



Формирование сильных магнитных полей и замагниченной плазмы с помощью мощных лазерных импульсов

к.ф.-м.н. Филипп Александрович Корнеев

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва

Одним из многочисленных результатов стремительно развивающихся лазерных технологий стала возможность создания в лабораторных условиях лазерно-индуцированных магнитных полей большой амплитуды. Такая, так называемая оптическая генерация магнитных полей может быть реализована как с помощью создания сильных разрядных токов в плотных проводящих мишенях с высокой индуктивностью, так и возбуждением коллективного движения заряженных частиц в плазме. В зависимости от интенсивности, длительности, поляризации и других параметров управляющего лазерного импульса, а также материальных и геометрических свойств облучаемой мишени, амплитуда магнитных полей в вакууме или в горячей плазме может достигать значений порядка тысячи Тесла на уже существующих лазерных установках. Поля такой величины характерны для ряда астрофизических объектов, поэтому одним из наиболее очевидных сопутствующих направлений исследований является так называемая лабораторная астрофизика, то есть моделирование в лабораторных условиях процессов, подобных в той или иной степени процессам в реальных астрофизических системах. Кроме того, фундаментальные исследования горячей магнитоактивной плазмы, поведения заряженных частиц в условиях сильного магнитного поля открывают широкие возможности для развития приложений, связанных с управлением потоками быстрых частиц и плотной горячей плазмы.

В настоящее время развито несколько подходов к оптической генерации сильных магнитных полей, из которых, по-видимому, наиболее разработанным является использование разрядных схем. В таких схемах лазерное воздействие создаёт импульс тока большой амплитуды, который может быть использован для формирования области с заданным магнитным полем. В случае достаточно длинных импульсов возбуждённое магнитное поле оказывается квазистационарным, и, напротив, короткие импульсы тока приводят к генерации распространяющихся электромагнитных волн. Физика возбуждения и распространения разрядных токов при воздействии мощного лазерного излучения богата и многогранна. Например, оказывается, что при определённых условиях можно создавать квазистационарные магнитные поля даже с помощью фемтосекундных лазерных импульсов, а в случае компактных разрядных импульсов, распространяющихся вдоль протяжённых проводников, скорость их распространения определяется бесстолкновительными процессами типа затухания Ландау. Тем не менее, несмотря на достигнутый существенный прогресс, большое количество фундаментальных и прикладных проблем всё ещё ждут своих исследователей.