

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

Диссертация Земскова Романа Сергеевича посвящена исследованию динамики лазерно-индуцированных плазменных потоков в условиях действия внешних магнитных полей. Работа опирается на экспериментальный материал, полученный на лазерном комплексе PEARL, и сопровождается систематическим численным анализом, выполненным в рамках кинетических, гибридных и магнитогидродинамических моделей. В центре внимания автора находятся процессы формирования и эволюции плазменных структур, возникающих под воздействием наносекундных и фемтосекундных лазерных импульсов, а также влияние магнитного поля на изменение свойств плазменных потоков.

Актуальность выполненного лабораторного моделирования плазменных процессов обусловлена значительным интересом научного сообщества к астрофизическим явлениям, физические параметры которых не могут быть подробно изучены в астрономических наблюдениях, но при определённых условиях поддаются исследованию в лаборатории. Динамика плазмы в присутствии магнитных полей представляет собой ключевой аспект при рассмотрении процессов аккреции, формирования джетов, развития бесстолкновительных ударных волн и переноса энергии в окрестностях молодых звёзд. При этом аналогичные процессы имеют прикладное значение в термоядерной энергетике, где устойчивость плазмы и характер её взаимодействия с внешними магнитными структурами определяют эффективность методов удержания и зажигания.

Научная новизна работы проявляется в получении новых экспериментальных данных для малоизученных плазменных эффектов, их исследовании и интерпретации с использованием численных подходов, а также в применении этих данных для понимания процессов в астрофизических объектах. Автор выявляет различия в геометрии и устойчивости потоков, формируемых наносекундными и фемтосекундными импульсами, обнаруживает специфические режимы поведения плазмы при воздействии поперечных и продольных магнитных полей, фиксирует проявления неустойчивостей различного типа, включая длительные филаментационные структуры в плазме, созданной фемтосекундными лазерными импульсами релятивистской интенсивности. Особой значимостью обладает

лабораторное моделирование коллимации джетов магнитным полем со структурой типа «песочных часов», характерной для областей формирования астрофизических джетов. Отдельного внимания заслуживают эксперименты с плазмой, созданной лазерными импульсами релятивистской интенсивности: в них была зарегистрирована уникальная долгоживущая вейбелевская филаментация и исследованы процессы стагнации встречных плазменных потоков. Представленные данные подтверждаются широкой системой диагностических методов и результатами моделирования, что обеспечивает высокую степень достоверности выводов.

Обоснованность основных положений диссертации обеспечена сопоставлением экспериментальных наблюдений с расчётными моделями, адекватными исследуемым режимам. Использование различных численных подходов позволяет автору избежать зависимости от одного метода и придаёт устойчивость интерпретации результатов. Формулируемые выводы последовательны, логичны и базируются на совокупности данных, полученных в различных конфигурациях эксперимента.

Методологический аппарат исследования характеризуется внутренней согласованностью и высоким уровнем технической реализации. Экспериментальная часть опирается на современную лазерную диагностическую базу, что обеспечило возможность измерений с требуемым пространственно-временным разрешением. Численные расчёты выполнялись на основе широко используемых открытых кодов, что повышает воспроизводимость результатов и обеспечивает независимую проверку предложенных интерпретаций.

Результаты работы обладают практической значимостью для верификации современных вычислительных моделей, применяемых в задачах физики плазмы и физики высоких плотностей энергии, а также для интерпретации астрофизических наблюдений. Представленные данные могут быть использованы и при анализе устойчивости плазмы в режимах, представляющих интерес для термоядерных приложений.

Качество изложения материала соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа оформлена тщательно, содержание изложено последовательно и в достаточной полноте, иллюстративный материал адекватен решаемым задачам. Автореферат корректно отражает содержание диссертации. Результаты исследования опубликованы в 9 работах в рецензируемых научных изданиях и представлены на научных конференциях, что подтверждает их апробацию.

По совокупности представленных материалов диссертация Земскова Романа Сергеевича является завершённым научным исследованием, содержащим новые результаты, обладающие научной новизной и значимостью. Работа удовлетворяет

требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.3.9 «Физика плазмы», а её автор Земсков Роман Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник,
Институт астрономии РАН

Шематович Валерий Иванович



Согласен на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации
Земскова Р.С.

Институт астрономии РАН,
Адрес: 119017, Москва, Пятницкая ул., д. 48
Телефон: +7(495) 9512923
Электронная почта: shematov@inasan.ru

Шематович Валерий Иванович



Подпись д. физ.-матем. наук, г.н.с. Института астрономии РАН Шематовича В.И. заверяю

Ученый секретарь Института астрономии РАН



/Мурга М.С./

14 ноября 2025 г.