

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2018 протокол № 22

О присуждении Дьячкову Сергею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Квазиклассическая модель термодинамических свойств электронов с учетом состояний дискретного спектра и область ее применимости» в виде рукописи по специальности 01.04.08 – Физика плазмы, принята к защите 17.10.2018г., (протокол заседания № 18) диссертационным советом Д 002.110.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр.2, jiht.ru, (495) 485-8345), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.04.2012г. № 105/нк.

Соискатель Дьячков Сергей Александрович 1991 года рождения, в 2014 году окончил Московский физико-технический институт (государственный университет).

В 2018 году окончил очную аспирантуру факультета «Проблем физики и энергетики» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московского физико-технического института (государственного университета)».

Диссертация выполнена в лаборатории № 1.2.2.4 – моделирования свойств материалов НИЦ-1 ТЭС Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Левашов Павел Ремирович, заведующий лабораторией № 1.2.2.4 НИЦ-1 ТЭС – моделирования свойств материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- д. ф.-м. н., эксперт-советник, отдел №15 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук (ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 125047, Москва, Миусская пл., д. 4, тел. (499) 978-1314, keldysh.ru, e-mail: shragalya@yandex.ru), Шпатаковская Галина Васильевна;

- д. ф.-м. н., старший научный сотрудник сектора плазмы и лазеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук (ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, 142432, МО., г. Черноголовка, просп. Академика Семенова, д. 1-А, тел. (495) 702-9317, itp.ac.ru, e-mail: petrov@itp.ac.ru) Петров Юрий Васильевич;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр - Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина» (ул. Васильева, 13, г. Снежинск, Челябинская обл., 456770, тел. 8(351-46)5-51-20, vniitf.ru, e-mail: vniitf@vniitf.ru) в своем положительном заключении, составленном по итогам обсуждения на заседании научно-технического совета Научно-теоретического отделения №1 (протокол № 8 от 29.11.2018) начальником отдела НТО-1, д. ф.-м. н. Лобода Петром Анатольевичем, научным сотрудником НТО-1, к. ф.-м. н. Овечкиным

Антоном Александровичем, председателем НТС НТО-1, д. ф.-м. н. Гребёнкиным Константином Фридриховичем (утвержденном директором ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», кандидатом экономических наук Железновым Михаилом Евгеньевичем), указала, что диссертация Дьячкова С. А. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему и содержит новые важные результаты, которые могут применяться для построения широкодиапазонных уравнений состояния при решении задач физики плазмы и экстремальных воздействий в профильных научных организациях, представляются достоверными и научно обоснованными и соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ по теме диссертации, из них 4 статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК и 21 в сборниках тезисов докладов и трудов конференций.

Основные работы:

1. Dyachkov S. A., Levashov P. R. Region of validity of the finite-temperature Thomas-Fermi model with respect to quantum and exchange corrections // *Physics of Plasmas*. 2014. Vol. 21, no. 5. P. 052702.
2. Dyachkov S. A., Levashov P. R., Minakov D. V. Region of validity of the Thomas-Fermi model with corrections // *Physics of Plasmas*. 2016. Vol. 23, no. 11. P. 112705.
3. Dyachkov S. A., Levashov P. R., Minakov D. V. Region of validity of the Thomas-Fermi model with quantum, exchange and shell corrections // *Journal of Physics: Conference Series*. 2016. Vol. 774. P. 012006.
4. Дьячков С. А., Левашов П. Р. Исследование области применимости модели Томаса-Ферми по отношению к квантовым и обменным поправкам // *Известия Кабардино-Балкарского Государственного Университета*. 2014. Т. 4, № 1. С. 17–21.

На автореферат поступили отзывы:

1. Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН (научный сотрудник сектора плазмы и лазеров, к. ф.-м. н. В. А. Хохлов) – отзыв положительный, без замечаний.
2. Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН (заведующий отделом взаимодействия когерентного излучения с веществом, д. ф.-м. н. И. К. Красюк) – отзыв положительный, без замечаний.
3. Объединенный институт высоких температур РАН (старший научный сотрудник теоретического отдела №1.2.4. им. Л. М. Бибермана, к. ф.-м. н. Шумихин Алексей Сергеевич) – отзыв положительный, без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что:

- д.ф.-м.н., эксперт-советник, отдел №15 ФГБУН ИПМ им. М. В. Келдыша РАН Шпатаковская Г. В. является ведущим специалистом по квазиклассическому методу расчета электронной структуры и термодинамических свойств веществ в физике высоких плотностей энергии, о чем свидетельствуют публикации:

1. В.Я. Карпов, Г.В. Шпатаковская. “Учет дискретности электронного спектра в статистической модели свободных ионов” // Письма в ЖЭТФ — 2013. —Т.98 —№5-6, —С. 389–393;
2. В.Я. Карпов, Г.В. Шпатаковская, “О подобии по атомному номеру электронных энергий связи заполненных оболочек элементов периодической системы” // ЖЭТФ —2017. —Т. 151. —№3 —С. 435–445;
3. Г.В. Шпатаковская. “Подобие по атомному номеру К- и L- рентгеновских термов в многоэлектронных атомах” // Письма в ЖЭТФ —2018. —Т.108 —№11, —С. 781–784;

- д.ф.-м. н., старший научный сотрудник сектора плазмы и лазеров ФГБУН ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН Петров Юрий Васильевич является ведущим ученым в области теоретического исследования переносных и термодинамических свойств материалов в экстремальных условиях (высоких

