

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тимофеева Игоря Валерьевича «Генерация терагерцового излучения при коллективных взаимодействиях электронных и лазерных пучков с плазмой», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 — физика плазмы

Диссертационная работа Тимофеева И.В. затрагивает актуальную проблему создания мощных источников электромагнитного излучения в терагерцовом диапазоне частот. Автор предлагает генерировать ТГц импульсы с относительно узкой спектральной линией (1-2%) и гигаваттной мощностью за счёт инжекции в плазму либо килоамперных электронных пучков, либо фемтосекундных лазерных импульсов.

Как показали многолетние эксперименты на открытой ловушке ГОЛ-3 в ИЯФ СО РАН, физика коллективного взаимодействия сильноточного электронного пучка с плазмой чрезвычайно сложна, и многие наблюдаемые турбулентные процессы, в том числе эмиссия электромагнитных волн вблизи гармоник плазменной частоты, не имеют адекватного теоретического описания. Одним из наиболее важных результатов данной диссертационной работы является создание непротиворечивой картины явления, в которой автору удалось связать основные характеристики наблюданного в эксперименте излучения с параметрами плазменной турбулентности, что открывает путь как к использованию такого излучения для диагностики турбулентных процессов, так и для работ по созданию ТГц источника с перестраиваемой длиной волны.

Другим важным результатом работы является теоретическое осмысление процессов генерации излучения в тонкой пучково-плазменной системе, когда размер плазмы и пучка сопоставимы с длиной излучаемых электромагнитных волн. Сначала высокую эффективность излучения в таком режиме обнаружили в экспериментах на установке ГОЛ-3, а затем численные расчёты и аналитическая теория диссертанта выявили механизм излучения, получивший название пучково-плазменной антенны. Возможность достижения с помощью этого механизма высокой эффективности конверсии мощности пучка в мощность излучения (5-10%) открывает перспективу генерации ТГц импульсов гигаваттного уровня мощности.

Альтернативный метод генерации узкополосного ТГц излучения высокой мощности основан на лобовом столкновении кильватерных полей, возбуждаемых в плазме фемтосекундными драйверами с различными поперечными размерами. Наиболее просто данный метод реализуется посредством столкновения встречных лазерных импульсов внутри сверхзвуковой газовой струи. Поскольку

обнаруженный механизм позволяет использовать лазерные драйверы петаваттной мощности, предлагаемая схема даже при относительно низкой эффективности оптико-терагерцового преобразования способна обеспечить генерацию излучения с рекордными мощностью и полной энергией.

Основные теоретические выводы в работе подтверждены результатами численных расчётов методом частиц в ячейках, что позволяет считать их обоснованными и достоверными. Автореферат диссертации в достаточной мере позволяет представить масштаб работы, её актуальность и значимость для науки.

Представленная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а соискатель – Тимофеев Игорь Валериевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

Заведующий лабораторией фотоники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии СО РАН, проспект академика Коптюга, д. 1, 630090, Новосибирск, ИАиЭ СО РАН, тел. 3309021, email: shapiro@iae.nsk.su

доктор физ.-мат. наук, профессор  
31.08.2018

Шапиро Давид Абрамович

*д. шапиро*

Подпись Д.А. Шапиро *заверяю*  
И.о. Учёного секретаря ИАиЭ СО РАН  
к.ф.-м.н.

Е.И. Донцова



*с ознакомлением*

*Тимофеев*

12.09.2018