Генерация нелинейного тока вдоль направления распространения короткого лазерного импульса

В.Е. Гришков, С.А. Урюпин

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, РФ, Москва, uryupin@sci.lebedev.ru

Нелинейные токи в лазерной плазме исследуются сравнительно давно. Интерес к проблеме генерации нелинейных токов обусловлен, в частности, возможностью генерации сильных квазистационарных магнитных полей при воздействии лазерного излучения на плазму [1]. Обычно, при описании нелинейных токов считалось, что воздействие лазерного излучения не ограничено во времени. Вместе с тем, в современных экспериментах часто используются импульсы, длительность которых составляет десятки или сотни фемтосекунд. При этом характерное время свободного пробега электронов в исследуемых плазмах оказывается сравнимым или даже больше длительности импульса. Этот факт нужно учитывать при изучении низкочастотных нелинейных токов. Применительно к вопросу генерации нелинейного вихревого тока соответствующее теоретическое описание предложено в работе [2]. В настоящем докладе, в развитие подхода работы [2], представлены результаты теоретического рассмотрения генерации нелинейного тока вдоль направления распространения короткого лазерного импульса.

Рассмотрено воздействие на плазму слабо сфокусированного импульса лазерного излучения, бегущего со скоростью  близкой к скорости света в плазме, и с несущей частотой , большей плазменной частоты электронов. Из кинетического уравнения и уравнений поля получено уравнение для части функции распределения электронов, слабо изменяющейся за время порядка . Из этого уравнения найдена порождаемая лазерным импульсом малая поправка к исходному равновесному распределению Максвелла и получено общее выражение для плотности нелинейного тока вдоль  - волнового вектора лазерного излучения. Выражение для нелинейного тока применимо при произвольном соотношении между длительностью импульса  и временем свободного пробега , где  - эффективная частота столкновений электронов. В случае большой длительности импульса, когда , на временах больших  из общего выражения имеем: . Это соотношение, в отличие от независящего от времени известного соотношения [3], описывает нелинейный ток, локализованный в области , который перемещается вместе с импульсом со скоростью . Для короткого импульса  и на временах меньших времени свободного пробега, когда , для нелинейного тока имеем , где  - момент начала эффективного воздействия импульса.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 12-02-00744).

Литература

1. Haines M.G., Canadian J. Phys., 1986, V. 64, P. 912.
2. Гришков В.Е., Урюпин С.А., Письма в ЖЭТФ, 2012, Т. 95, №12, С. 707.
3. Овчинников К.Н., Силин В.П., Урюпин С.А., КСФ, 1992, №1,2, С. 50.