

7

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО
СОВЕТА 99.2.018.02,**

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» Министерства просвещения Российской Федерации и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации **по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 февраля 2023 г. протокол № 2

О присуждении Смирнову Александру Павловичу,
гражданину Российской Федерации,
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Сенсибилизированные фотопроцессы в системе стеарат серебра – галогенид серебра» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 2 декабря 2022 года, протокол № 13-1 объединенным диссертационным советом 99.2.018.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» Министерства просвещения Российской Федерации (191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48) и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (197101 Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49) приказ № 248/нк от 03.03.2016 г.

Соискатель Смирнов Александр Павлович, 14 августа 1985 года рождения.

В 2008 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена». Присвоена степень магистра по направлению «Физика».

В 2011 году окончил аспирантуру при кафедре физической электроники государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния (физико-математические науки).

С 2010 года по настоящее время Смирнов Александр Павлович работает инженером I категории на кафедре физической электроники института физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена».

Диссертация выполнена на кафедре физической электроники института физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» Министерства просвещения Российской Федерации.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – ГОРЯЕВ МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры физической электроники института физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена».

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

- НЕМОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, доктор физико-математических наук, профессор, профессор Высшей школы физики и технологии материалов федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

- БАРАБАН АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой электроники твердого тела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе» РАН, г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанным доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником, заведующим лабораторией физики фазовых переходов в твердых телах Шадриним Евгением Борисовичем и доктором физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории физики фазовых переходов в твердых телах секретарем научно-технического совета Ильинским Александром Валентиновичем, указала, что в диссертационной работе проведены исследования особенностей процесса спектральной сенсibilизации фототермографических материалов (ФТМ) на основе галогенида серебра и стеарата серебра.

В процессе выполнения диссертационного исследования были выявлены особенности процесса спектральной сенсibilизации фототермографических материалов, в частности, существенное положительное влияние световодного механизма на повышение эффективности спектральной сенсibilизации ФТМ.

При расчете вклада молекул сенсibilизирующего органического красителя, адсорбированных на стеарате серебра, по сравнению с вкладом молекул красителя, адсорбированных на галогениде серебра, в процесс спектральной сенсibilизации ФТМ, было установлено, что вклад молекул органического красителя, находящегося на стеарате серебра, соизмерим с вкладом молекул красителя, адсорбированного на микрокристалле галогенида серебра.

Помимо этого, в диссертационной работе проведены исследования электрофизических свойств стеарата серебра с адсорбированным красителем и без него. Обнаружено, что адсорбция органического красителя родамина 6Ж, адсорбированного на стеарате серебра, приводит к значительному увеличению диэлектрической проницаемости получившейся системы.

Значимость полученных результатов для науки и практики заключается в том, что автор вносит вклад в развитие физики фотоматериалов и фотоэлементов. Также разработан, протестирован и успешно применен простой и удобный метод измерения показателей преломления порошкообразных твердых тел. Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный курс «Методы исследования в физике конденсированного состояния».

Ряд полученных в ходе выполнения работы результатов могут быть использованы на предприятиях, занимающихся разработкой различных фоточувствительных материалов, а также в научных центрах, проводящих фундаментальные и прикладные исследования в соответствующих областях знаний. К числу таковых можно отнести: ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе» РАН, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (г. Воронеж), ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» и др.

По теме диссертации опубликовано 17 работ общим объемом 10.92 п. л.. Авторский вклад – 5.57 п.л.. В изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, а также в рецензируемых журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных ВАК, опубликовано 10 статей (3.8/1.94 п.л.). Прочие 7 работ опубликованы: в рецензируемых научных журналах – 3 (0.75/0.39 п.л.), в сборниках материалов конференций – 3 (0.37/0.24 п.л.), 1 методическое пособие (6/3 п.л.). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы:

