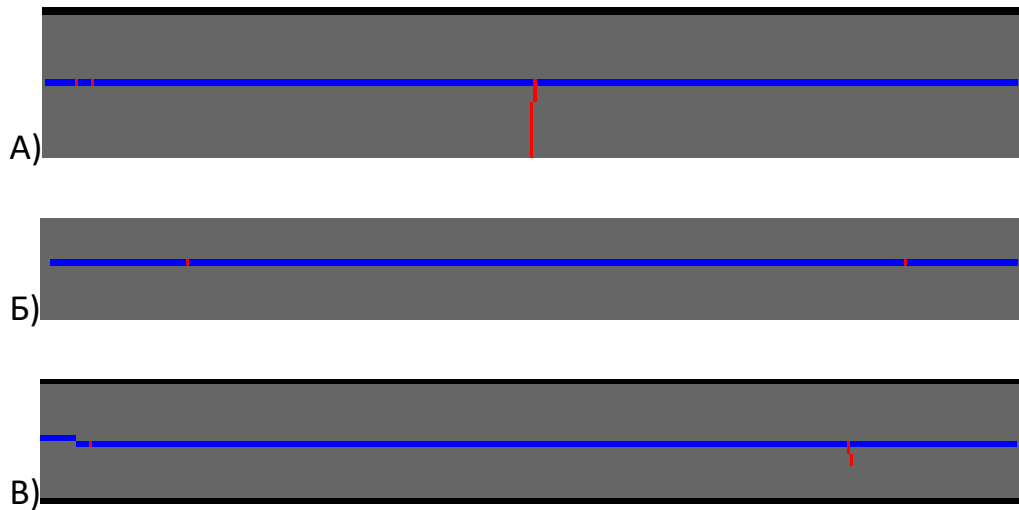


Рис.2. Примеры траекторий движения **одиночного позитрона (синий цвет)** и сопровождающих его электронов (красный цвет).

На рис.3. представлены траектории движения 5 позитронов.

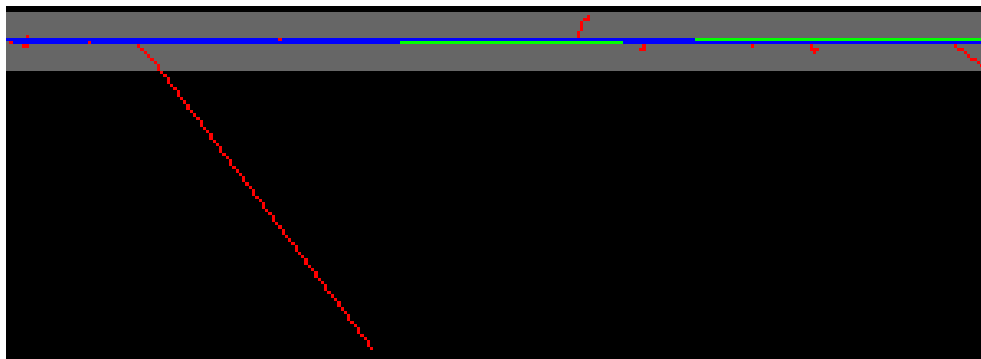


Рис.3. Пример траекторий движения **5 позитронов (синий цвет)**, сопровождающих его электронов (красный цвет) и фотонов (зеленый цвет) на одном рисунке..

На пути следования позитрона образуются электрон - ионные пары, вторичные фотоны, которые в свою очередь могут породить вторичные ионы и электроны.

В результирующий файл записываются данные в формате: сорт частицы (электрон, позитрон), скорости каждой частицы, координаты и время в которые фиксировалась изменения скорости частицы.

Далее проводился расчет электромагнитного поля в пространственно-временном представлении по формулам из работ [1, 2] под случайным образом выбранным углом φ с шагом 0.5 градуса по углу θ в точке на плоскости детектирования. Выбор случайного угла проводился 500 раз

Результат расчета изменения энергии электромагнитных полей в плоскости расположения позиционно-чувствительного детектора, полученное суммирование изменений энергии каждой из заряженных частиц, формируемых в этом процессе, представлен на рис. 4.

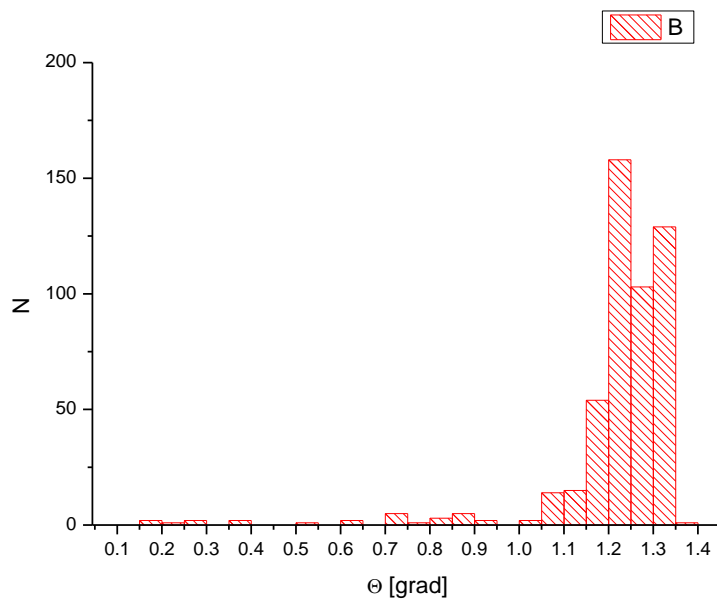


Рис.3. Угловое распределение изменений энергии по результатам 500 разыгранных событий.

На рисунке виден пик в угловом распределении изменений энергий при котором наблюдается максимум в кольцевом распределении.

Угол, оценённый по формуле Тамма-Франка равен 1.32.

Расчет выполнен в пространственно-временном представлении и без предположений об осцилляторном механизме формирования изменения энергии.

Результаты расчетов, проводимых по данной методике, согласуются с экспериментально наблюдаемыми с использованием установки, приведенной в экспериментальной работе [7] и могут быть в последующем использованы при моделировании и конструировании детекторов для экспериментов в физике высоких энергий.

Работа выполнена с использованием оборудования ресурсного центра “Вычислительный центр СПбГУ”.

1. Валиев Ф.Ф. // Изв. РАН. Сер. физ. 2011. Т.75. №7. С.1025; Valiev. F. F. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2011. V.75. No 7. P. 1001.
2. Борисов В.В. // Электромагнитные поля неустановившихся токов. Санкт-Петербург, СПбГУ., 1996.
3. Валиев Ф.Ф. Панин Р.В. // Изв. РАН. Акад.Наук. Сер. физ. 2016. 80(8). С. 1040; Valiev. F. F., Panin. R. V. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2016. V. 80. №8. P. 951.
4. Валиев Ф.Ф. // Изв. РАН. Сер. физ. 2019. Т.83. №9. С.1261; Valiev. F. F. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. V. 83. № 9. P. 1149.

5. Валиев Ф.Ф. // Изв. РАН. Сер. физ. 2020. Т.84. №10. С.1109; Valiev. F. F. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. V. 84. № 10. P. 1109.
6. GEANT. Detector description and simulation tool. UserGuide. CERN. Geneva. 1993.
7. Ю. Ружичка // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. 1993. С.212.