



РФЯЦ-ВНИИЭФ  
РОСАТОМ

**Федеральное государственное  
унитарное предприятие  
РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР  
Всероссийский  
научно-исследовательский институт  
экспериментальной физики  
(ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»)**

пр. Мира, д.37,  
г. Саров, Нижегородская обл., 607188  
Факс: 83130 29494 E-mail: staff@vniief.ru  
Телетайп: 151535 «Мимоза»  
ОКПО 07623615, ОГРН 1025202199791  
ИНН 5254001230, КПП 525401001

19.01.2023 № 195-41/2859

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

В диссертационный совет 24.1.237.01  
при ИПМ им. М.В. Келдыша РАН  
(125047, г. Москва, Миусская пл., д.4),  
ученому секретарю диссертационного совета  
Корнилиной М.А.

### **ОТЗЫВ**

*на автореферат диссертации Вичева Ильи Юрьевича  
«Моделирование плазмы в столкновительно-излучательном равновесии»  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ*

Изучение поведения веществ и их свойств в экспериментах, проводимых на современных мощных лазерных и электрофизических установках, а также с помощью компьютерного моделирования, позволяет продвинуться в решении актуальных проблем современной физики – от прогресса в области инерционного и управляемого термоядерного синтеза до понимания физических процессов, происходящих в астрономических масштабах. Создание в рамках не имеющего в России аналога вычислительного комплекса программ THERMOS ресурса,

предоставляющего исходные данные о радиационных свойствах веществ при высокой плотности энергий для численного моделирования экспериментов с помощью радиационных кодов (магнито-) газовой динамики, обуславливает высокую актуальность темы диссертационной работы.

Теоретическую значимость работы представляют разработанная модель и алгоритмы для расчёта оптических и термодинамических характеристик плазмы с произвольным полем излучения в рамках приближения стационарного столкновительно-излучательного равновесия, а также найденные решения уравнения переноса излучения в одномерной геометрии совместно с системой кинетических уравнений. В практической части исследования значимость представляет создание программных модулей THERMOS\_CRE и THERMOS\_Layer на платформе высокопроизводительных ЭВМ с параллельной архитектурой, служащих инструментом для создания таблиц широкодиапазонных радиационных и термодинамических свойств различных веществ.

Работа хорошо апробирована: основные результаты диссертации опубликованы в научных изданиях ВАК и SCOPUS, докладывались и обсуждались на множественных российских и зарубежных научных конференциях и семинарах.

На основании материалов, изложенных в автореферате, наряду с вышеприведёнными достоинствами можно отметить некоторые недостатки работы.

1) Более логичным было бы не выделять третье защищаемое положение в отдельный пункт, а его содержание отразить в формулировках первого и второго защищаемых положений, которые, соответственно, приобрели бы следующую возможную редакцию: I.«Усовершенствованная модель столкновительно-излучательного равновесия в стационарном приближении и алгоритмы для расчёта термодинамических и радиационных свойств плазмы...»; II.«Согласованные алгоритмы и решения уравнения переноса

излучения с системой кинетических уравнений...». При этом итоговое количество защищаемых положений гармонично соответствовало бы трём главам диссертации.

Кроме того, на стр.4 автореферата фраза «..для математического моделирования характеристик неравновесной плазмы в приближении столкновительно-излучательного равновесия...» является не вполне корректной и требует уточнения.

2) При определении скоростей процессов для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) для простоты автором был выбран условно устойчивый прямой метод Гаусса с выделением главного элемента по столбцу. Однако данный метод является затратным по расчётному времени (число арифметических операций растёт с увеличением количества  $N$  неизвестных, как  $\sim N^3$ ). Для решения рассматриваемых СЛАУ с трёхдиагональными матрицами более оптимальным может служить прямой метод прогонки, который является слабо чувствительным к вычислительным погрешностям и существенно менее затратным (число арифметических операций растёт  $\sim N$ ).

3) При построении уравнения состояния в численном модуле THERMOS\_CRE используется приближение идеального газа. Однако, для указанной автором области применимости разработанной усовершенствованной модели по плотности вещества (до  $10 \text{ кг/см}^3$ ) приближение идеального газа не является вполне корректным и более адекватным видится использование широкодиапазонных уравнений состояния.

Указанные недостатки не влияют на общее отличное впечатление от проделанной диссертантом работы - все поставленные задачи решены в ходе проведения исследований, а полученные результаты не подлежат сомнению.

В целом автореферат диссертации Вичева Ильи Юрьевича на тему «Моделирование плазмы в столкновительно-излучательном равновесии» позволяет сделать вывод, что данное научное исследование соответствует критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а его автор, Вичев Илья Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2– Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Орлов Андрей Петрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Вичева Ильи Юрьевича, и их дальнейшую обработку.

Орлов Андрей Петрович,  
кандидат физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник научно-производственного  
центра физики (НПЦФ)  
Российского федерального ядерного центра –  
Всероссийского научно-исследовательского института  
экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ)  
607188, г. Саров, пр. Мира, 37, Тел.: 8313027352  
E-mail: [orlov@ntc.vniief.ru](mailto:orlov@ntc.vniief.ru)



А.П. Орлов

Подпись А.П. Орлова удостоверяю

И.о. директора НПЦФ РФЯЦ-ВНИИЭФ



И.В. Коновалов

