Временная структура электромагнитного излучения в окрестности верхнегибридных частот в экспериментах по пучково-плазменному взаимодействию

1,2Бурдаков А.В., 1,3Иванов И.А., 1,3Скляров В.Ф.

1Институт ядерной физики им. Г. И.Будкера СО РАН, г. Новосибирск, Россия  
2Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия  
3Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия,  
 [V.F.Sklyarov@inp.nsk.su](mailto:V.F.Sklyarov@inp.nsk.su)

Взаимодействие электронных пучков с плазмой, удерживаемой во внешнем магнитном поле, может приводить к генерации интенсивного электромагнитного излучения в окрестности верхнегибридной частоты и её второй гармоники. Данные процессы регистрируются как в астрономических событиях во время солнечной активности [1], так и в лабораторных условиях [2]. При этом во времени регистрируемое электромагнитное излучение представляет собой последовательность кратковременных вспышек излучения, наблюдаемых на стадии интенсивного нагрева плазмы.

В докладе будут представлены результаты анализа временного хода эмиссии электромагнитных волн из плазмы в экспериментах по релаксации сильноточного (*je* ≈ 2 кА/см2) релятивистского (γ*L* = 3) электронного пучка в плотной плазме (*ne* = 1014 ÷ 1015 см-3), удерживаемой в гофрированном магнитном поле (*B* = 3,2 ÷ 4,8 Тл), на установке ГОЛ-3, проведённых в 2009 – 2014 годах.

Для анализа мелкомасштабной структуры сигналов использовался вейвлет-анализ, в качестве материнского вейвлета использовалась функция Морле́. В экспериментах наблюдается несколько выраженных частот появления всплесков. При релаксации электронного пучка диаметром ~4 см происходит монотонный дрейф наиболее высокочастотной компоненты в спектре появления всплесков излучения от величины 120 до 20 МГц. В экспериментах по инжекции электронного пучка уменьшенного диаметра (Ø ~ 1 см) дрейф высокочастотной компоненты не наблюдается.

Одним из возможных объяснений данных результатов может быть следующее. Как было установлено ранее, область источника излучения находится внутри области, занятой электронным пучком в плазме [3]. В качестве кандидата на источник излучения могут выступать динамические провалы плотности плазмы, образующиеся на нелинейной стадии двухпотоковой неустойчивости во время интенсивного нагрева плазмы. Эволюция таких провалов плотности определяется соотношением газокинетического давления со стороны плазмы и давления высокочастотного поля, связанного с плазменными волнами, запертыми внутри данных областей. При нагреве, соответственно, увеличивается газокинетическое давление, приводящее к уменьшению времени существования провалов плотности, вплоть до того, что они не могут образовываться и их плотность должна значительно снижаться. Поскольку в плазме исчезают области с большой плотностью плазменных волн, осуществляющих интенсивную перекачку энергии от плазменных волн частицам плазмы, то прекращается нагрев плазмы и генерация излучения.

Литература

1. Benson R. F. et al. Magnetospheric electron densities inferred from upper-hybrid band emissions // Geophysical Research Letters, Vol. 31, L20803, 2004.
2. Arzhannikov A. V. et al. Observation of spectral composition and polarization of sub-terahertz emission from dense plasma during relativistic electron beam–plasma interaction // Physics of Plasmas, Vol. 21(8), 082106, 2014.
3. Arzhannikov A. V. et al. Experimental and theoretical investigations of high power sub-millimeter wave emission at two-stream instability of high-current REB // Transactions of Fusion Science and Technology, Vol. 63, p. 82, 2013.