

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Стремоухова Сергея Юрьевича

«Механизмы генерации произвольно поляризованного излучения в интенсивных лазерных полях», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Диссертационная работа С.Ю. Стремоухова посвящена активно развивающейся области нелинейно-оптического преобразования частоты излучения при действии многочастотных высокоинтенсивных фемтосекундных лазерных импульсов с произвольной поляризацией на газовые и плазменные среды. В работе решаются весьма **актуальные** на сегодняшний день фундаментальные проблемы анализа механизмов эффективной генерации разностных частот и гармоник высокого порядка для решения **практических** задач создания перестраиваемых источников когерентного излучения в спектральных областях УФ и мягкого рентгена, а также терагерцовом диапазоне.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы.

Во **Введении** обоснована актуальность работы, изложены цель и задачи исследования, приведены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена описанию современного состояния исследований по тематике диссертационной работы, что дает возможность сопоставить оригинальные результаты С.Ю. Стремоухова с международным и российским уровнями.

Во **второй главе** полно и подробно описан развитый непertурбативный теоретический подход к описанию отклика одиночного атома, а также

интерференционная модель, позволяющая рассчитывать особенности фазового и квази-фазового согласования при генерации излучения в протяженных и периодически профилированных газовых и плазменных средах. Также, продемонстрировано применение разработанного подхода для расчета фотоэмиссионного отклика одиночного атома (его коротковолновой и длинноволновой, терагерцовой, частей). Фактически, во второй главе представлен теоретический базис всей диссертационной работы.

Третья глава посвящена обсуждению результатов численных расчетов характеристик гармоник высокого порядка, генерируемых одиночным атомом как в одночастотных линейно и эллиптически поляризованных полях, так и в двухчастотных лазерных полях, образованных линейно и эллиптически поляризованными компонентами. В частности, показано, что угол между поляризациями компонент поля является управляющим параметром, позволяющим существенно варьировать эффективность и поляризационные свойства генерируемого излучения. Помимо особенностей отклика одиночного атома, обсуждаются эффекты фазового и квази-фазового согласования при генерации гармоник в газовых и плазменных средах.

Четвертая глава посвящена описанию результатов по генерации терагерцового излучения одиночным атомом и протяженной газовой средой, взаимодействующей с двухчастотными лазерными полями, его частотно-угловых и поляризационных характеристик, а также эффективности генерации. Продemonстрирована возможность генерации эллиптически поляризованного терагерцового излучения в двухчастотных лазерных полях, образованных линейно поляризованными компонентами.

В пятой главе представлены результаты численных расчетов всех трех проекций поляризации генерируемого излучения одиночным атомом, взаимодействующим с лазерными полями, в случае, когда направления углового момента атома и поляризации лазерного поля не совпадают. Показано, что при такой симметрии взаимодействия возможна генерация продольной компоненты электромагнитного излучения. Также, теоретически

обоснован новый резонансный метод возбуждения низколежащих ядерных состояний.

В **Заключении** сформулированы основные результаты работы и выводы.

Автореферат правильно отражает содержание диссертационной работы.

Работа апробирована на значительном числе международных и российских конференций, а ее результаты опубликованы в престижных научных журналах, входящих в мировые и отечественные базы цитирования. Среди публикаций имеются учебное пособие и глава в коллективной монографии.

Основным достижением автора, обуславливающим **научную новизну** и **значимость** работы, является создание оригинальной теоретической модели для описания механизма полного нелинейно-оптического отклика атома на основе непertурбативного подхода с учетом переходов в дискретном и непрерывном спектре. Таким образом, удалось решить серьезную проблему расчета эффективных параметров среды, таких как тензоры нелинейных восприимчивостей, при действии лазерных полей произвольной поляризации, сравнимых по напряженности с внутриатомными, в нерелятивистском приближении. Расчет отклика протяженных сред производится как результат интерференции отдельных атомарных излучателей с учетом дисперсии среды и формирования плазмы.

На основе данной универсальной модели был получен целый ряд **оригинальных** результатов, как предсказывающих принципиально новые эффекты, например, метод резонансного лазерного возбуждения низколежащего изомерного ядерного уровня атома тория, так и объясняющих известные эксперименты по генерации гармоник высокого порядка и терагерцового излучения в газовых и плазменных средах.

Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Автор продемонстрировал широту научных взглядов, владение математическим аппаратом современной теоретической и лазерной физики в сочетании с

численным моделированием. Полученные теоретические результаты находятся в качественном и **количественном** согласии с известными экспериментами. Результаты и защищаемые научные положения обоснованы, достоверны и имеют соответствующее уровню докторской диссертации научное значение.

К сожалению, как и любой научный труд, работа не свободна от недостатков. Среди них отметим следующие:

1. Разработанная автором интерференционная модель для описания генерации гармоник и ТГц излучения в протяженных средах основана на приближении заданного поля лазерного импульса. Однако в принципе возможны ситуации, когда влияние отклика ансамбля атомов на породившее его поле околоатомной напряженности может сформировать очень большой эффективный нелинейный показатель преломления и сильно исказить профиль лазерного импульса на сравнительно небольших дистанциях распространения. В этой связи полезно было бы четче определить область применения модели генерации излучения, не учитывающей самосогласованным образом изменение профиля импульса при его распространении в протяженной среде.

2. Одним из серьезных достоинств разработанной непertурбативной теории является ее применимость для произвольного числа колебаний в лазерном импульсе. Однако это преимущество не раскрывается в работе полностью. Например, в случае возбуждающего импульса с малым числом колебаний в результирующем излучении сложно будет выделить отдельные гармоники. Управление параметрами такого суперконтинуума далеко не тривиальная задача. Систематический анализ влияния ширины спектра импульса на результат генерации позволил бы существенно обогатить работу.

3. К сожалению, в работе присутствуют опечатки, очевидно, возникшие при наборе текста.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.21 – «лазерная физика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Работа оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

На основании вышеуказанного считаю, что соискатель Стремоухов Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
директор Лаборатории радиационной биологии
Международной межправительственной организации
Объединенный институт ядерных исследований
Бугай Александр Николаевич

Контактные данные: +7 (49621) 6-37-16, bugay@jinr.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 01.04.03 – радиофизика

Адрес места работы:

141980, Россия, Московская обл., г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6

Подпись доктора физико-математических наук, директора Лаборатории радиационной биологии Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований Бугая Александра Николаевича удостоверяю.

