

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кавеевой Елизаветы Геннадьевны «МЕХАНИЗМЫ ПОПЕРЕЧНОЙ ПРОВОДИМОСТИ В ПЛАЗМЕ ТОКАМАКА И РЕЗОНАНСНЫЕ МАГНИТНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 Физика плазмы.

В работе исследуются актуальные проблемы физики пристеночной плазмы, связанные с возникновением электрических полей и токов за счёт дрейфовых движений ионов и электронов плазмы. В разработке этой важнейшей тематики Е.Г. Кавеева является одним из мировых лидеров, чей авторитет признан в международном научном сообществе.

Автореферат хорошо структурирован и даёт ясное представление о работе. Во введении очерчен круг задач, решение которых составляет основу диссертационной работы, и показано место этой работы в контексте термоядерных исследований. В главе 1 описана модель формирования неоклассического электрического поля с учётом турбулентного переноса импульса в тороидально симметричной системе и рассмотрены приложения этой модели для описания радиальных электрических полей в периферийной плазме аксиально симметричного токамака. В главе 2 рассмотрен эффект нарушения тороидальной симметрии при наложении резонансных возмущений магнитного поля (RMP). В этом случае радиальное электрическое поле определяется балансом неоклассического тока ионов и током проводимости электронов вдоль силовых линий в области стохастизации магнитного поля. Предложенная автором модель сравнивается с результатами экспериментальных измерений на токамаках DIII-D, ТУМАН-3М, MAST и ASDEX-Upgrade, показывая хорошее согласие и позволяя объяснить наблюдаемый в экспериментах с RMP эффект уменьшения плотности плазмы. В главе 3 предлагается модель самосогласованного экранирования резонансных возмущений магнитных полей токами в плазме. Проводится анализ условий возникновения условий экранирования и определяется область параметров, в которой переход от сильного к слабому экранированию при увеличении амплитуды возмущений и обратно носит характер бифуркации. Эта аналитическая модель показывает хорошее согласие с результатами численного моделирования и данными экспериментов на токамаках DIII-D, MAST, ASDEX-Upgrade и TEXTOR. В главе 4 тот же подход применяется к анализу электрических полей и токов, возникающих при развитии периферийной неустойчивости (ELM), характерной для плазмы в Н-режиме вызывающей кратковременную стохастизацию магнитного поля на краю плазменного шнуря. В главе 5 рассматриваются радиальные конвективные потоки и их влияние на ширину энергонесущего слоя плазмы снаружи сепараторы. Приложение развитой автором модели радиального тока за сепаратором позволяет получить оценку минимальной ширины этого слоя, согласующуюся с экспериментальными данными.

Из недостатков могу отметить разве что неудачное обозначение  $\square_E$  для характерного времени изменения электрического поля в уравнении (17). Обычно этим символом обозначается характерное время удержания энергии в плазменном шнуре.

В целом, судя по автореферату, статьям и докладам автора на различных конференциях, диссертационная работа представляется законченным научным трудом, выполненным на высоком научном уровне и вносящим заметный вклад в мировую науку. Она удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения учёной степени доктора физико-математических наук.

к.ф.-м.н., с.н.с.  
ведущий научный сотрудник  
тел. (499) 196-7046,  
e-mail: [ank755@gmail.com](mailto:ank755@gmail.com)

Кукушкин  
Андрей Серафимович

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, пл.  
Академика Курчатова 1

Подпись А.С. Кукушкина заверяю:

Главный учёный секретарь  
НИЦ «Курчатовский и

П.А. Форш