

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Вичева Ильи Юрьевича

«Моделирование плазмы в столкновительно-излучательном равновесии»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

1.2.2. – Математическое моделирование, численные методы

и комплексы программ

Диссертационная работа Вичева И.Ю. посвящена разработке и численной реализации усовершенствованной модели столкновительно-излучательного равновесия применяемой для расчета радиационных и термодинамических характеристик плазмы с произвольным полем излучения, основной целью которой является улучшение согласия результатов с экспериментальными данными и с результатами, получаемыми по независимым программам.

Актуальность работы обусловлена ростом точности получаемых экспериментальных данных в последние годы, который привел к необходимости развития и уточнения моделей, используемых при математическом моделировании. В большинстве случаев измеренные спектры излучения или прохождения через слой плазмы довольно сложны из-за огромного числа спектральных линий, которые имеют разную форму и интенсивность. При этом надежная интерпретация измеренных данных достигается в основном с помощью сложных методов, позволяющих адекватно описывать происхождение, распространение и возможное поглощение фотонов в плазме. Одним из наиболее общих подходов к расчету кинетики в плазме и ее спектров является моделирование в столкновительно-излучательном равновесии. Следовательно, работа по развитию методов и программ для детального изучения и моделирования процессов, протекающих в плазме, является актуальной.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения и библиографии.

Во введении произведена классификация существующих моделей, обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и научная новизна исследований, показана практическая значимость полученных результатов, а также представлены выносимые на защиту научные положения.

В первой главе приводятся уравнения усовершенствованной модели столкновительно-излучательного равновесия в стационарном приближении, а также применяемые приближения и методы для расчета радиационных и термодинамических свойств плазмы с произвольным полем излучения.

Во второй главе получены решения уравнения переноса излучения для ряда одномерных модельных систем различного типа симметрии – плоской, цилиндрической и сферической, а также предложен алгоритм их совместного решения с системой кинетических уравнений.

В третьей главе представлены результаты исследования используемых приближений и моделей, реализованных в рамках усовершенствованной модели для вычисления радиационных и термодинамических свойств. Кроме того, подробным образом рассмотрены результаты сравнительного анализа с экспериментальными данными, аналитическими решениями и результатами расчетов по независимым программам других научных групп.

В заключении приводятся основные результаты диссертационной работы и сформулированы планы по дальнейшему развитию модели и соответствующих программ.

Новизна работы заключается в разработке и программной реализации алгоритма расчёта радиационных и термодинамических свойств плазмы в рамках модели столкновительно-излучательного равновесия в стационарном приближении, в которой учтены эффекты плотности, наличие горячих электронов, а также в предложенном оригинальном алгоритме поиска согласованного решения кинетической системы совместно с уравнением переноса излучения в одномерной геометрии.

Достоверность полученных результатов подтверждается апробацией на более чем тридцати международных конференциях, а также публикациями в рецензируемых изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science. Разработанные программы подверглись всесторонней верификации путем проведения сравнительного анализа результатов расчетов с экспериментальными данными, аналитическими решениями, а также с результатами расчетов других научных коллективов.

Практическая значимость работы заключается в том, что получаемые с помощью разработанных программ таблицы термодинамических и радиационных свойств веществ уже используются различными научными группами при решении практических задач радиационной газовой динамики.

Однако в диссертационной работе следует отметить некоторые недостатки:

1. В диссертационной работе для решения системы линейных уравнений, которая составляется из скоростей столкновительных и радиационных процессов, используется классический метод Гаусса с выделением главного элемента по столбцу. Но хотелось бы видеть сравнение выбранного метода решения с другими существующими методами решения систем.

2. При описании алгоритма поиска согласованного решения для уравнения переноса излучения совместно с системой кинетических уравнений, а также при рассмотрении результатов верификации не было уделено внимание исследованию сходимости согласованного решения в зависимости от количества учитываемых групп по энергии фотонов, сеток по пространству и по направлениям распространения излучения.

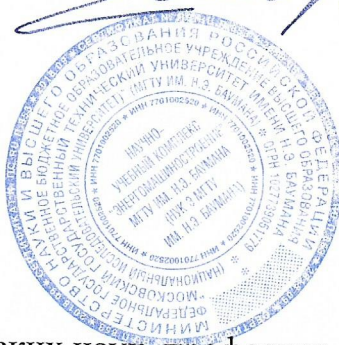
3. Для расчета формы спектральных линий используется профиль Фойгта, но ничего не сказано по поводу накладываемых ограничений при расчете профиля вдали от центра спектральной линии.

Вместе с тем, указанные недостатки не влияют на общую высокую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа Вичева Ильи Юрьевича выполнена на высоком научном уровне и содержит решение сложной и актуальной задачи, связанной с описанием оптических и термодинамических свойств веществ в рамках уравнений столкновительно-излучательного баланса.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, а все полученные результаты полно представлены в публикациях соискателя. Диссертационная работа является законченным научным исследованием, содержание и результаты которой полностью соответствуют паспорту научной специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и требованиям п. 9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 26.09.2022) «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Вичев Илья Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент



Рыжков Сергей Витальевич
25.01.2023.

Доктор физико-математических наук, профессор
Профессор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана (НИУ)»
105005, Россия, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
Тел.: +7 (499) 263-65-70, e-mail: svryzhkov@bmstu.ru