РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУЧОК – ПЛАЗМА КАК СИСТЕМА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ МОЩНОГО СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО И ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.В. Аржанников1,2, И.В. Тимофеев1,2

1Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия
2Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия,
 arzhannikov@phys.nsu.ru

Прохождение в плазме пучка электронов с плотностью, соизмеримой с плотностью плазмы, приводит к раскачке в ней электронных плазменных колебаний, которая, в случае их высокой плотности энергии, может сопровождаться эмиссией электромагнитного излучения на частотах соответствующих этим колебаниям. Именно коллективным взаимодействием в системе электронный пучок — плазма, в шестидесятых-семидесятых годах прошлого века были объяснены потоки излучения из солнечной короны, а также из межпланетной и околопланетной плазмы. Однако лабораторные исследования системы мощный пучок-плазма, которые получили развитие в эти годы, были ориентированы на пучковый нагрев плазмы применительно к решению термоядерной проблемы. В этих лабораторных экспериментах не уделялось особого внимания генерации излучения на плазменных частотах, и систематические исследования этого процесса были начаты только в 2010 году [1].

В данном докладе будет дан обзор результатов экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия релятивистского электронного пучка с плазмой применительно к решению задачи максимального перевода энергии пучка через возбуждаемые плазменные колебания в излучение субмиллиметрового диапазона.
Исходя из этого диапазона частот были определены требуемые параметры экспериментов: плотность плазмы ne = 5 х 1014 ÷ 5 х 1015 см–3, индукция магнитного поля B = 1 ÷ 5 Тл, энергия электронов пучка Eb = 0,5 ÷ 1 МэВ, плотностью тока пучка jb = 1 ÷ 3 кА/см2. Экспериментальные исследования проводились на установке ГОЛ-3 [2] и в настоящее время продолжены на установке ГОЛ-3Т [3]. Результаты измерений мощности и спектрального состава генерируемого в плазме излучения, полученные в ходе этих исследований, сопоставлены с результатами нашего теоретического рассмотрения двух процессов, сопровождающих интенсивное пучково-плазменное взаимодействие. Этими процессами являются слияние двух верхне-гибридных плазменных колебаний в одну электромагнитную волну [4] и трансформация верхне-гибридного колебания в электромагнитную волну на градиенте плотности плазмы [5].

Работа выполнена при поддержке РНФ проект № 14-12-00610.

Литература

1. A.V. Arzhannikov, A.V. Burdakov, P.V. Kalinin, et al. // Вестник НГУ. Серия: Физика, 2010, том 5, № 4, с. 44-49.
2. Arzhannikov, A.V., Thumm, M.K.A., Burdakov, et al. // Terahertz Science and Technology, IEEE Transactions on, 2015, Vol. 5, No. 3, pp. 478-485.
3. А.В. Аржанников, А.В. Бурдаков, В.С. Бурмасов, и др., // Физика плазмы, 2015, том 41, № 11, с. 935-945.
4. A.V. Arzhannikov and I.V. Timofeev, Plasma Phys. Controlled Fusion **54**, 105004 (2012). http://dx.doi.org/10.1088/0741-3335/54/10/105004
5. I. Timofeev, V. Annenkov, and A. Arzhannikov //Physics of Plasmas, 2015, POP47261.