

Отзыв на автореферат диссертации Вичева Ильи Юрьевича
«Моделирование плазмы в столкновительно-излучательном
равновесии», представленной на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук по специальности 1.2.2. — математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

Математическое моделирование радиационных свойств горячей плазмы является важной областью современной физики высоких плотностей энергий. В этой области лежат, например, многие задачи о характеристиках вещества и излучения внутри звёзд, а также – в лазерных и электрофизических установках. Из актуальных проблем, решение которых невозможно без указанного моделирования с достаточной степенью точности, отметим проблемы лазерного термоядерного синтеза и экстремальной ультрафиолетовой литографии.

Представленный автореферат позволяет заключить, что диссертация посвящена разработке и реализации модели столкновительно-излучательного равновесия (СИР), состоящей из: 1) формирования и решения стационарных уравнений кинетики заселённостей состояний ионов для плазмы с заданными плотностью, температурой вещества и интенсивностью излучения; 2) формирования на основе полученных заселённостей спектральных коэффициентов поглощения и испускания. На основе модели СИР разработан алгоритм согласованного расчёта интенсивности и заселённостей состояний в одномерных системах с плоской, цилиндрической и сферической симметрией. Проведена верификация созданных программ сравнением с результатами расчётов по другим программам, и валидация – сравнением с экспериментальными данными.

Представленный материал показывает, что И. Ю. Вичев является квалифицированным специалистом по математическому моделированию свойств плазмы. Следует отметить, что он является представителем одной из самых передовых научных школ СССР и России в данной области, заложенной в середине 1950-ых годов А. Ф. Никифоровым и В. Б. Уваровым, а также долгое время возглавляемой В. Г. Новиковым, в которой были получены фундаментальные результаты, относящиеся к плазме в состоянии локального термодинамического равновесия. Разработанные и реализованные И. Ю. Вичевым модели расширяют возможности моделирования на случай неравновесной плазмы, что весьма востребовано, например, при расчётном моделировании экспериментов на современных лазерных установках. В таких экспериментах излучение может радикально отличаться от планковского. Введённые в модель способы снижения потенциалов ионизации по Стюарту – Пьятту и Эккеру – Кроллу

дают важное расширение области применимости реализованной модели в область повышения неидеальности плазмы.

После знакомства с авторефератом возникли некоторые замечания.

1. Из текста автореферата неясно, откуда берутся состояния (ks) ионов, в частности, их энергии. Данный вопрос, возможно, связан с упоминаемыми в первом абзаце на с. 4 «атомными базами данных», но не говорится, откуда берутся эти данные.
2. Было бы целесообразно привести типичные размерности системы уравнений относительно заселённостей (общее число состояний (ks)). Если, например, в качестве состояний рассматривать конфигурации с заданными числами заполнения ($n\ell$)-оболочек, то это число может быть колоссальным.
3. На с. 12 сказано: «область применимости рассмотренной модели лежит в диапазоне от 10^{-9} до 10^4 г/см³ для плотности вещества и в диапазоне от 10^{-3} до 10 кэВ для электронной температуры». Во-первых, есть ли ограничения по интенсивности излучения? Во-вторых, какая будет точность в этой области применимости (например, точность определения спектральных линий и порогов фотоионизации)? В-третьих, какова будет точность модели СИР при равновесных условиях?
4. Согласие средних степеней ионизации по THERMOS_CRE и THERMOS_HFS, и рассогласование с THERMOS_QZM и RESEOS требует пояснения, чем сходны и чем отличаются способы учёта плотностных эффектов (в основном тексте диссертации на с. 95 сказано, что в «THERMOS_HFS, THERMOS_QZM и RESEOS ... плотностные эффекты учитываются согласованным образом»).
5. Было бы очень интересно получить более подробную информацию о работе процедуры согласования интенсивности излучения с получаемыми коэффициентами поглощения и излучения, например – о времени работы одной итерации, типичном числе итераций, получаемой точности в рассмотренных примерах.
6. В работе отсутствуют ссылки на некоторые важные работы отечественных авторов: П. Д. Гаспаряна, Ю. К. Кочубея и др. (см., например: Б. А. Воинов, П. Д. Гаспарян, Ю. К. Кочубей, В. И. Рослов. Расчёт переноса излучения в отсутствие ЛТР – локального термодинамического равновесия. ВАНТ, серия «Математическое моделирование физических процессов», 1993, вып. 2, с. 65-69) посвящённые близким вопросам численного моделирования оптических свойств неравновесной плазмы.

Сделанные замечания не снижают общей очень высокой оценки выполненной работы. Результаты работы прошли весьма представительную апробацию (несколько десятков докладов на международных конференциях, 13 статей в изданиях из списка ВАК).

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что работа Вичева Ильи Юрьевича является завершённой научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. По тематике, научному уровню и практической значимости полученных результатов работа соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Вичев Илья Юрьевич, безусловно заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Я, Вронский Михаил Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Вичева Ильи Юрьевича, и их дальнейшую обработку.

Отзыв составил:

Вронский Михаил Александрович

кандидат физико-математических наук,

начальник лаборатории ИТМФ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,

Федеральное государственное унитарное предприятие

РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР

Всероссийский научно-исследовательский институт

экспериментальной физики,

пр. Мира, д. 37,

г. Саров, Нижегородская обл., 607188

Факс: 83130-29494, e-mail: staff@vniief.ru

01.02.2023

Подпись Вронского Михаила Александровича заверяю.

Учёный секретарь ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

кандидат физико-математических наук



В. В. Хижняков

02

2023 г.