

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яшина Александра Юрьевича «Исследование геодезической акустической моды на токамаках Глобус-М и ТУМАН-3М», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 — физика плазмы

Появление промышленного реактора на основе управляемого термоядерного синтеза трудно представить без существования четкого понимания физики всех процессов, происходящих в тороидальных ловушках с магнитной термоизоляцией плазмы. Одним из пробелов в знаниях в этой области остается так называемый аномальный перенос тепла, который заключается в значительном расхождении величин переноса, предсказываемых устоявшимися теоретическими моделями и реально наблюдающимися в экспериментах. В настоящее время полагается, что аномальный перенос может быть вызван развитием турбулентности плазмы. В то же время последние теоретические изыскания продемонстрировали возможность взаимного влияния зональных потоков и турбулентности плазмы. Поэтому изучение высокочастотной разновидности зональных потоков — геодезической акустической моды (ГАМ) является **актуальной задачей**.

В диссертационной работе Яшина Александра Юрьевича представлено комплексное исследование геодезической акустической моды на двух тороидальных ловушках — токамаках ТУМАН-3М и Глобус-М. Основной метод, использованный для изучения ГАМ в работе — доплеровская рефлектометрия. Однако, автору удалось привлечь и другие диагностики для более полного описания изучаемого явления. Так была исследована связь ГАМ и колебаний: радиального электрического поля, магнитного поля, тока насыщения электрического зонда, колебаний интенсивности излучения  $D_{\alpha}$ . Было экспериментально установлено: наличие нелинейного взаимодействия между ГАМ и турбулентностью плазмы, влияние магнитогидродинамических возмущений на ГАМ, влияние изотопного состава плазмы на ГАМ, область локализации ГАМ, модовый состав ГАМ.

**Научная и практическая ценность** работы очевидна: разработана диагностика ГАМ на токамаке ТУМАН-3М методом доплеровского обратного рассеяния; ГАМ экспериментально обнаружена на обоих задействованных в исследовании установках (ТУМАН-3М, Глобус-М); проведено сравнение параметров ГАМ на обоих токамаках, которые обладают различным

аспектным отношением и магнитной геометрией; на токамаке Глобус-М впервые установлена локализация ГАМ; установлено: наличие нелинейного взаимодействия между ГАМ и турбулентностью плазмы.

Результаты исследования в полном объеме отражены в публикациях автора: 11 статьях в научных журналах, а также многочисленных докладах на международных конференциях. **Достоверность** результатов не вызывает сомнения, поскольку все полученные результаты статистически достоверны и не противоречат результатам с других установок.

Полученные диссертантом результаты имеют значительную **практическую ценность**, поскольку на основе разработанных методик диагностики и обработки результатов возможно создание комплексных диагностик для исследования ГАМ на любой тороидальной ловушке с магнитной термоизоляцией плазмы.

В целом, судя по автореферату, диссертация представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком уровне. Работа отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Яшин Александр Юрьевич, заслуживает присвоения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 — физика плазмы.

**Борзосекоев Валентин Дмитриевич**, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, 119991, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38, официальная страница в сети интернет [www.gpi.ru](http://www.gpi.ru), адрес электронной почты [postmaster@kapella.gpi.ru](mailto:postmaster@kapella.gpi.ru), телефон +7 (499) 135-4148.

**Подпись Борзосекоева В.Д. удостоверяю**

Ученый секретарь ИОФ РАН, д.ф.-м.н.

Андреев С.Н.