Эволюция радиальных характеристик ГАМ и Квазикогернетной моды в режимах с омическим и мощным ЭЦР-нагревом в плазме токамака Т-10 [[1]](#endnote-1)\*)

1Драбинский М.А., 1Елисеев Л.Г., 1Хабанов Ф.О., 1Мельников А.В., 2Харчев Н.К.

1НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, [nrcki@nrcki.ru](mailto:nrcki@nrcki.ru)  
2Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, [office@gpi.ru](mailto:office@gpi.ru)

В современной физике высокотемпературной плазмы сохраняется разрыв между теоретически предсказанными и измеренными в эксперименте потоками тепла и частиц из плазмы на стенку. Несовпадение между теорией и экспериментом говорит о неполноте физической картины, описываемой современной теорией. На настоящий момент причиной возникновения аномально высоких потоков – по сравнению с теоретически предсказанными – считается мелкомасштабная плазменная турбулентность. На токамаке Т-10 было показано, что большая часть турбулентного потока частиц в омической фазе разряда индуцируется квазикогерентной (КК) модой [1].

Явлением, влияющим на величину потоков, являются зональные течения [2]. Высокочастотной ветвью зональных течений является геодезическая акустическая мода (ГАМ) и её сателлит. Было установлено, что ГАМ и сателлит взаимодействуют с широкополосной турбулентностью в широком интервале частот до 250 кГц и выше [3].

Для создания физически полной теории, способной предсказать величину потоков тепла и частиц из плазмы на стенку необходимо детальное экспериментальное изучение свойств мелкомасштабной турбулентности и зональных течений, в том числе их радиальных характеристик в плазме с различными типами нагрева и уровнями вкладываемой мощности.

Такую работу позволяет провести диагностический комплекс зондирования плазмы пучком тяжёлых ионов (ЗПТИ, Heavy Ion Beam Probe – HIBP). ЗПТИ является уникальным инструментом, позволяющим одновременно и независимо измерять среднее значение электрического потенциала плазмы, его колебания, а также колебания плотности плазмы и полоидального магнитного поля. С помощью ЗПТИ также возможно восстанавливать плотность плазмы [4]. Авторами были проведены работы по изучению радиальных характеристик ГАМ [5] и КК моды [6] в омической плазме токамака Т‑10. В данной работе детальное внимание уделяется эволюции радиальных характеристик ГАМ и КК моды в ЭЦР-плазме Т-10.

Установлены как общие для омической и ЭЦР-плазмы свойства ГАМ и КК моды, так и свойства, проявляющиеся только при высоком уровне вкладываемой в плазму мощности дополнительного нагрева. В частности, ГАМ и её сателлит становятся неразличимыми по частоте при высокой мощности СВЧ-нагрева PСВЧ > 1,7 МВт и низкой плотности плазмы ne < 1.0∙1019 м-3. Средняя частота квазикогерентной моды в центральных областях плазмы, r <15 см, в режимах с мощным СВЧ-нагревом уменьшается с 70-80 кГц вплоть до 20-30 кГц. Такое значительное уменьшение частоты КК моды, по всей видимости, связано с изменением электрического поля при вводе в плазму большой СВЧ-мощности.

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

Литература

1. L.G. Eliseev et al Plasma Fusion Research. 2018 V. 13 3402106 (4p)
2. A. Fujisawa et al Nucl. Fusion 47 2007 S718–S726
3. A.V. Melnikov et al 2017 Nucl. Fusion 57 115001
4. Ph.O. Khabanov et al 2019 JINST 14 C09033
5. A.V. Melnikov et al Plasma Fusion Research. 2018 V. 13 3402109 (4p)
6. M.A. Drabinskiy et al 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1383 012004

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/BO-Drabinskiy_e.docx) [↑](#endnote-ref-1)