

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Земскова Романа Сергеевича
“Магнитогидродинамические и кинетические процессы при взаимодействии
высокоскоростных потоков лазерной плазмы с сильным магнитным полем”,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических
наук по специальности 1.3.9 - физика плазмы

Диссертационная работа Земскова Романа Сергеевича представляет собой комплексное экспериментально-теоретическое исследование, направленное на изучение динамики лазерно-индуцированных плазменных потоков и их взаимодействия с сильными магнитными полями, достигающими 18 Тл. Исследование выполнено в русле актуального междисциплинарного подхода, объединяющего физику плазмы и лабораторную астрофизику, где ключевую роль играет моделирование астрофизических процессов, недоступных для прямого наблюдения.

Актуальность темы обусловлена фундаментальными ограничениями астрономических наблюдений, которые не позволяют детально изучать физику таких явлений, как аккреция в молодых звёздных объектах, коллимация джетов или генерация бесстолкновительных ударных волн. Лабораторные эксперименты в этой связи становятся незаменимым инструментом для верификации и уточнения теоретических моделей и численных кодов.

Научная новизна исследования подкреплена серией важных результатов, впервые полученных соискателем. В частности, автором проведено детальное сравнительное исследование динамики плазменных потоков, генерируемых наносекундными и фемтосекундными лазерными импульсами при одинаковых флюенсах, что выявило принципиальные различия в их структуре и поведении.

Значительным достижением является впервые проведенное экспериментальное исследование взаимодействия фемтосекундно-индуцированной плазмы с поперечным магнитным полем свыше 14 Тл в сравнении с наносекундным случаем. При облучении наносекундными лазерными импульсами экспериментально обнаружена и исследована неустойчивость Рэлея — Тейлора на границе диамагнитной каверны при инъекции плазменного потока как поперёк, так и вдоль внешнего магнитного поля.

Важным результатом стала первая экспериментальная регистрация долгоживущей (до 25 нс) вейбелевской неустойчивости в плазме, созданной фемтосекундным импульсом релятивистской интенсивности, и изучение влияния на неё внешнего магнитного поля. Кроме того, впервые выполнено лабораторное моделирование коллимации джетов в полоидальном магнитном поле со структурой типа «песочных часов», что имеет прямое отношение к астрофизическим приложениям.

Практическая значимость работы не вызывает сомнений. Полученные результаты критически важны для верификации современных численных кодов (МГД, PIC, гибридных), используемых в астрофизике, физике термоядерной плазмы и физике высоких плотностей энергии. Диссертация предоставляет ценные фундаментальные знания о магнитно-плазменных неустойчивостях типа Рэлея — Тейлора и вейбелевской, которые существенны для понимания взрывных процессов в корональных арках звёзд и термоядерном синтезе с быстрым зажиганием.

Методология исследования отличается высокой степенью проработанности и основывается на комплексном подходе, сочетающем уникальные экспериментальные возможности лазерного комплекса PEARL, современные оптические диагностики (интерферометрия, тенеграфия, поляриметрия) и численное моделирование с применением открытых PIC, гибридных и МГД кодов.

Положения, выносимые на защиту, в полной мере отражают основные научные достижения автора, логически следуют из содержания работы и подкреплены убедительными экспериментальными и расчётными данными.

Апробация работы является весьма представительной: основные результаты диссертации изложены в 13 научных работах, включая 9 статей в ведущих рецензируемых российских и зарубежных журналах, и доложены на 4 всероссийских и международных конференциях, что свидетельствует о высоком уровне признания научным сообществом.

В целом, диссертация Р.С. Земскова представляет собой законченное и значимое научно-квалификационное исследование, в котором решена крупная научная проблема, имеющая существенное теоретическое и практическое значение для физики плазмы и лабораторной астрофизики. Автор демонстрирует глубокие теоретические знания и высокую квалификацию в области планирования и

проведения сложных экспериментов, обработки данных и численного моделирования. Автореферат адекватно и полно отражает содержание и результаты диссертационной работы.

Диссертация соответствует всем критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в ВАК, а её автор, Земсков Роман Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 — физика плазмы.

Макаров Сергей Станиславович,
к.ф.-м.н.

Заведующий лабораторией № 1.1. - диагностики вещества в экстремальном состоянии

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН)

Адрес: 125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр. 2

Тел.: +7 977 173 76 99

e-mail: makarov@ihed.ras.ru

Подпись Макарова С.С. удостоверяю
Ученый секретарь ОИВТ РАН



Киверин А.Д.

24.11.2025