**Комбинированное тормозное излучение релятивистских частиц при движении в кристалле**

С.Б.Дабаго$в^{1,2}$ (sultan.dabagov@lnf.infn.it),

К.С.Голубко$в^{2}$ (kirill.golubkov.98@mail.ru),

Н.П.Калашнико$в^{2}$ (kalash@mephi.ru),

А.С.Ольча$к^{2}$ (asolchak@mephi.ru)

1. INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italy Via E. Fermi 40, PO Box 13. I-00044 Frascati (RM) Italy
2. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» 115409 Москва, Каширское шоссе 31, Россия

**Тезисы доклада**

Движение быстрых заряженных частиц в кристалле часто рассматривается как движение в некотором гладком непрерывномis усредненном потенциале соответствующей кристаллической оси или плоскости. Нельзя, однако, забывать, что реальные кристаллические плоскости и оси состоят из отдельных атомов, причем периодически расположенных. Взаимодействие с периодическими неоднородностями усредненного потенциала цепочки атомов с периодом *d* неизбежно сопровождается передачей кристаллу дискретных значений продольного атомной цепочке импульса Δ*p|| = 2πnћ/d,* *n* = 1,2,3,…,. Такое взаимодействие в т.н. сопутствующей системе отсчета (ССО), движущейся равномерно со скоростью *V*=$\frac{p\_{‖}c^{2}}{E}$. вдоль цепочки атомов вместе с релятивистской частицей, можно трактовать как взаимодействие соответствующего периодическому полю цепочки виртуального фотона с частотой $ω\_{n} $= 2π$\frac{v}{d}$ *γ n* (здесь *v* и *γ=E/m*$c^{2}$ – скорость и Лоренц-фактор налетающей частицы) с движущейся только в поперечной плоскости заряженной частицей. Если частица находится в режиме каналирования – орбиты и энергии такого поперечного движения будут тоже дискретными и (вплоть до значений *γ=E/m*$c^{2}$ ~ 104) нерелятивистскими.

Виртуальный фотон, после рассеяния на заряженной частице, в лабораторной системе отсчета (ЛСО) наблюдается как реальный квант тормозного излучения. При этом, одновременное дискретное изменение продольного импульса и поперечной энергии частицы порождает сложный комбинированный характер дискретного спектра такого тормозного излучения. В силу эффекта Доплера, энергии излучаемых фотонов в ЛСО могут быть сравнимы с энергией исходной заряженной частицы.

Нерелятивистский характер движения заряженной частицы в ССО позволяет выполнить оценку вероятности такого комбинированного тормозного излучения по аналогии с комбинационным (Рамановским) рассеянием в атомной физике..

**Ключевые слова:** кристалл, каналирование, квантовая электродинамика, комбинированное рассеяние, тормозное излучение