температурах и давлениях, а также сильных внешних полях), о чем свидетельствуют публикации:

1. Ю.В. Петров, К.П. Мигдал, Н.А. Иногамов, С.И. Анисимов. “Процессы переноса в металле с горячими электронами, возбужденными лазерным импульсом” // Письма в ЖЭТФ —2016. —Т.104 —№ 6 —С. 446–454;
2. Yu.V. Petrov, K.P. Migdal, N.A. Inogamov, V.V. Zhakhovsky. “Two-temperature equation of state for aluminum and gold with electrons excited by an ultra-short laser pulse” // Appl. Phys. B —2015. —Т.119 —№ 3. —С. 401–411;
3. N.A. Inogamov, V.V. Zhakhovsky, V. A. Khokhlov, Yu. V. Petrov, K.P. Migdal. “Solitary Nanostructures Produced by Ultrashort Laser Pulse” // Nanoscale Research Letters —2017. —Т.11 —№ 1 —С. 177.

Выбор Федерального государственного унитарного предприятия «Российского Федерального Ядерного Центра - Всероссийского научно-исследовательского института технической физики имени академика Е. И. Забабахина» в качестве ведущей организации обусловлен тем, что ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ» является многопрофильной авторитетной научной организацией, ведущей исследования по целому ряду направлений, в том числе по разработке широкодиапазонных уравнений состояния и изучению транспортных, оптических свойств, а также электронной структуры материалов в экстремальных условиях, о чем свидетельствуют публикации:

1. N. A. Smirnov. “Effect of spin-orbit interactions on the structural stability, thermodynamic properties, and transport properties of lead under pressure” // Physical Review B. —2018. —Т. 97 —№ 9. —С. 094114;
2. A.A. Ovechkin, P.A. Loboda, A.L. Falkov. Transport and dielectric properties of dense ionized matter from the average-atom RESEOS model // High Energy Density Physics —2016. —Т. 20. —С. 38-54;
3. A.A. Ovechkin, P.A. Loboda, V.G. Novikov, A.S. Grushin, A.D. Solomyannaya. “RESEOS - A model of thermodynamic and optical properties of hot and warm dense matter” // High Energy Density Physics. —2014. —Т. 13. —С. 20-33.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработан и реализован метод расчета уровней энергии, волновых функций и электронной плотности дискретных состояний в квазиклассическом приближении в потенциале Томаса-Ферми для сферической атомной ячейки с заданной точностью.
2. Разработан и реализован метод определения граничной энергии между дискретным и непрерывным спектром состояний в квазиклассической модели среднего атома.
3. Разработан и реализован метод расчёта оболочечных поправок к потенциалу, электронной плотности, химическому потенциалу и термодинамическим функциям модели Томаса-Ферми с заданной точностью.
4. Выявлена область применимости термодинамических функций электронов по модели Томаса-Ферми по отношению ко всем типам поправок.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Предложенная соискателем модель позволяет достоверно описывать состояние электронного газа в широкой переходной области между плотной и разреженной плазмой;
2. Продемонстрировано, что область применимости модели по отношению ко всем типам поправок соответствует плазме с параметром неидеальности менее единицы;
3. Показано, что использование только тепловой части термодинамических функций электронов позволяет расширить область применимости модели в сторону низких температур.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Разработан программный комплекс для расчета электронной структуры и термодинамических свойств электронов любого элемента периодической таблицы в широком диапазоне температур и плотностей и опубликован в открытом доступе;

2. Показано, что расчеты таблиц термодинамических функций по модели Томаса-Ферми со всеми типами поправок могут проводиться на персональном компьютере как в последовательном, так и в параллельном режиме за приемлемое время;

3. В диссертации приведены примеры программ для расчета потенциала, энергетического спектра и термодинамических функций электронов и результат их работы в виде графиков и таблиц.

Модель термодинамических свойств электронов и её реализация в виде программного комплекса могут применяться в следующих организациях: ОИВТ РАН, ИПХФ РАН, ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, РФЯЦ-ВНИИТФ, РФЯЦ-ВНИИЭФ, ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН, ИОФ им. А. М. Прохорова РАН.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

1. Идея работы состоит в улучшении хорошо изученной модели Томаса-Ферми с квантовыми и обменными поправками для среднего атома, что подтверждается подробным литературным обзором;

2. Используются стандартные схемы численного интегрирования дифференциальных уравнений высокого порядка с заданной точностью;

3. Используется известное квазиклассическое решение уравнения Шрёдингера для сферически симметричного потенциала;

4. Термодинамические функции электронов, рассчитанные по модели Томаса-Ферми с учетом квазиклассического дискретного спектра, хорошо согласуются с достоверными данными как в области низких, так и в области нормальных плотностей вещества;

5. Результаты работы многократно обсуждались на российских и международных конференциях.

Личный вклад соискателя:

Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора. Все представленные результаты расчета и их интерпретация выполнены автором лично.

Параллельный программный комплекс для расчетов электронной структуры и термодинамических функций с использованием квазиклассического приближения для учёта состояний дискретного спектра полностью разработан автором. Подготовка публикаций выполнена вместе с соавторами при определяющем вкладе соискателя. Результаты работы докладывались автором лично на 18 российских и международных конференциях.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация Дьячкова С.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует критериям пункта 9, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г.

На заседании от 26.12.2018г. диссертационный совет принял решение присудить Дьячкову Сергею Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 12 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 12 докторов наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 24 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 24, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор

Андреев Н.Е.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н.

Васильев М.М.

26.12.2018г.

