

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Макарова Сергея Станиславовича

**«Изучение экстремальных гидродинамических явлений в лазерной плазме
методом когерентной рентгеновской радиографии сверхвысокого
разрешения»**

на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.3.9 – Физика плазмы

Работа Макарова Сергея Станиславовича посвящена изучению эволюции быстропротекающих гидродинамических процессов с использованием метода когерентной рентгеновской радиографии. Генерация исследуемых течений осуществляется путём воздействия мощных наносекундных лазерных импульсов интенсивностью $10^{12} \div 10^{13}$ Вт/см² на твердотельные мишени, что на сегодняшний день является одним из самых востребованных методов в физике высоких плотностей энергии. Дополнительно, актуальность проведённой работы, отражённая в автореферате, связана с возможностью масштабирования результатов экспериментов по лазерно-плазменному взаимодействию на реальные астрофизические объекты и явления, за счет свойства подобия гидродинамических систем. Также полученные результаты представляют большой интерес для решения проблемы поджига в рамках концепции лазерного термоядерного синтеза.

В диссертационной работе С.С. Макаров предложил и апробировал подход когерентной рентгеновской радиографии применительно к получению фазово-контрастных изображений малоконтрастных гидродинамических объектов в лазерной плазме с субмикронным разрешением и высоким временным разрешением. Данный подход позволил получить уникальные результаты. В частности, удалось исследовать развитие турбулентного потока в наносекундной лазерной плазме и определить его параметры, а также измерить соответствующий пространственный спектр за масштабами каскадного переноса энергии. Также впервые прямым методом удалось разрешить и исследовать парную волновую структуру при лазерном нагружении алмаза.

Полученные в работе результаты, несомненно, представляют научный интерес для организаций, занимающихся различными областями физики высоких плотностей энергии. Диагностическая методика, построенная на основе предложенного в работе подхода и позволяющая проводить радиографию малоконтрастных объектов с субмикронным пространственным разрешением, динамическим диапазоном не менее 10^5 и полем зрения в несколько мм², имеет большую ценность для всех лабораторий, ведущих исследования на мощных наносекундных лазерных установках, в том числе, и для нашего института.

Отдельный практический интерес представляют развитые в рамках работы подходы и методы для диагностики и определения волновых свойств высокоинтенсивных рентгеновских пучков.

Объём и содержание автореферата диссертации вполне достаточны для ознакомления с проведёнными С.С. Макаровым исследованиями: экспериментальными и теоретическими. Текст хорошо проиллюстрирован и написан грамотным научным языком. Тем не менее, по автореферату можно высказать следующие замечания:

- 1) на странице 4 говорится о «пикосекундных установках мегаджоульного уровня». Скорее всего, здесь содержится опечатка, так как установки такого класса имеют наносекундную длительность импульса,
- 2) при описании экспериментальных работ по неустойчивости Релея-Тейлора не приведены данные по геометрии расположения источника просветки, объекта и детектора. Вопрос правильного выбора геометрии и увеличения критически важен, особенно когда речь идёт об объектах столь малых размеров. По этой причине данную информацию следовало привести в тексте,
- 3) из анализа рисунка 5 следует, что при непосредственном участии автора была получена многокадровая съёмка гидродинамического течения с шагом между кадрами до 10 нс. Вообще говоря, это является достаточно впечатляющим результатом. Но при этом совсем не обсуждаются вопросы времени высвечивания использованного кристалла LiF и снятия изображений с такой высокой частотой,
- 4) на стр. 13 сказано, что развитая методика диагностики пучков рентгеновских лазеров с использованием детекторов LiF была апробирована на Европейском РЛСЭ, однако не упомянуты полученные результаты, а дана лишь ссылка на рисунок 3 (б,в). Стоило отразить в тексте автореферата основные выводы по данному вопросу.

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общую высокую оценку проведённой работы, её значимости, новизны, актуальности и ценности. Это же подтверждается большим количеством публикаций (15) по материалам диссертационного исследования, включая ведущие профильные зарубежные издания. Материалы работы многократно докладывались на конференциях, в том числе международных.

Считаю, что основные полученные результаты соответствуют паспорту специальности 1.3.9 – физика плазмы. Учитывая актуальность темы исследования, практическую значимость, а также научную новизну полученных результатов, можно сделать вывод о том, что представленная диссертационная работа выполнена на высоком уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую всем критериям, установленным

п.п. 9-11 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г. (ред.11.09.2021г.), а её автор, Макаров Сергей Станиславович, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 - физика плазмы.

Отзыв составил старший научный сотрудник Научно-теоретического отделения №1 ФГУП «Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина (РФЯЦ-ВНИИТФ)», к.ф.-м.н.


Говрас Евгений Александрович

456770, Челябинская область, г. Снежинск, улица Васильева, 13.

Тел: +7 (35146) 5-65-60

e-mail: e.a.govras@vniitf.ru

15 / апреля / 2022

 / Е.А. Говрас /

Подпись Е.А. Говраса заверяю:

Учёный секретарь диссертационного совета ДС 74.1.005.01,

д.ф.-м.н. П.А. Лобода

456770, Челябинская область, г. Снежинск, улица Васильева, 13.

Тел. (35146) 5-63-63

e-mail: p.a.loboda@vniitf.ru

15 / 04 / 2022

 / П.А. Лобода /