

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию КИСЕЛЕВОЙ М.С.
«Кинетика пострадиационных процессов в оптических материалах
с подвижными дефектами», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 –
Физика конденсированного состояния

Оптические материалы на основе низкосимметричных широкозонных оксидных диэлектриков получили широкое распространение в коротковолновой лазерной технике и интегральной оптике благодаря хорошим нелинейно-оптическим характеристикам и высокими показателями радиационно-оптической устойчивости (РОУ). В работе рассматриваются оптические кристаллы, ключевой особенностью которых является наличие анионных групп с сильными ковалентными связями внутри групп и сравнительно слабыми ионными связями между анионными группами и подвижной катионной подрешеткой. К объектам этого типа относятся кристаллы с подвижными катионами малого радиуса: дигидрофосфатов калия KH_2PO_4 (KDP) и аммония $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (ADP), боратов лития - тетраборат лития $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (LTB), триборат лития LiB_3O_5 (LBO) и двойной ортоборат лития-гадолиния $\text{Li}_6\text{Gd}(\text{BO}_3)_3$ (LGBO). Несмотря на высокую степень изученности данных объектов в литературе отсутствуют данные о систематическом исследовании влияния подвижных катионов малого радиуса на динамику низкоэнергетических электронных возбуждений и процессы радиационного дефектообразования в широкозонных оптических материалах. Целью диссертационной работы Киселевой М.С. являлось комплексное исследование кинетики пострадиационных релаксационных процессов радиационных дефектов ($10 \text{ нс} - 10 \text{ с}$) в упомянутых выше кристаллах путем совместного применения техники импульсной абсорбционной спектроскопии с наносекундным временным разрешением и методов математического моделирования. Тема диссертации представляется достаточно актуальной.

Научная новизна работы также не вызывает сомнений. В ходе работы впервые были получены следующие научные результаты:

1. Разработана и реализована в виде программного комплекса математическая модель для описания пострадиационных процессов

релаксации радиационных дефектов в широкозонных оптических материалах с подвижными катионами малого радиуса.

2. Была исследована кинетика пострадиационных процессов релаксации подвижных радиационных дефектов катионной подрешетки нелегированных кристаллов (ADP, KDP, LTB и LBO). Установлено, что она обусловлена диффузионным процессом в системе подвижных катионов водорода или лития и туннельным переносом электрона между антиморфными дефектами катионной подрешетки.

3. Для кристаллов двойного ортобората лития-гадолиния установлено, что кинетика пострадиационных процессов релаксации 1D-подвижных (одномерно-подвижных) радиационных дефектов катионной подрешетки нелегированных (LGBO) и легированных (LGBO:Ce) кристаллов обусловлена диффузионным процессом в системе подвижных катионов лития и туннельным переносом электрона между антиморфными дефектами подрешетки катионов лития. Выявлена, получена объяснение и была параметризована температурная зависимость кинетики пострадиационных процессов релаксации радиационных дефектов.

4. На основании полученных экспериментальных (импульсная времяразрешенная спектроскопия) и расчетных (созданный программный комплекс) данных установлено и объяснено влияние пострадиационных процессов релаксации радиационных дефектов на кинетику излучательного распада низкоэнергетических электронных возбуждений в легированных (LGBO:Ce) оптических материалах с 1D-подвижными катионами малого радиуса (ионы лития).

Выполненная Киселевой М.С. работа имеет высокую степень как теоретической, так и практической значимости. Теоретическая значимость заключается в формулировке модельных представлений, позволяющих описать кинетику пострадиационных процессов в оптических материалах при импульсном радиационном воздействии. Практическая значимость работы определена получением функциональных зависимостей, наборов параметров, позволяющих осуществлять расчеты кинетики пострадиационных процессов релаксации радиационных дефектов и программного комплекса, защищенного свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Достоверность и надежность полученных результатов не вызывает сомнений. На протяжении всей диссертационной работы автор использует известные и надежно-апробированные научные методы обоснования полученных результатов. Достоверность полученных экспериментальных и расчетных данных, научных положений и выводов

обеспечиваются корректностью постановки цели работы, решаемых задач, их физической обоснованностью, хорошим уровнем экспериментальных и теоретических исследований с применением современных методов. Кроме того, достоверность обеспечивается непротиворечивостью полученных результатов существующим научным представлениям по физике оптических материалов на основе широкозонных оптических кристаллов боратов лития и дигидрофосфатов калия и аммония.

Результаты работы получили достаточную апробацию путем непосредственного участия автора диссертации в профильных конференциях с представлением докладов и обсуждением основных результатов диссертационной работы, а также путем публикации статей по теме диссертационной работы в реферируемых научных журналах. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 5-ти научных конференциях всероссийского и международного уровня. Результаты исследований опубликованы в 19 научных работах, включая 9 статей в ведущих российских и зарубежных рецензируемых научных журналах из списка ВАК, Scopus, Web of Science. На разработанный программный комплекс было получено свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ.

По содержанию работы могу высказать следующие замечания:

1. В работе не дается обоснование выбора энергии пучка электронов ($E_e=200$ кэВ), используемого для облучения образцов. С чем связан такой выбор энергии?
2. В первой главе, в табл. 1.1 для кристалла LGBO указана группа симметрий $P2_1\bar{c}$. Очевидно, что это ошибка. К какой группе симметрий относится данный кристалл?
3. Во второй главе, п. 2.2.1 Описание экспериментальной установки на рис. 2.2, а приведена схема измерения КОП в режиме зондирования образцов по схеме полного внутреннего отражения. С чем связан такой выбор геометрии измерения?
4. Во второй главе, п. 2.4.3 Организация программного комплекса, интерфейс пользователя при описании программного комплекса не указываются конкретные требования к быстродействию и объему памяти используемого вычислительного комплекса. Также отсутствуют данные по времени, которое требуется для проведения моделирования кинетики. Указание данных параметров позволило бы оценить применимость разработанного программного комплекса на практике.

5. В первой главе при формулировании задач и защищаемых положений используются понятия «1D-» и «3D-подвижность» дефектов. Однако в главах 3-5 данные термины отсутствуют.

6. В пятой главе п. 5.4.3 без объяснения вводятся параметры « $\eta(t)$ – функция выхода, учитывающая интерактивный компонент» и « $I_{lum}(t)$ – интенсивность туннельной люминесценции». Что это за параметры и каков их физический смысл?

Указанные замечания не являются существенными и не оказывают влияния на положительную оценку диссертационной работы. В целом, диссертация написана на достаточно хорошем уровне: сделан подробный обзор литературных источников, приведено детальное описание экспериментальных методов и методов математического моделирования, полученные результаты изложены в логической последовательности и понятно объяснены. Оформление диссертационной работы и автореферата не вызывает нареканий.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация соответствует п. 4 «Теоретическое и экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ» паспорта специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Считаю, что диссертационная работа Киселевой М.С. «Кинетика пострадиационных процессов в оптических материалах с подвижными дефектами» удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, соответствует шифру и номеру специальности. Автор работы заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент - доцент кафедры физической электроники ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», кандидат физико-математических наук,

Подгорнов Федор Валерьевич

E-mail: podgornovfv@susu.ru, тел.: +7(351) 272-30-51
454080, Россия, Челябинск, проспект Ленина, 76

7.09.2018

Подпись Подгорнова Ф.В. заверяю

Подпись *Подгорнова Ф.В.* удостоверяю
Начальник управления
по работе с кадрами

посредства

