

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ РАССЕЯННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ КОМПТОН-ЭФФЕКТЕ НА РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНАХ

О.Ф.Куликов, В.Я.Тельнов, Е.И.Филиппов, М.Н.Якименко

Получение пучков высокоэнергетических поляризованных γ -квантов методом комптоновского рассеяния лазерных фотонов на релятивистских электронах [1,2] имеет ряд преимуществ перед другими методами получения поляризованных γ -квантов [3]. Согласно теоретическим расчетам [4,5] излучение оптического спектра (энергия фотона $\sim 2 \text{ эв}$) при рассеянии на электронах высокой энергии превращается в γ -кванты с энергиями в десятки и сотни мегаэлектронвольт. Максимальная энергия рассеянных фотонов наблюдается при встречном соударении фотонного и электронного пучков.

Наиболее характерной и важной особенностью комптоновского рассеяния является то, что образующиеся γ -кванты почти полностью сохраняют поляризацию первичного излучения. Если первичное излучение полностью поляризовано, то степень поляризации рассеянных кван-

тов с энергиями близкими к максимальной близка к 100%. В отличие от других методов комптоновское рассеяние позволяет получать также и высокоэнергетические γ -кванты с круговой поляризацией.

Реальные условия эксперимента (круговая траектория электронов в области взаимодействия пучков, бетатронные колебания электронов в ускорителе, телесный угол регистрирующей аппаратуры) приводят к тому, что поляризация регистрируемых γ -квантов значительно отличается от поляризации рассеянного излучения при строго лобовом соударении.

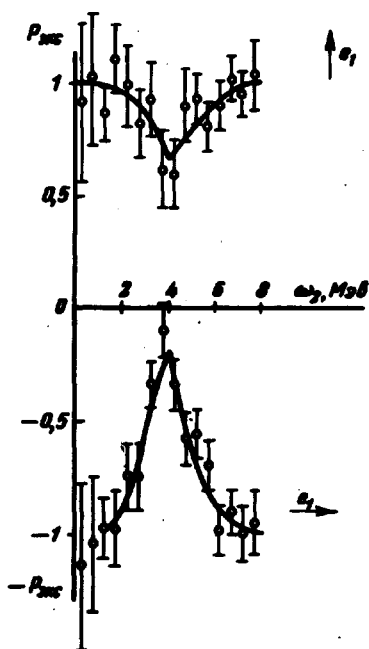
Для экспериментального изучения степени поляризации γ -квантов, полученных на установке, описанной в работах [6,7], использовался комптоновский поляриметр со сложением амплитуд, который располагался за коллиматором диаметром 15 мм, находившемся на расстоянии 11 м от области взаимодействия пучков. Поляриметр состоял из трех сцинтилляционных счетчиков: счетчика-рассеивателя, расположенного в исследуемом γ -пучке, и двух счетчиков, регистрировавших вторичное излучение из рассеивателя. В качестве рассеивателя был использован пластмассовый сцинтиллятор (диаметр 40 мм, длина 130 мм) на основе полистирола. Кристаллы-анализаторы представляли собой цилиндрические сцинтилляторы NaJ(Tl) диаметром 120 мм и длиной 100 мм. Выбор материала соответствующих кристаллов и их размеры определялись стремлением свести к минимуму процессы фотоэффекта и образование пар в рассеивателе, избежать многократного рассеяния γ -квантов и обеспечить возможно более полное поглощение кристаллами-анализаторами квантов, вылетавших из рассеивателя. Взаимное расположение кристаллов было таково, чтобы обеспечить значительную величину коэффициента асимметрии при высокой эффективности регистрации. Суммарная величина сигнала со счетчика-рассеивателя и счетчика-анализатора определяла энергию зарегистрированного поляриметром γ -кванта. Величина асимметрии счета двух взаимно перпендикулярных систем счетчиков рассеиватель-анализатор однозначно связана со степенью поляризации γ -излучения.

Схема управления включала регистрирующую аппаратуру лишь на время, в течение которого имелось лазерное излучение. Сигналы с фотумножителей поляриметра после предварительного усиления поступали на трехмерный измеритель амплитуд импульсов и затем на цифрочитающее устройство.

Калибровка счетчиков поляриметра и всего анализатора в целом производилась с помощью источника Cs^{137} и поддерживалась постоянной с точностью 3%.

