

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Дьячкова Сергея Александровича**  
«Квазиклассическая модель термодинамических свойств электронов с учетом состояний  
дискретного спектра и область ее применимости», представленную на соискание учёной  
степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.08 – «Физика плазмы»

Задача достоверного описания термодинамических свойств плазмы в широком диапазоне плотностей и температур крайне важна для интерпретации современных экспериментов с применением мощных лазеров. В настоящее время существует ряд моделей уравнений состояния плазмы, использующих эмпирические данные. Однако, наибольший интерес сегодня представляют первопринципные теоретические подходы, в которых непосредственный расчет электронной структуры позволяет предсказывать свойства веществ с высокой точностью без использования результатов экспериментов. Такие подходы, как правило, оказываются довольно требовательными к вычислительным ресурсам, и, более того, область их применимости ограничена разными факторами, поэтому разработка новых моделей, применимых в широком диапазоне температур и плотностей, и оптимизация методик расчета свойств электронной подсистемы является **актуальной задачей**.

В своей диссертационной работе Дьячков С.А. предлагает сравнительно простой способ расчета электронной структуры и термодинамических функций электронов, основанный на квазиклассическом приближении для среднего атома. В первой и второй главах диссертации подробно излагаются теоретические основы предлагаемой модели и приводятся результаты расчетов самосогласованного потенциала, электронной плотности и квазиклассических уровней энергии. Показано, что расчет электронной плотности дискретного спектра путем прямого суммирования с соответствующими числами заполнения дает характерные осцилляции вблизи ядра, так называемую оболочечную структуру. С ростом температуры эти оболочки последовательно переходят в непрерывный спектр, давая осциллирующий вклад в термодинамические функции электронов. **Новизна** подхода автора заключается именно в прямом расчете квазиклассических уровней энергии и электронной плотности, что позволило исследовать величину оболочечных эффектов в широком диапазоне параметров и построить количественные диаграммы области применимости модели, которые приводятся в третьей главе диссертации.

Конечно, наибольший интерес представляет сравнение результатов расчета по модели автора с экспериментом. Модель, предлагаемая автором, позволяет рассчитывать термодинамические функции лишь электронной подсистемы, поэтому такое сравнение может быть выполнено лишь косвенно. Так, в третьей главе диссертации приводится сопоставление термического уравнения состояния разреженной плазмы, рассчитанного по модели Саха и по предлагаемой в диссертации модели с идеально-газовым вкладом ядер. Согласие достигнуто очень хорошее, что свидетельствует о **достоверности** результатов, полученных автором диссертации. В области нормальных плотностей приводится сравнение с данными по методу функционала плотности, который на данный момент дает наиболее точные результаты в этой области. Видно, что при низких температурах погрешность модели автора значительна, однако при температуре в несколько десятков электрон-вольт ее вполне можно применять на практике.

**По результатам работы** опубликовано 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК. Также полученные автором результаты неоднократно обсуждались на международных научных конференциях. Хорошо иллюстрированный текст автореферата свидетельствует о том, что **цели работы достигнуты, а научные положения обоснованы**. Разработанная модель имеет большую **теоретическую** ценность, так как позволяет описывать состояние электронного газа в широкой переходной области между плотной и разреженной плазмой. Для удобства ее **практического** использования автором разработан эффективный

программный комплекс, так что таблицы термодинамических величин можно получить для любого элемента периодической таблицы на персональном компьютере.

Диссертация Дьячкова С.А. является завершенной научно-исследовательской работой, соответствующей требованиям, предъявляемым пунктом 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 года к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 — Физика плазмы. Дьячков Сергей Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

ст. науч. сотрудник Теоротдела № 1.2.4 им. Л.М. Бибермана ФГБУН ОИВТ РАН

к.ф.-м.н.

тел.: +7(495)362-53-10

e-mail: [shum\\_ac@mail.ru](mailto:shum_ac@mail.ru)



Шумихин Алексей Сергеевич

Подпись к.ф.-м.н., с.н.с. Шумихина Алексея Сергеевича заверяю:  
ученый секретарь ФГБУН ОИВТ РАН

д. ф.-м. н.

тел.: +7(495)485-90-09

e-mail: [amirovravil@yandex.ru](mailto:amirovravil@yandex.ru)



Амиров Равиль Хабибулович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук  
125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2

тел: 8(495)485-83-45

e-mail: [webadmin@ihed.ras.ru](mailto:webadmin@ihed.ras.ru)