Коллективное томсоновское рассеяние на ГДЛ. Первые результаты [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Соломахин А.Л., 1Господчиков Е.Д., 1Лубяко Л.В., 1Хусаинов Т.А., 1Шалашов А.Г., 1,2Яковлев Д.В.

1ИПФ РАН, Нижний Новгород, РФ, [ags@appl.sci-nnov.ru](mailto:ags@appl.sci-nnov.ru)  
2ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск, РФ, [A.L.Solomakhin@inp.nsk.su](mailto:A.L.Solomakhin@inp.nsk.su)

На газодинамической ловушке (ГДЛ), которая является одной из крупнейших открытых ловушек с субтермоядерными параметрами плазмы, создана система регистрации спектров коллективного рассеяния излучения гиротрона [1]. Основанная на измерениях таких спектров диагностика позволяет восстанавливать функцию распределения популяции надтепловых (горячих) ионов, а также контролировать развитие микронеустойчивостей в плазме ГДЛ.

ГДЛ позиционируется как прототип термоядерного источника нейтронов для материаловедения, дожигания радиоактивных отходов и гибридного реактора синтез-деление [2]. Дальнейшие перспективы развития такой концепции нейтронного источника связаны с увеличением потока нейтронов. Выход нейтронов в таком источнике обеспечивается взаимодействием ионов из высокоэнергичной части функции распределения. Однако до сих пор отсутствует адекватная теоретическая модель удержания горячих ионов в ГДЛ, а имеющиеся численные коды не лишены существенных недостатков. Поэтому актуальна задача непосредственного измерения функции распределения горячих ионов в эксперименте на ГДЛ.

Источником излучения для диагностики служит мощный 450 кВт / 54.5 ГГц гиротрон, излучение которого с помощью сверхразмерного гофрированного волновода и квазиоптической двухзеркальной системы инжектируется в плазму ГДЛ в центральном сечении ловушки [3]. Рассеянное на флуктуациях плазмы излучение собирается двумя квазиоптическими трёхзеркальными системами с двух направлений, соответствующих продольному и поперечному волновому вектору флуктуаций. Собранное излучение по системе сверхразмерных прямоугольных волноводов подводится к двум специально разработанным под эту задачу высокочувствительным радиометрам. Для защиты от излучения гиротрона каждый из них оборудован аттенюатором, электронным затвором на основе PIN диода и восьмирезонаторным режекторным фильтром, настроенным на частоту гиротрона. Отфильтрованное рассеянное излучение с помощью смесителя и гетеродина на основе диода Ганна сдвигается по частоте в область низких частот, усиливается и регистрируется цифровым осциллографом Tektronix MSO54 с полосой 0-500 МГц. Далее эти данные обрабатываются уже цифровым образом, получаются спектры, по которым будет восстанавливаться функция распределения ионов по скоростям.

Система полностью собрана и проведены первые эксперименты по регистрации спектров коллективного рассеяния плазмой ГДЛ излучения гиротрона. Отработана методика измерений и впервые зарегистрированы сигналы рассеяния на тепловых флуктуациях плазмы, связанных с движением горячих ионов [4]. Также зарегистрировано рассеяние на нетепловых флуктуациях плазмы, вызванных развитием микронеустойчивостей.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 19-72-20139.

Литература

1. A.G. Shalashov et al., Plasma Phys. Control. Fusion, 2020, 62, 065010.
2. A.A.Ivanov and V.V.Prikhodko, Plasma Phys. Control. Fusion, 2013, 55, 063001.
3. A.G. Shalashov et al., Journal of Instrumentation, 2021, 16, 07007.
4. A. G. Shalashov et al., Phys. Plasmas, 2022, 29, 080702.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/BH-Solomakhin_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)