

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.024.03 НА БАЗЕ  
ИНСТИТУТА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ им. М.В. Келдыша РАН  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело N \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 28 января 2016 г. № 2

О присуждении **Луцкому Константину Игоревичу**, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Широкодиапазонная модель термодинамики газовой и жидкой плазмы»** по специальности 05.13.18 — «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 08 октября 2015 года, протокол № 13 диссертационным советом Д 002.024.03 на базе ФГБУН Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 125047, Москва, Миусская пл., д. 4, приказ №105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель **Луцкий Константин Игоревич**, 1983 года рождения. В 2005 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт электронной техники (технический университет)», ему присуждена квалификация инженер-математик по специальности «прикладная математика». В 2008 г. соискатель окончил аспирантуру Института математического моделирования РАН, позднее объединившегося с Институтом прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН путем присоединения. В настоящее время работает в подразделении «Скайп» (Skype) компании «Майкрософт» (Microsoft) в должности ведущего инженера-программиста.

Диссертация выполнена в ФГБУН Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук.

Научный руководитель — член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор, **Калиткин Николай Николаевич**, заведующий отделом №14 ИМП им. М. В. Келдыша РАН.

Официальные оппоненты:

**Алфимов Георгий Леонидович**, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», профессор кафедры ВМ-1;

**Вергунова Галина Алексеевна**, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской академии наук, сектор теории лазерной плазмы, старший научный сотрудник  
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное унитарное предприятие **Российский Федеральный Ядерный Центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики**, г. Саров, в своем положительном заключении, подписанном Шагалиевым Рашитом Мирзагалиевичем, доктором физико-математических наук, профессором, начальником отделения 08 ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, указала, что решение многих «...задач прикладной физики и техники невозможно без использования уравнений состояния (УРС) плазмы. Поэтому весьма актуальными задачами являются построение более точных моделей, созданию эффективных алгоритмов и программных комплексов расчета и аппроксимации опорных таблиц термодинамических функций (ТДФ) уравнений состояния. Решению этих задач и посвящена диссертация.

...Для учёта взаимодействия заряженных частиц ... К. И. Луцкий предложил ... модель заземлённой сферы с краевым условием трёх нулей. В приближении ОЭГ в этой модели поправка к энергии на взаимодействие ... примерно в 2.5 раза меньше, чем общепринятое значение. Выполнено сравнение со степенью ионизации в модели Томаса-Ферми с квантовыми и обменными поправками ... Оказалось, что данные по ионизации электронов с верхних оболочек атомов меди по обеим моделям практически совпадают. ... Это является приемлемой апробацией достоверности модели.

...Для решения системы [уравнений модели ТФП] К. И. Луцкий построил высокоточную консервативную разностную схему... Алгоритмы устойчивы, существенно менее трудоёмкие и, главное, более точны, чем применявшиеся ранее другими авторами.

...Склейка моделей, реализованная в диссертации ... является хорошим методическим и практическим достижением диссертанта.

...Диссертант показал свою высокую квалификацию как физик, математик и программист... Константин Игоревич Луцкий заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзывов на автореферат не поступало.

По теме диссертации соискателем опубликовано **9 работ** в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК:

1. Н. Н. Калиткин, К. И. Луцкий, Широкодиапазонное уравнение состояния газовой и жидкой плазмы // Матем. моделирование, 27:4(2015), 31 – 49.
2. Н. Н. Калиткин, К.И. Луцкий, Обобщение уравнений Саха на жидкую плазму // ДАН Физика, 457:2 (2014), 157 – 161