1. Смирнов А. П. Недебаевский диэлектрический отклик в монокристаллических слоях стеарата серебра / Р. А. Кастро, М. А. Горяев, А. П. Смирнов // *Физика твердого тела*. 2017. – Т. 59. – № 2. – С. 255 - 259. (0,25 п.л. / 0,08 п.л.).
2. Smirnov A. P. Dielectric properties and structure particularity of silver stearate / M. A. Goryaev R. A. Castro, A. P. Smirnov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2014. – V. 572. – № 1. – P. 012041. (0,25 п.л. / 0,08 п.л.).
3. Смирнов А. П. Диэлектрическая релаксация и перенос заряда в слоях стеарата серебра с адсорбированным красителем родамином 6Ж / А. П. Смирнов, Р. А. Кастро, М. А. Горяев, Е. Е. Фомичева // *Университетский научный журнал*. – 2017. – №27. – С. 69 - 77. (0,5 п.л. / 0,12 п.л.).
4. Smirnov A. Luminescence of organic sensitizing dyes adsorbed on silver stearate / M. Goryaev, A Smirnov // В сборнике: *AIP Conference Proceedings. XV, International conference*. – 2020. – Vol. 2308. – P. 030007 - 030012. (0,3 п.л. / 0,15 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва, их прислали:

1. Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Бодунов Евгений Николаевич.

Отзыв положительный, не содержит замечаний.

2. Доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптоэлектроники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Бойченко Александр Павлович.

Отзыв положительный, не содержит замечаний.

3. Доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор-консультант кафедры оптики и спектроскопии Латышев Анатолий Николаевич и доктор физико-математических наук, профессор, декан физического факультета, заведующий кафедрой оптики и спектроскопии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Овчинников Олег Владимирович.

Отзыв положительный, в нем есть одно замечание. В отзыве отмечено несоответствие сформулированной модели «световодного механизма» и приводимых в работе микрофотографий образцов, из которых видно, что элементы (стеарат серебра и галогенид серебра) распределены хаотично, тогда как элементы, предлагаемой на рисунке 2 строго ориентированы относительно падающего светового потока.

4. Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики и астрономии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена» Рыжов Игорь Викторович.

Отзыв положительный, в нем имеется одно замечание - вопрос. Как Вы можете интерпретировать наличие двух максимумов на температурной зависимости удельной проводимости окрашенного стеарата серебра (автореферат, страница 12, рисунок 8)?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и достижениями в соответствующей отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, а также решением объединенного диссертационного совета 99.2.018.02 от 02 декабря 2022г. протокол № 13-1 в соответствии пунктам 22, 24 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции).

**ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ ОТМЕТИЛ, ЧТО НА ОСНОВАНИИ
ВЫПОЛНЕННЫХ СОИСКАТЕЛЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ**

установлено выполнение условия полного внутреннего отражения на границе раздела «стеарат серебра – поливинилбутираль», что обеспечивает реализацию световодного механизма спектральной сенсibilизации фототермографических материалов (ФТМ);

получены результаты люминесцентных исследований органических красителей, адсорбированных на стеарате серебра: высокий квантовый выход люминесценции родамина 6Ж и значительные перекрытия спектров люминесценции и поглощения;

установлено, что молекулы сенсibilизирующего органического красителя, адсорбированные на стеарате серебра, вносят вклад, соизмеримый с вкладом молекул красителя, находящихся на галогениде серебра, в общий процесс спектральной сенсibilизации ФТМ в соответствии с усовершенствованной моделью световодного механизма спектральной сенсibilизации;

показано определяющее влияние стеарата серебра на процессы проявления скрытого изображения ФТМ за счет металлического характера удельной проводимости в области температур проявления скрытого изображения в ФТМ, обусловленного концентрированием металлического серебра из ионных слоев стеарата серебра на серебряные центры скрытого изображения, находящиеся в галогениде серебра;

обнаружено значительное влияние адсорбции органического красителя на электрофизические свойства стеарата серебра, в частности, на порядок увеличивается его диэлектрическая проницаемость, что способствует повышению эффективности спектральной сенсibilизации по световодному механизму.

Теоретическая значимость диссертационного исследования обоснована тем, что его результаты способствуют более глубокому пониманию механизмов спектральной сенсibilизации различных фоточувствительных материалов, в частности ФТМ.

Практическая значимость диссертационного исследования обоснована тем, что:

1. В процессе выполнения диссертации был предложен и реализован вариант применения иммерсионного метода для измерения показателя преломления порошкообразных веществ, а также предложена новая иммерсионная жидкость.

2. Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный курс «Методы исследования физики конденсированного состояния вещества».

3. Предложены пути повышения эффективности спектральной сенсбилизации ФТМ.

