

Отзыв на автореферат диссертации Широковой Анастасии Владимировны
«Трансформация электромагнитных волн
при изменении во времени числа частиц в среде Лоренца и графене»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.19. Лазерная физика

Диссертационная работа А. В. Широковой посвящена исследованию особенностей трансформации электромагнитных волн в нестационарных диспергирующих средах (среда Лоренца, графен) в условиях резонансов структурных элементов (осцилляторов) среды или ее двумерности. Основные результаты состоят в следующем.

1. Получены материальные соотношения для среды Лоренца с немонотонной временной зависимостью числа осцилляторов при условии, что процессы увеличения и уменьшения их числа разнесены во времени. Установлены адиабатические инварианты, сохраняющиеся при распространении волны в среде Лоренца с медленно изменяющейся во времени концентрацией осцилляторов.

2. Установлены границы применимости модели недиспергирующего диэлектрика с зависящей от времени диэлектрической проницаемостью для описания резонансных диспергирующих сред с переменными параметрами.

3. Сформулировано материальное соотношение для описания графена с переменной поверхностной плотностью свободных носителей в модели Друде. Показано, что известные адиабатические инварианты для поверхностных волн, направляемых полупространством или слоем нестационарной объемной плазмы, выполняются и для поверхностного плазмона, направляемого двумерным плазмоподобным листом (графеном) с переменной поверхностной плотностью свободных носителей.

4. Установлено, что собственные моды среды Лоренца с периодически модулированной концентрацией осцилляторов являются затухающими даже в отсутствие потерь в осцилляторах, показана невозможность параметрического усиления волн. Объяснены механизмы потерь энергии волн в моменты уменьшения и увеличения числа осцилляторов. Указан особый случай мод с практически постоянной энергией. Найдены практически интересные режимы удвоения и деления пополам частоты бегущей волны с высокой эффективностью по амплитуде.

5. Показано, что периодическая модуляция во времени поверхностной плотности носителей в графене за счет их инжекции и удаления не может приводить к параметрическому усилению направляемых графеном плазмонов. Указан механизм потерь энергии в моменты инжекции и удаления носителей. Для графена со ступенчатой модуляцией плотности носителей найден особый режим трансформации бегущего плазмона в модулированный по частоте стоячий плазмон постоянной амплитуды.

Замечание, возникшее после прочтения автореферата, состоит в следующем. Результаты, полученные для графена на основе уточненной модели Друде (12), по-видимому, справедливы только в том случае, если время релаксации скорости носителей заряда ν^{-1} , с одной стороны, много меньше времени жизни плазмона, а с другой – много больше времени установления функции распределения Ферми. Эти соотношения между указанными временами в общем случае могут выполняться не только в графене, но и в более широком классе сред (и это обстоятельство следовало бы отметить в работе). В то же время эти соотношения не всегда выполняются в графене и было бы полезно провести оценки этих времен, указав необходимые условия, при которых справедливы полученные результаты.

Отмеченное замечание имеет методический характер и не снижает общего положительного впечатления от работы.

Автореферат соответствует требованиям п. 25 Положения о присуждении ученых степеней. Работа обладает несомненной оригинальностью и значительной научной новизной. По теме работы опубликовано 6 статей в рецензируемых журналах высочайшего уровня (Physical Review A, Physical Review B, Optics Letters, Journal of Optics) и 10 работ в сборниках трудов

конференций. Считаю, что Широкова Анастасия Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Выражаю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации А. В. Широковой.

Дата: 05.09.2025

Старший научный сотрудник
федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной физики
им. А. В. Гапонова-Грехова
Российской академии наук» (ИПФ РАН)
кандидат физико-математических наук
(01.04.08 – Физика плазмы)



Широков Евгений Алексеевич

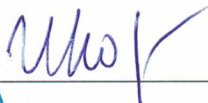
Почтовый адрес: 603950, г. Нижний Новгород, БОКС-120, ул. Ульянова, 46

Телефон: (831) 416-48-94

Адрес электронной почты: eshirovkov@ipfran.ru

Подпись Е. А. Широкова заверяю:

Ученый секретарь ИПФ РАН
кандидат физико-математических наук



Корюкин Игорь Валерьевич