

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

КУДРЯВЦЕВА Андрея Владимировича

на тему:

"НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИКРОКРИСТАЛЛОВ  
ГЛИЦИНА И ФЕНИЛАЛАНИНОВ",

представленной на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Диссертационная работа А.В. Кудрявцева посвящена экспериментальному исследованию нелинейно-оптических свойств органических кристаллов на основе глицина и фенилаланинов методом генерации второй оптической гармоники. Основной **целью** работы является измерение величин компонент тензоров квадратичной восприимчивости пептидных микротрубок на основе дифенилаланина, микролент трифенилаланина и микрокристаллов  $\beta$ -глицина. Также в работе представлены результаты исследования кристаллической структуры и пьезоэлектрических свойств микролент трифенилаланина, и механизмов однофотонной и двухфотонной люминесценции в микротрубках дифенилаланина.

**Актуальность** темы диссертационной работы обусловлена в первую очередь перспективностью использования объектов исследования в биосовместимых и экологически чистых оптических микро- и наноустройствах (нелинейно-оптических преобразователях света и светоизлучающих устройствах), биосенсорах и суперконденсаторах. Интерес к исследуемым структурам обусловлен также тем, что их формирование происходит в результате процесса самоорганизации, который является

простым и дешёвым способом получения микро- и наноструктур. Пептидные микроstructures на основе ди- и трифенилаланина и микрокристаллы  $\beta$ -глицина обладают нецентросимметричной кристаллической структурой, что должно приводить к наличию в них значительных пьезоэлектрических и нелинейно-оптических эффектов второго порядка. Таким образом, исследование оптических и нелинейно-оптических характеристик таких структур является **научно значимой** задачей.

**Диссертационная работа** состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Во **введении** сформулированы цели и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, обосновываются актуальность исследования, практическая значимость результатов работы, их новизна и достоверность. **Первая глава** посвящена обзору литературы, в котором описываются физические свойства исследуемых материалов, перспективы и возможности их применения в различных микро- и наномасштабных устройствах. Во **второй главе** дано описание методики генерации второй оптической гармоники в кристаллических структурах, а также кратко описываются экспериментальные установки. В **третьей главе** представлены результаты исследований свойств самоорганизованных пептидных микроstructures на основе ди- и трифенилаланина методом нелинейно-оптической микроскопии, описаны результаты измерений поляризационных зависимостей второй гармоники, на основании которых проведены вычисления компонент тензоров нелинейной восприимчивости исследуемых структур. Также приведены результаты исследования пьезоэлектрических свойств микролент трифенилаланина. В **четвёртой главе** исследованы нелинейно-оптические свойства микрокристаллов  $\beta$ -глицина: определена эффективная нелинейная восприимчивость данного материала, а также компоненты тензора квадратичной нелинейной восприимчивости. **Пятая глава** посвящена изучению механизма появления однофотонной и двухфотонной люминесценции в микротрубках на основе

дифенилаланина при термоиндуцированном фазовом переходе. В **заключении** сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

**Обоснованность и достоверность** полученных в работе результатов и выводов подтверждается использованием современных и проверенных экспериментальных методик. Результаты не противоречат данным, полученным другими исследователями, апробированы на ведущих международных конференциях по тематике работы, опубликованы в высокорейтинговых реферируемых научных изданиях.

В ходе выполнения работы были получены принципиально **новые научные результаты**:

- на основе анализа экспериментальных данных, полученных методом генерации второй оптической гармоники, вычислены компоненты тензора квадратичной нелинейной восприимчивости микротрубок на основе дифенилаланина и микрокристаллов  $\beta$ -глицина;

- определены тип кристаллической структуры и поверхность роста пептидных лент на основе трифенилаланина, обнаружено наличие пьезоэффекта в данном материале;

- предложен механизм появления однофотонной и двухфотонной люминесценции в микротрубках на основе дифенилаланина при термической обработке.

Полученные в диссертационной работе результаты обладают **практической значимостью**. Значения нелинейных восприимчивостей исследованных материалов, а также данные о кристаллической структуре и пьезоэлектрических свойствах микролент на основе трифенилаланина полезны для дальнейших фундаментальных исследований этих материалов, а также могут быть использованы при разработке биосовместимых нелинейно-оптических устройств и элементов микросистемной техники.

Несмотря на общую положительную оценку, к работе можно сформулировать следующие замечания:

1. Основными объектами исследований в диссертационной работе являются пептидные структуры на основе ди- и трифенилаланина, которые автор называет “нанотрубками” и “нанолентами”. Однако размеры исследуемых структур составляют десятки микрометров. Таким образом, хотя термин “наноструктуры” может быть использован применительно к этим объектам, учитывая особенности строения стенок трубок и лент, использование приставки “нано” в названии самих этих объектов является некорректным.

2. В главе 3 и в 5-м защищаемом положении приводится оценка сдвигового пьезоэлектрического коэффициента микролент на основе трифенилаланина (2-5 пм/В), однако из текста диссертационной работы нельзя сделать вывод о том, как эта оценка была получена.

3. Результаты по исследованию пьезоэлектрических свойств микролент на основе трифенилаланина описаны крайне лаконично и местами противоречиво. В частности, из рисунков 29 б) и в) можно сделать вывод, что по амплитуде сдвиговый пьезоотклик меньше вертикального (данный вывод подтверждается автором в тексте под рисунками на стр. 103). Однако, из дальнейших рассуждений следует, что сдвиговый отклик больше вертикального и приводится оценка сдвигового пьезокоэффициента.

Приведённые замечания не снижают значимость диссертационной работы.

В **заключении** стоит отметить, что диссертация А.В. Кудрявцева является законченным научным исследованием. Основные положения диссертации написаны научным стилем, материал в целом изложен системно и логично. Автореферат полно отражает содержание работы и отвечает требованиям, предъявляемым к авторефератам кандидатских диссертаций. Основные научные результаты отражены в 9 научных работах автора, 6 из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК. Диссертация удовлетворяет требованиям пунктов № 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 года, № 842,

предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор, Кудрявцев Андрей Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник  
физического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова,  
кандидат физ.-мат. наук



В.О. Бессонов

Проректор  
МГУ имени М.В. Ломоносова,  
доктор физ.-мат. наук, профессор



А.А. Федянин

25.04.2015

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, физический факультет

Телефон: +7 (903) 142-68-12

E-mail: [bessonov@nanolab.phys.msu.ru](mailto:bessonov@nanolab.phys.msu.ru)