

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»

Диссертационная работа Шевелева А.Е. посвящена развитию методов гамма-спектроскопии для диагностики убегающих электронов в токамаках. В диссертации описана история разработок спектрометров гамма-излучения, применяемых для регистрации жесткого рентгеновского излучения в МэВ-диапазоне, генерируемого пучками ускоренных электронов в токамаке. Также описаны новые методы цифровой обработки сигнала сцинтилляционных детекторов и восстановления энергетических распределений убегающих электронов по зарегистрированному гамма-излучению.

Актуальность работы обусловлено необходимостью контроля генерации пучков ускоренных электронов для безопасной эксплуатации токамаков. Своевременное обнаружение убегающих электронов особенно важно на крупных установках, т.к. пучки электронов, перешедших в режим непрерывного ускорения, способны причинить серьезные повреждения камеры токамака.

Новизна представленной работы заключается в использовании новейших спектрометров гамма-излучения и методик цифровой обработки сигнала сцинтилляционных детекторов. Новые методики позволяют проводить спектрометрические измерения гамма-излучения в условиях термоядерного эксперимента при скорости счета до 10^7 с^{-1} , что дало возможность провести изучение влияния быстропротекающих процессов на удержание ускоренных электронов, таких как «пилообразные» колебания. Развита методика восстановления энергетического распределения электронов по измеренному спектру тормозного излучения. Достоверность проведенных исследований обеспечена использованием стандартных источников гамма-излучения при калибровке спектрометров, а также применением признанного в научной среде кода MCNP при моделировании процессов генерации и переноса тормозного излучения.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанные спектрометры и методики нашли применение на токамаках ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Полученный опыт может быть использован на установках нового поколения, таких как строящийся международный экспериментальный термоядерный реактор ИТЭР. Результаты работы отражены в 15 статьях в реферируемых журналах и одной монографии, а также представлены в докладах на международных конференциях.

Автореферат диссертации дает достаточно полное представление о работе и удовлетворяет всем требованиям ВАК. Согласно данным, представленным в автореферате, работа написана согласно требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в постановлении Правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней».

К тексту автореферата имеется несколько замечаний.

1). На стр. 2 указано, что: «В имеющихся в ФТИ им. А.Ф. Иоффе токамаках ФТ-2, ТУМАН-3М и Глобус-М электроны могут ускоряться до энергий выше 10 МэВ». Предлагается заменить слово «выше» на «около». Простые оценки показывают, что в токамаках ФТ-2, ТУМАН-3М и Глобус-М предельная энергия убегающих электронов не выше 10 МэВ (главные ограничения на энергию связаны со смещением орбиты и тороидальной гофрировкой). Это же видно и из рис. 4, 5 и, особенно, рис. 7 автореферата. Значения энергии убегающих электронов *выше* 10 МэВ (до 20 МэВ) можно ожидать в токамаке Глобус-М2, недавно введённом в эксплуатацию, при увеличении тока плазмы с уровня 200 кА (как в указанных выше токамаках) - до 500 кА.

2). На стр. 7-10 приведена методика восстановления энергетических спектров убегающих электронов – одна из наиболее важных в диссертационной работе. В токамаке ТУМАН-3М для этого задействованы 3 гамма-детектора (Д1, Д2 - по- и против направления убегания и Д3, направленный на центральную часть плазменного шнура). В автореферате недостаточно полно представлено объяснение – почему на рис. 5 статистика с Д1 на порядок превышает таковую с Д2 и обе на много порядков меньше статистики с Д3, который к убегающим электронам казалось бы прямо не относится.

3). На рис. 11-12 автореферата приведены данные по ВЧ пробую при НГ нагреве и параметрам пучка ускоренных электронов. В пояснениях к рис. 6 не отмечена хорошая корреляция максимальной энергии убегающих электронов, времени и напряжения. Такая корреляция может говорить о работе ограничения на E_{\max} по времени ускорения.

Указанные замечания не меняют общей положительной оценки добротной выполненной диссертационной работы. Её уровень и широта охвата даже несколько превышают кандидатский уровень. Считаю, что её автор, Шевелев Александр Евгеньевич, вполне заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 - «Физика плазмы».

Отзыв составил

/Минеев А.Б./

Минеев Анатолий Борисович, к.ф.-м.н, ведущий научный сотрудник,
лаборатория БТ-1, НТЦ «СИНТЕЗ»,
АО «НИИЭФА», 196641, Санкт-Петербург,
пос. Металлострой, дорога на Металлострой, д.3, тел. (812) 462-7746
mineevab@sintez.niiefa.spb.su

Подпись Минеева А.Б. заверяю
Научный руководитель АО «НИИЭФА»
Доктор физико-математических наук

/Филатов О.Г./