

УТВЕРЖДАЮ

Директор федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт общей физики им. А. М. Прохорова
Российской Академии наук (ИОФ РАН)
доктор физико-математических наук,

академик РАН

Гарнов Сергей Владимирович

3 июня 2025г.



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук на диссертационную работу Соловьева Александра Андреевича "Развитие методов диагностики и исследование лазерно-плазменного взаимодействия на параметрическом петаваттном лазерном комплексе", представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

Диссертация Соловьева А.А. связана с вопросами экспериментального исследования лазерно-плазменного взаимодействия на единственном в России фемтосекундном лазерном комплексе петаваттного уровня мощности PEARL. Лазерный комплекс PEARL – это собственная разработка ИПФ РАН, и диссертация описывает трансформацию отдельно стоящего лазерного источника в передовую лабораторию, допускающую проведение широкого спектра экспериментальных исследований взаимодействия экстремального лазерного излучения с плазмой.

Диссертация содержит пять глав, освещающих целый ряд релевантных вопросов. В Главе 1 описано устройство лазерной системы и обеспечение требуемых экспериментальных условий. Глава 2 содержит исследования, направленные на обеспечения высокого качества фокусировки излучения и наведения его на мишень. Глава 3 включает описание методов диагностики

параметров лазерно-плазменного взаимодействия, а также параметров вторичного излучения, возникающего в ходе этого взаимодействия. Глава 4 и Глава 5 диссертации посвящены непосредственно исследованию режимов взаимодействия с плазмой, с генерацией вторичного излучения и исследованиями динамики наносекундной лазерной плазмы, соответственно.

Работа представляет собой законченный труд, значимость и актуальность которого не вызывает сомнений. В данном случае речь идет о комплексном решении: описываются исследования мирового уровня, проведенные на уникальной отечественной научной лазерной установке, для чего, фактически с нуля, была проведена обширная работа по созданию экспериментальной инфраструктуры, с активным участием и под непосредственным руководством диссертанта.

Среди результатов работы можно выделить разработку оригинального одноимпульсного двухэкранного электронного спектрометра, предназначенного для измерения ускоренных лазером электронных пучков с моноэнергетическими особенностями. Конструкция спектрометра позволила существенно поднять точность измерения спектра за учета угла вылета электронного пучка из области взаимодействия при сохранении информации об угловом спектре. Работы по исследованию механизмов коллимации астрофизических джетов заложили фундамент для целого междисциплинарного научного направления – "лабораторная астрофизика" с использованием мощных наносекундных лазерных систем.

Несмотря на общий фундаментальный уклон работы, главы, связанные с развитием экспериментальной лазерно-плазменной инфраструктуры и исследованием вторичных источников излучения, имеют очевидное прикладное значение. Основанные на фемтосекундных лазерах источники рентгеновского излучения имеют существенные перспективы для приложений связанных с фазоконтрастной визуализацией биологических объектов, терапией раковых заболеваний, дефектоскопией, неразрушающей интроскопией потенциально опасных объектов, скрытых непроницаемыми оболочками. Результаты по направлению "лабораторная астрофизика" имеют значение для развития подходов управляемого термоядерного синтеза и специализированных приложений, связанных с физикой высоких плотностей энергии.

Работа не лишена технических недочетов. Среди замечаний и вопросов к тексту диссертации можно выделить следующие:

1. По тексту диссертации очень много опечаток и неточностей, например стр. 11 опечатка в задачах "плотыной"; стр. 12 новизна "разработан новый метода"; стр. 14 основные результаты п4 опечатка; стр. 16 1 защищаемое положение – опечатка; стр 17. апробация – опечатка; есть аббревиатуры в защищаемом положении, LWFA и УПБК ранее не обозначенные; стр35 насыщения насыщении; стр 41 впервые, насколько известно авторам... – непонятно, каким именно авторам, поскольку у диссертации один автор и т.д. Также встречаются рисунки с подписями как на русском, так и на английском языках, что приводит к некоторой путанице с обозначениями; имеются грамматические и пунктуационные ошибки;
2. На странице 21 из 47 указанных по теме диссертации публикаций меньше 10 отображают положение автора в списке соавторов. Во всех остальных положение среди соавторов непонятно, так как указано et al. или и др. Также оформление статей имеет разное форматирование;
3. Исходя из поставленной задачи п.2 невозможно понять, что именно имеется ввиду, без прочтения основного текста диссертации;
4. При рассмотрении накачки усилителя автором предлагается использовать квазипрямоугольный chirпированный импульс со спектральной шириной, превышающей аналогичную для спектрально ограниченного импульса (глава 1.3.2, раздел обсуждение). Насколько можно считать эквивалентным такой режим накачки по сравнению с использованием спектрально ограниченного импульса в аналогичной схеме?
5. На рисунке 2.13 насколько размер накладываемой маски при Фурье-фильтрации влияет на величину получаемого числа Штреля до и после обработки?
6. В главе 3.2 приводится описание интерферометрической методики для диагностики плазмы, однако на представленных изображениях не указаны пространственные размеры полос в интерференционной картине. Какое пространственное разрешение обеспечивается при обработке данной методикой?

7. В главе 4.2 приводятся данные по концентрациям и энергиям ускоренных полей лазерных импульсов частиц. Следовало бы указать средние значения и отклонение величин помимо максимальных значений, поскольку в работе предлагается использовать протонную терапию, где моноэнергетичность пучка является определяющим фактором.

Следует отметить, что все вышеупомянутые замечания носят рекомендательный характер и не снижают общего высокого уровня диссертационной работы и представленных в ней результатов.

Материалы диссертации хорошо согласованы между собой, представляют цельную, законченную работу, соответствующую паспорту специальности 1.3.19 – лазерная физика, удовлетворяющую всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Актуальность темы диссертации заключается в предлагаемых новых методах и подходах, проводимых исследованиях с развитием новых уникальных научных направлений. Все сформулированные научные положения, выводы и рекомендации обоснованы представленными результатами как в тексте самой диссертации, так и в публикациях, и материалах конференций. Результаты работы четко сформулированы, являются достоверными, новыми, оригинальными и значимыми. Число публикаций автора по теме диссертации многократно превышает требования ВАК. Следует отметить, что вклад соискателя является значимым в разработке поставленных в работе задач. Автореферат соответствует диссертационной работе и в полной мере отражает ее содержание. Полученные в диссертации материалы могут быть востребованы для работ на мощных лазерных системах и для моделирования лазерно-плазменного взаимодействия в таких организациях, как ОИВТ РАН, РФЯЦ-ВНИИЭФ, ФИАН, МГУ имени М.В. Ломоносова, ИОФ РАН и др.

Доклад Соловьева А.А. по материалам диссертации заслушан на заседании № 7 ученого совета Центра лазерной физики и фотоники ИОФ РАН 3 июня 2025г. Отзыв составлен в соответствии с "Положением о присуждении ученых степеней" (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, действует с 01.01.2014 г.).

Отзыв составили

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела колебаний Центра лазерной физики и фотоники ИОФ РАН,

Тел. +7 906 098 39 18,

E-mail: pvch@kapella.gpi.ru

Дата: 03.06.2025



Чижов Павел Алексеевич

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела колебаний Центра лазерной физики и фотоники ИОФ РАН,

Тел. +7 901 746 83 84,

E-mail: ushakov@kapella.gpi.ru

Дата: 03.06.2025



Ушаков Александр Александрович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Федеральный исследовательский центр

«Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»

(ИОФ РАН),

119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38

Тел.: +7 (499) 503-8734

Факс: +7 (499) 503-8723

E-mail: office@gpi.ru