Были проведены измерения зависимости степени линейной поляризации рассеянных фотонов от их энергии для двух взаимно перпендикуляр-

ных ориентаций электрического вектора лазерных фотонов, причем, одна из них совпадала с вертикалью (орбита электронов расположена в горизонтальной плоскости). Результаты измерений и соответствующие теоретические кривые представлены на рисунке.



Зависимость степени поляризации $P_{\text{эксп}}$ рассеянных фотонов от их энергии ω_2 . Сплошные кривые – теоретические данные, точки – эксперимент. Стрелками на рисунке показано направление электрического вектора лазерного излучения, совпадающее с преимущественным направлением поляризации рассеянного излучения

При сравнении эксперимента с теорией была принята во внимание особенность регистрации γ -излучения сцинтилляционными счетчиками. Для преобразования амплитудных спектров, зарегистрированных двумя системами счетчиков рассеиватель-анализатор, в энергетические с помощью метода случайных испытаний были рассчитаны соответствующие матрицы, аналогичные приведенным в работе [8].

В эксперименте вместо степени поляризации $P = (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) / (I_{\text{макс}} + I_{\text{мин}})$ оказалось удобным измерять величину $P_{\text{эксп}} = (I_{\uparrow} - I_{\rightarrow}) / (I_{\uparrow} + I_{\rightarrow})$, где I_{\uparrow} , I_{\rightarrow} интенсивности рассеянных квантов, электрический вектор которых направлен по вертикали и горизонтали соответственно. Наибольшее влияние на степень поляризации $P_{\text{эксп}}$ оказывают степень поляризации первичного излучения, точность выставления электрического вектора излучения лазера относительно плоскости орбиты электронов и точность выставления поляриметра относительно направления поляризации падающего излучения. Метод максимального правдоподобия показал, что на уровне значимости 5% наблюдается совпадение теоретических и экспериментальных данных в предположении, что степень поляризации первичного излучения лежит в пределах 95% $^{+5\%}_{-15\%}$ и 100% $^{+0}_{-15\%}$ для горизонтальной и вертикальной ориентации вектора поляризации лазерных фотонов соответственно.

В каждом цикле ускорения (число электронов $3 \cdot 10^{10}$ частиц/цикл, энергия лазера 4 Дж) в поляриметр поступало примерно 60 рассеянных γ -квантов. Это означало, что в условиях эксперимента в каждом цикле образовывалось $6 \cdot 10^3$ рассеянных квантов.

Физический факультет
Московского

Государственного университета
им. М. В. Ломоносова
Физический институт
им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
27 марта 1969 г.

Литература

- [1] В. Р. Арутюнян, В. А. Туманян. ЖЭТФ, 44, 100, 1963.
- [2] R. H. Milburn. Phys. Rev. Lett., 10, 75, 1963.
- [3] G. Diambri. Труды междунар. конф. по электромагнитным взаимодействиям при низких и средних энергиях, Дубна, 4, 251, 1967.
- [4] R. H. Milburn. SLAC-Report, № 41, 1965; R. H. Milburn, J. R. Sauer, C. K. Sinclair, M. Fotino. CEAL-Reprint, 1046, 1969.
- [5] Ф. Р. Арутюнян, В. А. Туманян. УФН, 83, 5, 1964.
- [6] О. Ф. Куликов, Ю. Я. Тельнов, Е. И. Филиппов, М. Н. Якименко. ПТЭ, 4, 14, 1967.
- [7] О. Ф. Куликов, Ю. Я. Тельнов, Е. И. Филиппов, М. Н. Якименко. ЖЭТФ, 56, 115, 1969.
- [8] J. H. Hubbell. Rev. Scient. Instr., 29, 65, 1958.

Письма в ЖЭТФ, том 9, стр. 516-520

5 мая 1969 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ИЗЛУЧЕНИЯ ИНЖЕКЦИОННОГО ЛАЗЕРА НА GaAs В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ ГЕНЕРАЦИИ

В. В. Никитин, А. С. Семенов, В. П. Страхос

Исследование динамики излучения полупроводниковых лазеров на GaAs, работающих в импульсном режиме генерации, показало, что излучение диодов состоит из последовательности коротких световых импульсов с периодом и длительностью $\sim 10^{-9} - 10^{-11}$ сек [1-4].