

ОТЗЫВ

научного руководителя, доктора физико-математических наук, профессора А. Б. Савельева-Трофимова на диссертационную работу Цымбалова Ивана Николаевича «Нелинейные плазменные волны и ускорение электронов при воздействии лазерного излучения релятивистской интенсивности на плотную плазму», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21- «Лазерная физика».

В диссертационной работе И.Н.Цымбалова представлены полученные им результаты экспериментальных и численных исследований взаимодействия фемтосекундного лазерного излучения релятивистской интенсивности с плазмой, имеющей специфический профиль электронной концентрации: пространственный масштаб градиента электронной концентрации в области половины от критической составляет примерно одну длину волны лазерного излучения и присутствует длинный «хвост» с концентрацией электронов ниже 0.1 от критической. Оказалось, что именно в этом режиме взаимодействия сложный комплекс физических процессов приводит к формированию хорошо коллимированного пучка электронов с большими зарядом и энергией.

И.Н.Цымбаловым разработан комплекс методик для экспериментальных исследований оптического излучения плазмы и свойств электронных пучков и проведены экспериментальные исследования. Для создания плазмы с нужным профилем электронной концентрации использовался разработанный с участием диссертанта оригинальный подход, в котором этот профиль создавался наносекундным предимпульсом с регулируемой интенсивностью и временным расположением относительно основного фемтосекундного лазерного импульса.

Ключевой частью работы явилось проведение численного моделирования исследуемого режима взаимодействия с помощью кода Мандор, созданного в Физическом институте им.П.Н.Лебедева и реализующего метод крупных частиц. И.Н.Цымбалов не только полностью овладел сложным искусством моделирования этим методом, но и создал широкий набор утилит, обеспечивающих эффективную обработку огромных массивов данных и их анализ. Это позволило ему выявить ключевые стадии и процессы, протекающие в рассматриваемом режиме

взаимодействия, и получить превосходное согласие с наблюдаемыми экспериментальными данными.

Результаты, представленные в диссертации, опубликованы в научных рецензируемых журналах из списка Scopus, Web of Science и РИНЦ и доложены автором диссертации на международных конференциях. Кроме того, И.Н.Цымбалов является соавтором ряда статей, не вошедших в список работ по диссертации.

Среди полученных результатов хотелось бы выделить ключевые:

- Обнаружен режим взаимодействия, в котором формируется направленный пучок электронов с энергиями свыше 1 МэВ. Этот пучок уже используется для постановки ядернофизических и других исследований.
- Развита общая картина протекающих процессов, впервые показана роль гибридной неустойчивости, нелинейности плазменных волн. Это позволяет масштабировать полученные результаты на режим больших интенсивностей и энергий лазерного импульса, что должно привести к большому заряду пучка и энергии электронов.

Основные результаты диссертационной работы И.Н.Цымбалова получены во время обучения в аспирантуре физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, на кафедре общей физики и волновых процессов. Научную работу в лаборатории релятивистской плазмы И.Н.Цымбалов начал студентом третьего курса физического факультета. Важно отметить высокую квалификацию диссертанта и в области микрокомпьютерной техники и автоматизации экспериментальных исследований – по сути, созданный им аппаратно-программный комплекс обеспечивает в настоящее время все эксперименты лаборатории.

За время совместной работы Иван Николаевич проявил себя ярким, творческим, инициативным исследователем, способным самостоятельно проводить сложные экспериментальные и численные исследования, делать аналитические выкладки и осуществлять анализ результатов, предлагать физическую интерпретацию наблюдаемых эффектов. Все результаты, включенные в диссертационную работу, получены автором с огромной степенью самостоятельности, при его

определяющем вкладе было подготовлено большинство публикаций по теме диссертации.

В целом, И.Н.Цымбалов является сложившимся высококвалифицированным научным работником, способным решать практически любые задачи экспериментальной и, во много, теоретической физики. Следует отметить огромный вклад соискателя в успешную работу лаборатории в целом, его неоценимую помощь другим сотрудникам, аспирантам и студентам лаборатории.

Диссертационная работа Ивана Николаевича Цымбалова полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно Положению о присуждении ученых степеней в Московском университете, а ее автор безусловно достоин присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Доктор физико-математических наук,
профессор физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

А.Б. Савельев-Трофимов

Подпись А.Б. Савельева-Трофимова заверяю

Ученый секретарь

Ученого Совета

физического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова

профессор

В.А.Караваев