

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Шевелева Александра Евгеньевича**
«Развитие методов гамма-спектроскопии для диагностики убегающих электронов в компактных токамаках»

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы»

Диссертация Шевелева Александра Евгеньевича посвящена разработке методов измерения спектров гамма-излучения в высокотемпературной плазме токамака и исследованию условий формирования пучков ускоренных электронов в токамаках небольшого размера. Созданные в ходе исследований диагностические комплексы были применены на установках ФТ-2, Глобус-М и ТУМАН-3М.

Актуальность работы А.Е. Шевелева связана с тем, что развитие пучков ускоренных электронов с энергиями в МэВ-диапазоне в высокотемпературной плазме представляет собой одну из основных проблем при развитии неустойчивости срыва в токамаке. И, как следствие, возможны повреждения элементов конструкции камеры токамака. Информация о спектрах гамма-излучения, генерируемого быстрыми электронами, позволяет повысить надежность разработки методов подавления ускоренных электронов для безопасного гашения разряда.

В работе автор приводит результаты измерений в различных режимах плазменных разрядов на нескольких токамаках, сравнивает энергетические распределения ускоренных электронов, восстановленных по измеренным спектрам жесткого рентгеновского излучения, с результатами численного моделирования методом пробной частицы, а также приводит подробное описание новых диагностических методик, что свидетельствует о достоверности полученных результатов.

Научная новизна работы заключается, в первую очередь, в разработке диагностических систем измерения гамма-излучения с использованием современных детекторов на основе новой группы сцинтилляционных кристаллов - галогенидов лантана легированных церием $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$. По сравнению с системами регистрации гамма-излучения, обычно используемых в практике эксперимента в настоящее время, применение новых систем сбора данных с высокой частотой дискретизации и цифровой обработкой сигналов позволило значительно повысить скорость счета в спектрометрическом режиме (до 10^7 c^{-1}). Это позволило получить новые экспериментальные

данные о влиянии МГД возмущений и неустойчивости внутреннего срыва на формирование и удержание ускоренных электронов в разрядах с омическим нагревом плазмы в компактных токамаках.

Несомненна практическая значимость работы, которая заключается в использовании разработанных гамма-спектрометров в экспериментальных исследованиях характеристик ускоренных электронов на токамаках ФТ-2, ТУМАН-3М и Глобус-М. Разработанные методики цифровой обработки и амплитудного анализа сигналов сцинтилляционных детекторов применяются в экспериментах с термоядерной плазмой на токамаках JET и ASDEX Upgrade. Разработанные системы регистрации гамма излучения и методика восстановления энергетического распределения убегающих электронов могут быть применены при проектировании гамма спектрометрического комплекса для диагностики плазмы термоядерного реактора ИТЭР.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Результаты работы представлены на международных и всероссийских научных конференциях и опубликованы в 15 статьях в реферируемых журналах. В автореферате достаточно полно отражены достигнутые результаты.

Что касается замечаний по автореферату, то они имеют незначительный характер, присутствуют во всех работах такого рода и не снижают общего положительного впечатления от работы.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, а соискатель Шевелев Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 - «Физика плазмы».

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры физики плазмы НИЯУ МИФИ

_____ Савёлов Александр Сергеевич

Тел.+7495 7885699 доб.9319, e-mail: savjlov@plasma.mephi.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), 115409. Москва Каширское шоссе,
д.31 <https://mephi.ru>