ИЗЛУЧЕНИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ВОЛН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА С ПЛОТНОЙ ГОРЯЧЕЙ ПЛАЗМОЙ

Фролов А.А.

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия, frolov@ihed.ras.ru

Генерация терагерцового (ТГц) излучения при взаимодействии лазерного импульса с плотной плазмой теоретически исследована в публикациях [1, 2]. В работе [1] рассмотрена генерация ТГц излучения в условиях, когда для лазерного и ТГц излучения выполнены условия высокочастотного скин-эффекта. В публикации [2] исследован случай, когда реализуется режим аномального скин-эффекта для ТГц волн и высокочастотного скин-эффекта для лазерного излучения. В настоящей работе рассмотрена генерация ТГц импульсов в условиях аномального скин-эффекта, как для ТГц, так и для лазерного излучения при воздействии на сверхкритическую плазму.

На основе кинетического уравнения Власова рассмотрен вопрос о проникновении сфокусированного лазерного импульса в плотную сверхкритическую плазму в условиях аномального скин-эффекта. Получена зависимость лазерного поля в плазме от пространственных координат и времени при конечных значениях поперечного размера и длительности лазерного импульса. Также на базе кинетического уравнения исследовано возбуждение низкочастотных электромагнитных полей в плазме под действием излучения лазера. Решена граничная задача для низкочастотных полей и получено их пространственное распределение в плазме и в вакууме. Вычислена пространственная структура низкочастотного сигнала в вакууме в дальней зоне и показано, что его частота лежит в ТГц спектральном диапазоне при фемтосекундной длительности лазерного импульса. Рассмотрены физические характеристики ТГц излучения. Исследован спектральный состав излучения в зависимости от степени фокусировки лазерного излучения. Показано, что для остросфокусированного лазерного импульса в спектре излучения присутствует широкая спектральная линия на частоте порядка обратной длительности лазерного импульса. С увеличением поперечного размера этот спектральный максимум смещается в область низких частот. Изучена диаграмма направленности ТГц излучения и показано, что при острой фокусировке лазерного излучения ТГц волны распространяются почти вдоль границы плазмы. Увеличение размера лазерного фокального пятна приводит к тому, что угол ТГц эмиссии относительно поверхности увеличивается и для широкого лазерного импульса ТГц излучение направлено практически по нормали к границе плазмы. Вычислена полная энергия ТГЦ импульса и показано, что она максимальна в режиме острой фокусировки лазерного излучения, если фиксированы его энергия и длительность. Показано, что в условиях аномального скин-эффекта для лазерного излучения энергия ТГц сигнала не зависит от плотности плазмы и оказывается пропорциональной квадрату температуры электронов. Приводятся условия применимости теории и делаются оценки характеристик ТГц импульса для типичных параметров современных лазерно-плазменных экспериментов.

Литература

1. Фролов А.А. // Физика плазмы. 2007. Т. 33. С. 1107.
2. Урюпин С.А., Фролов А.А. // ЖЭТФ. 2012. Т. 141. С. 1006.