Эволюция поляризации электрона в лазерно-плазменном ускорителе

Б.Н. Нугманов1

1Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)

Рассмотрена динамика поляризации спина электрона, ускоряемого в поле кильватерной волны, генерируемой фемтосекундным релятивистски-интенсивным лазерным импульсом. Моделирование динамики электрона и прецессии его спина  проводилось путём численного решения уравнений T-BMT [1] совместно с уравнениями движения в безразмерных координатах :

 (1)

 (2)

 (3)

 (4)

 (5)

 (6)

здесь  – скорость света,  – заряд и масса электрона,  – аномальный магнитный момент электрона,  – плазменная частота и ,  – начальная концентрация электронов на оси плазменного канала,  – безразмерный импульс электрона ,  – релятивистский фактор электрона и ,  – угол, характеризующий положение электрона в плоскости *XY*,  – кильватерный потенциал нормирован на . Ускоряющая  и фокусирующая  силы, действующие на ускоряемый электрон, самосогласованно рассчитывались с помощью кода LAPLAC [2].

Результаты численных расчётов динамики поляризации спина электрона, ускоряемого в поле кильватерной волны, генерируемой лазерным импульсом (с радиусом фокального пятна 89.13 мкм, длительностью 56 фс, интенсивностью 4.28·1018 Вт/см–2 и мощностью 534 ТВт при длине волны лазерного излучения  мкм) при его распространении вдоль оси  цилиндрически симметричного плазменного канала (с характерным радиальным размером 305.1 мкм и см–3), сопоставлялись с приближенной аналитической формулой (рис. 1), описывающей изменение огибающей деполяризации электрона , движущегося под действием постоянных сил :

 (7)

На рис. 1 изображена деполяризация в зависимости от расстояния электрона от оси канала  и фазы  при его инжекции:  (1);  (2);  (3);  (4);  (5). Серая пунктирная и штрихпунктирная линии соответствуют значениям формулы (7) для параметров кривой (1) и (5) соответственно. Таким образом, разработанная модель позволяет исследовать динамику прецессии спина электрона в ходе лазерно-плазменного ускорения в зависимости от начальной энергии электрона и фазы его инжекции.

Работа выполнена при поддержке программой фундаментальных исследований Президиума РАН.



Рис. 1. Огибающая деполяризации электрона с  и начальной энергией МэВ (а) и ГэВ (б) как функция его энергии 

Литература

1. *Bargmann V*., *Michel L*., *Telegdi V*.*L*. Precession of the polarization of particles moving in a homogeneous electromagnetic field // Phys. Rev. L. 1959. V. 2. P. 435.
2. *Andreev N*.*E*., *Kuznetsov S*.*V*. Laser Wakefield Acceleration of Finite Charge Electron Bunches // IEEE Trans. Plasma Sci. 2008. V. 36. P. 1765.