3. Р. В. Голованов, Н. Н. Калиткин, К. И. Луцкий, Нечётное продолжение для фурье-аппроксимации непериодических функций // Матем. моделирование, 25:5 (2013), 67 – 84
4. Р. В. Голованов, К. И. Луцкий, Вычисление интегральной функции Ферми–Дирака // Матем. моделирование, 24:2 (2012), 129 – 138
5. Н. Н. Калиткин, К. И. Луцкий, Метод нечетного продолжения для фурье-аппроксимации непериодических функций // ДАН, 441:1 (2011), 19 – 23
6. К. И. Луцкий, Обусловленность метода двойного периода // Матем. моделирование, 23:8 (2011), 89 – 96
7. Н. Н. Калиткин, К. И. Луцкий, Аппроксимация гладких поверхностей методом двойного периода // Матем. моделирование, 22:2 (2010), 64 – 68
8. Н. Н. Калиткин, К. И. Луцкий, Прецизионная аппроксимация квантово-статистических кривых холодного сжатия // Матем. моделирование, 20:6 (2008), 111 – 118
9. Н. Н. Калиткин, К. И. Луцкий, Оптимальные параметры метода двойного периода // Матем. моделирование, 19:1 (2007), 57 – 68

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается схожестью задач, рассматриваемых в диссертации и задач, решаемых оппонентами: д.ф.-м.н. Г. Л. Алфимов занимается математическими моделями физических явлений и численными методами расчета этих моделей, к.ф.-м.н. Г. А. Вергунова занимается конструированием и расчетом мишеней для лазерного термоядерного синтеза и постоянно активно использует в своей работе термодинамические таблицы, рассчитанные по моделям термодинамики плазмы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **предложена** новая модель взаимодействия заряженных частиц в плазме. Она предсказывает взаимодействие в 2.25 раза меньше, чем в модели однородного электронного газа. Эта модель подтверждена тем, что она правильнее других предсказывает ионизацию при сверхвысоких плотностях;
- **разработан** новый алгоритм и численные методы расчета уравнений модели атома Томаса-Ферми с квантовой и обменной поправками (ТФП). В расчетах одновременно находится асимптотически точная оценка погрешности. По своей точности, быстродействию и устойчивости к ошибкам округления он существенно превосходит, предлагавшиеся ранее алгоритмы;
- **предложен** новый оригинальный метод составления широкодиапазонного уравнения состояния путём синтеза отдельных разнородных моделей. Этот метод в отличие от ранее известных обеспечивает строгое выполнение всех термодинамических соотношений, то есть сохраняет термодинамическую согласованность. Модели газовой и жидкой плазмы объединены в новую единую широкодиапазонную термодинамически согласованную модель;

- **разработаны** новые численные методы аппроксимации гладких функций. Исследована обусловленность метода и определены его оптимальные параметры. Выполнены аппроксимации термодинамических таблиц модели ТФП;

- **разработан** и протестирован программный комплекс расчета термодинамических свойств плазмы, реализующий вышеуказанные модели и численные методы. Комплекс позволяет выполнять расчеты подробных таблиц на персональном компьютере.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что разработана новая термодинамически согласованная широкодиапазонная модель термодинамики газовой и жидкой плазмы. Модель является строго согласованной, что обеспечивает большую физическую точность по сравнению с рассогласованными моделями. Расчет по модели ведется эффективными и устойчивыми численными методами. Разработка эффективного алгоритма решения уравнений выбранной модели, выполненная автором, является необходимой и важной самостоятельной задачей.

**Значение** полученных соискателем результатов исследования для **практики** подтверждается тем, что они могут широко использоваться в газодинамических расчетах физических процессов и конструкций новой техники. Рассчитаны термодинамические таблицы веществ с атомным номером  $Z < 103$  с высокой точностью в широком диапазоне температур (от комнатной до миллионов градусов) и давлений (до миллиардов атмосфер). Предложены оптимальные параметры аппроксимации этих таблиц.

**Оценка достоверности** результатов обоснована тем, что предложенные модели подтверждены экспериментально, а для новых численных методов строго доказана сходимость.

**Личный вклад** соискателя состоит в постановке и решении задач, разработке моделей, описанных в работе, а также разработке численных методов и их реализации в виде проблемно-ориентированных кодов, в качественном объяснении, обработке и интерпретации полученных результатов.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи, является целостным и законченным научным исследованием.

На своем заседании 28 января 2016 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Луцкого К. И. представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Луцкому Константину Игоревичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них – 6 докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Д 002.024.03, д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_ В.Ф. Тишкин

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 002.024.03, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ М.А. Корнилина

«29» января 2016 года.