

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Синько Антона Сергеевича

**на тему: «Генерация и взаимодействие терагерцового излучения с
молекулярными кристаллами»**

по специальности 1.3.19. – «лазерная физика»

Инфракрасная и терагерцовая оптоэлектроника является одним из магистральных направлений развития современной физики конденсированного состояния. В рамках данного направления важной областью деятельности является разработка новых материалов для создания высокоэффективных излучателей и фотоприемников инфракрасного и терагерцового диапазонов. В частности, существенный интерес представляет разработка новых нелинейно-оптических кристаллических источников излучения. Они являются частью эффективных сверхбыстрых оптических и оптоэлектронных устройств терагерцового и инфракрасного диапазонов. В диссертации А.С. Синько рассматриваются возможности для генерации терагерцового излучения с управляемыми параметрами, предоставляемые молекулярно-кристаллическими средами. Указанный класс материалов представляется весьма перспективным для создания эффективных нелинейно-оптических сред в терагерцовом спектральном диапазоне, что определяет высокую актуальность диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы и приложения. Диссертация содержит 161 страниц текста, 61 рисунок, 7 таблиц и список литературы из 241 наименований.

В работе получено большое количество новых красивых результатов. Из числа этих результатов хотелось бы особо выделить следующие, определяющие научную новизну работы.

Предсказана возможность генерации узкополосного терагерцового излучения в молекулярных кристаллах при их взаимодействии с фемтосекундным импульсным лазерным излучением, что экспериментально подтверждено на примере молекулярных кристаллов GUNP, NaAP, KAP, RbAP и сахарозы.

Предложен механизм генерации узкополосного терагерцового излучения на основе нелинейно-оптической восприимчивости второго порядка при выполнении условий фазового согласования, КР- и ИК-активности фононных колебаний молекулярно-кристаллической решетки.

Показано, что при изменении взаимной поляризации детектируемого излучения и ориентации молекулярного кристалла возможна генерация узкополосного излучения на разных частотах.

Достоверность полученных А.С. Синько результатов не вызывает сомнений и определяется тем, что все экспериментальные данные получены с использованием современной экспериментальной техники и апробированных методик измерений. Полученные в работе данные согласуются с известными экспериментальными результатами других авторов и не противоречат современным представлениям. Положения диссертации вполне обоснованы полученными экспериментальными результатами.

Научные результаты, составляющие основу диссертации, опубликованы в наиболее авторитетных российских и международных научных журналах и многократно докладывались на российских и международных научных конференциях высокого уровня.

Результаты исследований, проведенных А.С. Синько, представляют несомненный практический интерес. Работа может быть использована в организациях, занимающихся технологиями создания элементов терагерцовой оптоэлектроники.

Вместе с тем, по диссертации можно высказать некоторые замечания, которые, впрочем, имеют скорее характер пожеланий.

1. Интересно, что на длине волны около 1500 нм, соответствующей телекоммуникационному диапазону, наблюдается резкий пик поглощения кристалла GUNP, которому, вообще говоря, должна соответствовать сильная дисперсия и, возможно, значительные нелинейно-оптические коэффициенты. Возникает вопрос – можно ли использовать это обстоятельство в практических целях?
2. На стр. 71 высказывается предположение, что КР и ИК активная мода на 0.93 ТГц соответствует коллективному движению слоев навстречу или параллельно друг другу. В этом смысле движение напоминает оптические и акустические фононы, но, казалось бы, такие типы движения имеют существенно различную энергию. Хотелось бы видеть какие-то пояснения по этому поводу.
3. Хотелось бы понять, насколько перспективной является идея создания терагерцового лазера на основе ударного возбуждения кристалла GUNP фемтосекундными импульсами.
4. Что будет, если возбуждать кристалл импульсами с периодом повторения, существенно меньшим характерного времени затухания колебаний? Можно ли в этой ситуации реализовать постоянную инверсную населенность?
5. В тексте работы имеется незначительное количество технических погрешностей.

Вместе с тем, указанные вопросы и замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.19. – «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, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой

степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Синько Антон Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. – «лазерная физика».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова», физический факультет,
профессор

Хохлов Дмитрий Ремович

«31» октября 2023г.

Контактные данные:

тел.: , e-mail: khokhlov@mig.phys.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.10 – физика полупроводников

Адрес места работы:

119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр.2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова», физический факультет

Подпись официального оппонента

Хохлова Дмитрия Ремовича УДОСТОВЕРЯЮ:

Ученый секретарь Ученого совета

физического факультета МГУ

профессор

В.А. Караваев

«31» октября 2023г.