

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Курникова Михаила Александровича «Генерация, преобразование и детектирование терагерцовых волн в условиях неколлинеарного фазового синхронизма с ультракороткими лазерными импульсами в кристаллах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика

Диссертационная работа Курникова М.А. посвящена разработке нелинейно-оптических методов генерации и детектирования импульсного терагерцового излучения. Актуальность работы связана с востребованностью эффективных терагерцовых источников и детекторов для компактных лазерных систем. В том числе для применений в спектроскопии, интроскопии и время-разрешённых исследованиях. Общей особенностью разрабатываемых в диссертации методов является использование схем с неколлинеарным распространением широкополосного терагерцового и фемтосекундного лазерного импульсов, что позволяет обеспечить их эффективное фазово-синхронизированное взаимодействие для широкого круга нелинейных кристаллов и лазеров с различной длиной волны.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитируемой литературы и списка публикаций по диссертации.

Во введении дан обзор литературы по теме диссертации, обоснована актуальность работы, сформулированы ее цель и задачи, указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены выносимые на защиту положения, кратко описано содержание диссертации по главам.

В первой главе предложена практически удобная схема оптико-терагерцовой конверсии, основанная на черенковском излучении терагерцовых волн фемтосекундными лазерными импульсами распространяющимися с большей скоростью в среде. В предложенной схеме сфокусированный в линию лазерный пучок вводится без потерь в нелинейный кристалл под углом Брюстера, при этом он генерирует черенковский клин так, что ТГц излучение выходит из кристалла по нормали в виде пучка с плоским волновым фронтом. Показано, что эффективность предложенной схемы по меньшей мере на порядок превосходит эффективность стандартной коллинеарной схемы для выбранных материала и длины волны.

Во второй главе разработаны и экспериментально проверены оптико-терагерцовые конверторы, специализированные под распространённую накачку с низкой пиковой энергией. Особенностью является использование полуконических кремниевых элементов, обеспечивающих вывод расходящегося терагерцового излучения и его последующую коллимацию в удобный для практического использования пучок. В экспериментах при накачке ниобата лития достигнута эффективность преобразования на два порядка выше, чем в распространённой коллинеарной схеме на основе кристалла ZnTe.

В третьей главе предложен метод управляемого спектрально-временного преобразования терагерцовых импульсов, основанный на их отражении от быстро движущегося зеркала - фронта плазмы, создаваемого в полупроводнике лазерным импульсом со скошенным фронтом интен-

сивности. С помощью численного моделирования показано, что отражение терагерцового импульса от фронта трехфотонной ионизации в кристалле ZnS может обеспечить многократное сжатие длительности импульса и соответственно уширение его спектра практически без потерь энергии.

В четвертой главе расширена теория электрооптического детектирования терагерцовых волн ультракороткими лазерными импульсами для условий их неколлинеарного распространения в нелинейном кристалле. Показано, что неколлинеарная схема позволяет увеличивать длину синхронизма, но ограничена сверху частотой отсечки, определяемой радиусом лазерного пучка и углом неколлинеарности.

В заключении сформулированы основные полученные результаты.

Диссертационная работа Курникова М.А. является цельным и законченным исследованием. Компактно и лаконично изложена, содержит очень наглядные поясняющие схемы для используемых геометрий и процессов. Полученные в ней результаты обладают оригинальностью, научной новизной и имеют как теоретическое, так практическое значение для развития терагерцовых приложений и нелинейной оптики.

Обоснованность и достоверность результатов диссертации, а также сформулированных в ней научных положений и выводов подтверждается использованием апробированных теоретических, численных и экспериментальных методов. Результаты диссертации не противоречат имеющимся в литературе теоретическим и экспериментальным данным, прошли рецензирование в высокорейтинговых международных журналах, а также обсуждались на представительных конференциях.

По содержанию работы имеются следующие замечания.

1. При сравнении эффективностей методов генерации в нелинейных кристаллах надо учитывать и органические кристаллы с более высокой нелинейностью и абсолютными рекордами по эффективности, несмотря на их известные недостатки.
2. Следует уточнить, почему после конического отражателя ТГц пучок на самом деле не является коллимированным, как планировалось, а требует дополнительного зеркала для его реальной коллимации.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов и выносимых на защиту положений. Тематика и содержание диссертации полностью соответствуют специальности 1.3.19. Лазерная физика. Основные результаты работы опубликованы в 14 научных работах, в том числе в 6 статьях в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных результатов диссертации. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Курникова Михаила Александровича «Генерация, преобразование и детектирование терагерцовых волн в условиях неколлинеарного фазового синхронизма с ультракороткими лазерными импульсами в кристаллах» является завершенной научно-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении уче-

ных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Курников Михаил Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Официальный оппонент:

Начальник лаборатории сверхсильных световых полей

НИЦ «Курчатовский институт»,

кандидат физико-математических наук

(01.04.21 Лазерная физика)

28 мая 2026 г.



Назаров Максим Михайлович

Я, Назаров Максим Михайлович, кандидат физико-математических наук, начальник лаборатории сверхсильных световых полей федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», даю согласие на обработку моих персональных данных (приказ Минобрнауки России от 01.07.2015 № 662) и на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук Курникова Михаила Александровича.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Почтовый адрес: 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

Тел.: +7 (916) 352-87-02

Адрес электронной почты: nazarov_mm@nrcsk.ru

Подпись М.М. Назарова заверяю

Заместитель директора- главный учёный секретарь
НИЦ «Курчатовский Институт»,
д.ф.-м.н.



Алексеева

