

**Отзыв**  
**на автореферат диссертации**  
**Мартыненко Артема Сергеевича**  
**«Сверхплотная плазма в условиях изохорического нагрева**  
**пикосекундными лазерными импульсами релятивистской**  
**интенсивности»,**

**представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы».**

**Актуальность темы. Научные результаты, обладающие новизной.**

Диссертация Мартыненко А.С. посвящена созданию и экспериментальному исследованию свойств плазмы околотвердотельной плотности, изохорически нагреваемой пикосекундными лазерными импульсами субпеттаваттной мощности и высокого временного контраста; при этом рассматриваются различные схемы прогрева, прямого и непрямого воздействия, то есть за счёт прямого прогрева и вторичных процессов, соответственно. Также описывается проведённое развитие диагностических методов, позволяющих как определить параметры плазмы в момент прихода основного лазерного импульса по интегральным по времени эмиссионным рентгеновским спектрам, так и охарактеризовать пьедестал лазерного импульса. Актуальность работы обусловлена стремительным развитием экспериментальной лазерной техники в последние десятилетия, существенному увеличению достигаемых величин плотности потока энергии на мишени за счёт сокращения длительности лазерного импульса, уменьшения диаметра пятна фокусировки; а также увеличением контраста лазерного импульса. Это привело к возможности получения горячей (порядка сотен электронвольт) лазерной плазмы с высокой плотностью, что интересно как с фундаментальной точки зрения (для лабораторной астрофизики, получения уравнений состояний вещества в области высоких плотностей энергии), а также может быть использовано в качестве источника мощного рентгеновского и гамма-излучения, а также пучков высокоэнергетических частиц. Такие источники уже в настоящее время широко применяются при решении как фундаментальных задач физики плазмы и УТС, так и прикладных проблем в областях ядерной физики, материаловедения и медицины.

В числе существенных итогов работы, обладающие новизной, следует отметить полученные экспериментальные данные о положении границы фоторекомбинационного континуума, позволившие верифицировать существующие теоретические модели, описывающие изменения атомной структуры веществ при высоких плотностях и температурах. Кроме того, важным результатом является продемонстрированная возможность оптимизации лазерно-плазменного источника жёсткого рентгеновского излучения на основе твердотельных мишеней для абсорбционной спектральной диагностики плотной горячей плазмы. Очевиден сопряженный

с эти фактом высокий диагностический потенциал.

**Обоснованность и достоверность** научных положений, выводов и рекомендаций.

Экспериментальные спектры многозарядных ионов, использовавшиеся для диагностики плазмы, были получены при помощи современного измерительного оборудования, обеспечивающего высокое пространственное и спектральное разрешение. Достоверность результатов анализа обеспечивается взаимной согласованностью экспериментальных данных, получаемых при помощи различных диагностических методик, их воспроизводимостью, а также согласием с данными более ранних работ других авторов в области пересечения. Изложенные в диссертации результаты представлены в работах, опубликованных в высокорейтинговых журналах, а также докладывались на различных всероссийских и международных конференциях.

### **Научная и практическая значимость работы**

Показана возможность оптимизации источников жёсткого рентгеновского излучения на основе твердотельных мишеней для абсорбционной спектральной диагностики плотной горячей плазмы.

Полученные экспериментальные данные о положении границы фоторекомбинационного континуума позволили верифицировать существующие теоретические модели, описывающие изменения атомной структуры веществ при высоких плотностях и температурах.

Экспериментальные данные о параметрах прогреваемого потоком горячих электронов токов используются для верификации численных моделей, описывающих динамику и структуру возникающих электронных токов, механизмы прогрева вещества

Разработанные методы оценки момента образования преплазмы и параметров плазмы в момент прихода основного лазерного импульса, основанные на анализе рентгеновских эмиссионных спектров лазерной плазмы, уже используются при обработке и интерпретации экспериментальных данных на современных лазерных установках, в частности на установках Vulcan PW (RAL, Великобритания), Phelix (GSI, Германия).

Замечание по автореферату носит, скорее, рекомендательный характер и касается разработанной в рамках диссертационной работы методики определения момента образования лазерной плазмы относительно времени воздействия основного лазерного импульса на мишень по интегрированным по времени эмиссионным рентгеновским спектрам образовавшейся плазмы.

Желательно экспериментально подтвердить предлагаемую методику с использованием других способов определения момента образования лазерной плазмы относительно времени воздействия основного лазерного



импульса. Например, в случае низкого контраста без использования плазменного зеркала можно было бы измерить временной профиль импульса с предимпульсом. И если бы предимпульс возникал за 25 пикосекунд до основного импульса, то это бы подтверждало бы методику автора с использованием которой было получено, что преплазма возникает за 25 пикосекунд до основного импульса (стр.10 автореферата). Измерить предимпульс за 25 пикосекунд можно либо по спектру chirпированного импульса, либо с использованием автокоррелятора.

Автореферат не лишен грамматических ошибок. Используемый термин «лазеро-плазменный источник» желательно заменить на широко используемый «лазерно-плазменный источник».

Представленная работа Мартыненко А.С. является завершенной научно-квалификационной работой, которая содержит решение актуальной научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики исследований свойств плотной плазмы, находящейся в режиме изохорического нагрева, за счёт воздействия на вещество пикосекундных лазерных импульсов субпеттаваттной мощности. Представленная работа соответствует паспорту специальности 01.04.08 – «Физика плазмы» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013г., а её автор Мартыненко Артем Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы».

Отзыв заслушан и обсужден на заседании подсекции №1-2 секции 1 научно-технического совета АО «ЦНИИмаш», протокол № 7 от 04.05.2021 г.

Главный научный сотрудник  
АО «Центральный научно-исследовательский  
институт машиностроения», д.ф.-м.н., с.н.с.

  
Беляев Вадим Северианович

Заместитель начальника отдела  
АО «Центральный научно-исследовательский  
институт машиностроения », д.ф.-м.н.

  
Матафонов Анатолий Петрович

Подписи Беляева Вадима Севериановича и Матафопова Анатолия Петровича  
удостоверяю

И.о. главного ученого секретаря АО «ЦНИИмаш»,

д.т.н., с.н.с.

  
В.Ю.Клюшников