

## ОТЗЫВ

На Автореферат диссертации Тимшиной Марии Викторовны «Численное моделирование плазмы многозарядных ионов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Исследования плазмы многозарядных ионов представляют значительный научный и практический интерес. Возможность получения плазмы многозарядных ионов с помощью сильноточных Z-разрядов капиллярного типа и мощных импульсных лазеров рассмотрена в диссертационной работе Тимшиной М.В. Для примера практического применения плазмы многозарядных ионов дан анализ формирования активных сред когерентных источников, генерирующих в спектральном диапазоне  $\lambda < 50 \text{ nm}$  (ЭУФ диапазоне). Создание когерентных ЭУФ источников излучений диапазоне оказывает заметное влияние на развитие многих направлений науки, техники и медицины. Такие источники излучений успешно применяются для визуализации наноразмерных объектов различного происхождения, модификации поверхности, излучения свойств вещества в экстремальных условиях и т.д. По мере развития когерентных источников ЭУФ излучения, направленного на уменьшение длины волны генерации, увеличение максимальной энергии и мощности в импульсе, средней мощности, частоты повторения импульсов и т.п., область их применения, безусловно, будет расширяться. В связи с этим исследования по их созданию, становятся **актуальными**, а являющиеся важной частью этих исследований расчётно – теоретические работы, к числу которых относится диссертационная работа Тимшиной М.В., приобретает особую **актуальность**.

Диссертационная работа Тимшиной М.В. содержит результаты исследования динамики, неравновесного ионного состава и поуровневой кинетики плазмы многозарядных ионов при вводе в плазму энергии с помощью сильноточного малоиндуктивного Z-разряда капиллярного типа и всестороннего облучения мощным лазером. Основной принцип проведения численного моделирования плазмы многозарядных ионов, развиваемый в диссертации М.В. Тимшиной состоит в совместном согласованном рассмотрении основных физических процессов, определяющих ввод энергии в плазму, и физических процессов, определяющих изменение характеристик неравновесной плазмы – плотности, неравновесного ионного состава, температур электронов и ионов, населенностей уровней, коэффициентов усиления и поглощения фотонов и др.

В диссертационной работе Тимшиной М.В. создан доступный и эффективный инструмент для комплексного исследования плазмы многозарядных ионов, как источника коротковолнового излучения, создаваемого с помощью малоиндуктивных сильноточных Z-разрядов и лазерной плазмы. Результаты представленных в диссертации исследований позволяют проанализировать перспективы развития работ по созданию ЭУФ и МР — лазеров на свободно — связанных переходах в плазме многозарядных ионов. Это определяет в основном практическую значимость этой диссертационной работы.

Разработанные М.В. Тимшиной и применявшиеся для расчетов компьютерные коды основаны на хорошо апробированных численных методах решения систем дифференциальных уравнений. Полученные в диссертации результаты соответствуют результатам других авторов и публикациям в научных изданиях, что свидетельствует об их достоверности. Кроме того, их достоверность подтверждается прохождением критического рецензирования перед публикаций в отмеченных выше научных изданиях.

Тимшина Мария Викторовна является соавтором 12 публикаций по тематике диссертации, входящих в международные базы данных Web of Science и Scopus или ядро

РИНЦ. Результаты работы М.В. Тимшиной докладывались на российских и международных конференциях. Основные результаты диссертации опубликованы и обсуждены. По объему проведенных исследований, уровню их обсуждения и научной значимости диссертация М.В. Тимшиной является законченным научным исследованием. Научные положения и результаты диссертации обоснованы. Автореферат дает полное представление о содержании диссертации.

Таким образом, актуальность исследований, новизна, достоверность и практическая значимость выводов, сделанных в диссертационной работе Тимшиной Марии Викторовны «Численное моделирование плазмы многозарядных ионов» не вызывают сомнений. Судя по автореферату, диссертация отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук действующим Положением о присуждении ученых степеней, а автор диссертационной работы, Тимшина Мария Викторовна, заслуживает присуждение ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

Доктор технических наук

профессор кафедры «Высшая математика»

Санкт-Петербургского Политехнического

Университета Петра Великого

В.И. Антонов

Подпись Антонова В.И. заверяю