взаимодействие ГАМ с широкополосной турбулентностью в плазме токамака Т‑10 [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Крохалев О.Д., 1,2,3Мельников А.В.

1НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, nrcki@nrcki.ru
2Московский физико-технический институт (НИУ), Москва, Россия, info@mipt.ru
3Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия,
 info@mephi.ru

Геодезические акустические моды (ГАМ) – высокочастотная ветвь зональных потоков – рассматриваются как механизм саморегуляции турбулентности в тороидальной плазме [1]. Исследование частотной структуры ГАМ и её взаимодействия с широкополосной турбулентностью важно для понимания физических механизмов аномального турбулентного переноса энергии и частиц [2]. Недавно было показано, что ГАМ состоит из трёх частотных пиков: основного и двух его сателлитов, низко- и высокочастотного [3]. В работе исследовано взаимодействие ГАМ с широкополосной турбулентностью с помощью бикогерентного анализа данных диагностики пучком тяжелых ионов [4]. Статистически значимая величина квадратичного коэффициента бикогерентности

Рисунок 1 - Кросс-бикогерентность $b\_{\left(φ, I\_{t}, I\_{t}\right)}^{2}(f\_{1}, f\_{2})$**,** №72287

 $b\_{x,y,z}^{2}\left(f\_{1}, f\_{2}\right)= \frac{|\left〈Φ\_{x}\left(f\_{1}\right)Φ\_{y}\left(f\_{2}\right)Φ\_{z}^{\*}\left(f\_{1}+f\_{2}\right)\right〉|^{2}}{\left〈|Φ\_{x}\left(f\_{1}\right)Φ\_{y}\left(f\_{2}\right)|^{2}\right〉\left〈|Φ\_{z}\left(f\_{1}+f\_{2}\right)|^{2}\right〉}$ (1)

указывает на наличие трёхволнового взаимодействия между колебаниями на частотах *f*1*,* *f*2и *f*1*+* *f*2. В формуле (1) $Φ\_{x}\left(f\right)$ – Фурье-образ сигнала x, $Φ\_{x}^{\*}\left(f\right)$ – его комплексно-сопряжённая величина. На рисунке 1 приведен квадратичный коэффициент бикогерентности для сигналов потенциала  и плотности плазмы (полного тока пучка *I*tot) в импульсе с низкой плотностью (ne ≈ 0.7 1019 м-3).

В работе показано, что каждый из трех пиков ГАМ взаимодействует с широкополосной турбулентностью по трехволновому механизму. Взаимодействие имеет тонкую структуру: каждому из трёх пиков соответствует индивидуальный диапазон частот *f*2. Основной пик ГАМ взаимодействует с широким частотным интервалом турбулентности, НЧ-сателлит взаимодействует с высокочастотной его частью, ВЧ-сателлит – с низкочастотной его частью.

Работа выполнена при поддержке РНФ, проект 19-12-00312.

Литература

1. Fujisawa A. et al, Experimental progress on zonal flow physics in toroidal plasmas, Nuclear Fusion 2007 **47** (10) S718-S726
2. Melnikov A.V. et al. Study of interactions between GAMs and broadband turbulence in the T‑10 tokamak // Nuclear Fusion 2017, **57** (6) 115001.
3. Крохалев О.Д., Мельников А.В. ГАМ в плазме токамака Т-10: частотная структура и взаимодействие с широкополосной турбулентностью. Направлено в «Письма в ЖЭТФ»
4. Melnikov A.V. et al. Heavy ion beam probing – diagnostics to study potential and turbulence in toroidal plasmas // Nuclear Fusion 2017 **57** (6) 072004.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/BL-Krohalev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)