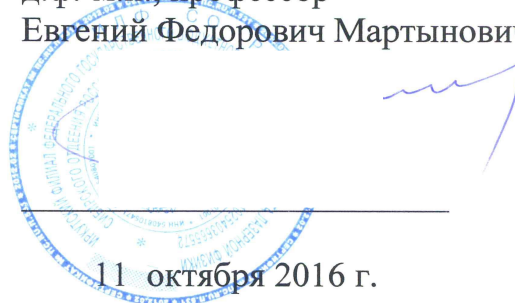


УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий Иркутским филиалом  
федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Институт лазерной физики СО РАН  
д.ф.-м.н., профессор  
Евгений Федорович Мартынович



11 октября 2016 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации Иркутский филиал федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук на диссертацию Никифорова Сергея Владимировича «Процессы переноса зарядов и люминесценция анион-дефектных оксидов с глубокими ловушками», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния».

Работа Никифорова С.В. посвящена проблеме исследования механизмов и закономерностей протекания процессов переноса заряда в анион-дефектных широкозонных оксидах металлов в условиях конкурирующего влияния глубоких центров захвата и установления связи таких процессов с особенностями люминесценции материалов.

Актуальность работы обусловлена тем, что глубокие ловушки присутствуют во многих широкозонных диэлектриках и процессы конкуренции в захвате ими носителей заряда определяют целый ряд радиационно-оптических и люминесцентных свойств материалов. Рядом авторов была изучена роль глубоких ловушек в формировании таких эффектов, как изменение термолюминесцентной (ТЛ) чувствительности материала к излучению и сверхлинейность дозовой зависимости ТЛ отклика. Однако данные эффекты слабо изучены для широкозонных

оксидов металлов, сведения о глубоких ловушках в них крайне немногочисленны, недостаточно исследована их электронная или дырочная природа. Отдельный интерес представляет исследование роли глубоких ловушек в формировании люминесцентных свойств ультрадисперсных структурных модификаций оксидных материалов, отличающихся от объемных аналогов развитой поверхностью и скоростью накопления радиационных дефектов. С практической точки зрения наноструктурные оксидные люминофоры являются перспективными материалами для высокодозной (1 – 100 кГр) дозиметрии ионизирующих излучений.

Научная новизна представленной диссертационной работы заключается в следующем. Впервые проведена полная классификация типов глубоких центров в анион-дефектном оксиде алюминия, обоснована их электронная или дырочная природа. Установлен универсальный механизм повышения выхода ТЛ широкозонных оксидов, обусловленный конкурирующим влиянием ловушек. Доказано существование температурной зависимости конкурирующего взаимодействия ловушек различных типов в анион-дефектном оксиде алюминия и обоснована ее роль в формировании температурного тушения люминесценции и эффектах влияния скорости нагрева на люминесцентные свойства материалов. Показано, что температурно-зависимая конкуренция в захвате носителей заряда глубокими ловушками обусловлена термической ионизацией возбужденных состояний F-центров. Разработана обобщенная кинетическая модель ТЛ основного пика в анион-дефектных кристаллах оксида алюминия. Указанные выше экспериментальные эффекты подтверждены результатами компьютерного моделирования.

Достоверность выполненных исследований не вызывает сомнений. Результаты получены с использованием современного

экспериментального оборудования и расчетных методик, а сделанные основные выводы не противоречат имеющимся в литературе данным.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработанных автором способах расширения функциональных возможностей и оптимизации эксплуатации ТЛ детекторов ионизирующих излучений на основе  $Al_2O_3$ . Изучение дозовых характеристик ТЛ исследуемых в работе нестехиометрических оксидов доказывает перспективы их использования для регистрации высоких доз импульсных электронных пучков.

Результаты диссертации могут быть рекомендованы к использованию в организациях, в которых проводятся исследования люминесцентных свойств функциональных материалов на основе конденсированных сред, в частности, Институте химии твердого тела УрО РАН (г. Екатеринбург), Институте электрофизики УрО РАН (г. Екатеринбург), Институте геохимии имени А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), Институте физики полупроводников имени А.В. Ржанова СО РАН (г. Новосибирск), в Российском федеральном ядерном центре – Всероссийском научно-исследовательском институте технической физики имени академика Е.И. Забабахина (г. Снежинск). Кроме того, предложенные способы улучшения свойств ТЛ детекторов могут использоваться при их эксплуатации на атомных электрических станциях, предприятиях атомной промышленности, спецкомбинатах «Радон».

Автореферат отражает содержание и основные результаты диссертации.

Результаты работы хорошо апробированы: опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных журналах и докладывались на многочисленных научных конференциях.

Замечания по диссертационной работе:



1. При моделировании кинетики ТЛ автор ограничивается учетом концентраций центров захвата и рекомбинации и не рассматривает вопросы пространственного распределения центров, участвующих в ТЛ процессе, что может повлиять на люминесцентные свойства материала.

2. В расчетах кинетики ТЛ автор использует постоянное значение энергии активации (энергетической глубины) ловушки, ответственной за основной пик ТЛ при 450 К. Вместе с тем, известно, в частности, из работ латвийских физиков (И. Тале), что наблюдается падение величины энергии активации в пределах основного пика, выявляемое методом фракционного термовысвечивания. Насколько обоснованным является использование в диссертационной работе постоянных значений энергии активации при проведении расчетов ТЛ основного пика?

3. При анализе процессов переноса заряда в условиях конкурирующего влияния глубоких ловушек автор ограничивается феноменологическим описанием установленных закономерностей, недостаточно анализируя природу центров и ее связь с конкретными типами дефектов в исследуемых объектах.

Указанные вопросы и замечания не снижают ценность диссертации и носят характер пожеланий для дальнейшей работы.

Таким образом, результаты диссертационной работы С.В. Никифорова можно квалифицировать как научное достижение в области физики конденсированного состояния вещества, связанное с установлением закономерностей протекания процессов переноса заряда в широкозонных анион-дефектных оксидах в условиях конкурирующего влияния глубоких центров захвата. Полученные результаты являются научной основой целенаправленного управления люминесцентными свойствами оксидных материалов для их направленной модификации и расширения функциональных возможностей.

Диссертация С.В. Никифорова является завершенной научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальной

проблемы физики конденсированного состояния, имеет несомненную практическую ценность. Работа соответствует паспорту специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и удовлетворяет требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Никифоров Сергей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа С.В. Никифорова и отзыв о ней обсуждены на семинаре лаборатории фотофизики конденсированных сред Иркутского филиала федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт лазерной физики СО РАН (протокол №2 от 11.10.2016 г.) с приглашением ведущих специалистов других подразделений, а также сотрудников отдела физики монокристаллов Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН.

Заведующий лабораторией фотофизики  
конденсированных сред ИФ ИЛФ СО РАН

докт. физ.-мат. наук, доцент

*Handwritten blue marks: a checkmark, an arrow pointing up, and a checkmark.*

Зилов Сергей Анатольевич

Иркутский филиал федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук,

664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130А

Тел. (3952) 51-14-38

e-mail: [filial@ilph.irk.ru](mailto:filial@ilph.irk.ru)

*Подпись Зилова С.А. заверяет  
спец. по кадрам Арсентьева А.А.*