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием различных высокоточных методов измерений и анализа, воспроизводимостью полученных результатов, а также согласованностью результатов диссертации с результатами исследований других авторов по подобным объектам исследования.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном его участии во всех этапах исследования, таких как:

1. Анализ литературных данных по спектральной сенсбилизации и физическим свойствам основных компонентов ФТМ.

2. Формулировка цели и постановка задач диссертационного исследования.

3. Разработка и изготовление ряда экспериментальных установок для получения основных результатов диссертации.

4. Получение и анализ экспериментальных данных.

5. Уточнение и усовершенствование модели световодного механизма спектральной сенсбилизации.

6. Подготовка публикаций и выступлений на конференциях по результатам исследований.

Диссертация является логически выстроенной, что подтверждается:

1. Обоснованностью актуальности тематики исследования.
2. Постановкой и решением задач согласно цели диссертационного исследования.
3. Применением современных высокоточных экспериментальных методов исследования.
4. Последовательной аргументацией и обоснованностью выводов.

Диссертация Смирнова Александра Павловича является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, в которой проведено комплексное исследование особенностей процесса спектральной сенсбилизации ФТМ на основе галогенида серебра и стеарата серебра, а также влияния физических свойств и структурных особенностей основных компонентов на данный процесс. Полученные экспериментальные результаты диссертационного исследования вносят вклад в развитие физики фотоматериалов и фотоэлементов.

В ходе защиты диссертации, в отзывах оппонентов и ведущей организации были высказаны некоторые замечания и заданы вопросы, сформулированные следующим образом:

1. Представленный литературный обзор не позволяет сделать однозначного заключения, что оставалось неизученным и нуждалось в проведении дальнейших исследований в рамках данной диссертационной работы.

2. При осуществлении диэлектрических измерений осуществлялся недостаточно строгий контроль качества изготовления образцов в форме таблеток из порошкообразного состояния.

3. Автором получены интересные экспериментальные данные по температурной зависимости проводимости образца стеарата серебра с адсорбированным родамином 6Ж. Эта зависимость имеет сложный немонотонный характер (рисунок 4.9. диссертации). Однако в тексте

диссертации отсутствует подробная интерпретация наблюдаемых особенностей проводимости.

4. Соискателю следовало бы провести аналогичные исследования для других адсорбированных на стеарате серебра красителей, что позволило бы более комплексно проанализировать результаты и выводы диссертационного исследования.

5. Отмечено несоответствие сформулированной модели световодного механизма и приводимых в работе микрофотографий образцов, на которых видно, что элементы (стеарат серебра + AgHal) распределены хаотично, тогда как элементы схемы, предлагаемой на рисунке 2 автореферата, строго ориентированы относительно падающего светового потока.

Соискатель Смирнов А.П. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, заключающуюся в следующем:

1. Соискатель частично согласился с замечанием, вместе с тем отметив, что в литературном обзоре он прежде всего хотел описать физические механизмы спектральной сенсibilизации ФТМ, а также известные физические свойства основных компонентов ФТМ. В работах более ранних исследователей в основном были освещены вопросы химии и технологии фотоматериалов. В свою очередь то, что требовало дополнительного изучения в рамках диссертационного исследования, представлено во введении и главах, в которых представлены результаты исследования.

2. Автор пояснил, что исследования оптических и электрофизических свойств порошкообразных веществ представляют собой достаточно нетривиальные задачи, требующие специализированных методов исследования. Более того, в ФТМ стеарат серебра находится в мелкодисперсном состоянии, а не в форме некоего монолита, поэтому представляли интерес именно электрофизические свойства стеарата серебра в порошкообразной форме. Ввиду этого был выбран компромиссный вариант проведения диэлектрических исследований образцов порошкообразного стеарата серебра, полученных путем опрессовки в форму таблетки, что позволило провести с удовлетворительной

точностью исследования электрофизических свойств порошкообразного стеарата серебра с помощью стандартной ячейки спектрометра.

3. С данным вопросом – замечанием соискатель согласился и дал ответ на данный вопрос: исследуемая система содержит в себе как стеарат серебра, так и органический краситель. Следовательно, на удельную проводимость оказывают влияние и стеарат серебра и адсорбированный на него краситель. При нагревании из ионных слоев стеарата серебра начинает выделяться металлическое серебро, которое обуславливает металлическое поведение температурной зависимости удельной проводимости образцов. Однако краситель является высокоомным полупроводником, поведение температурной зависимости которого практически противоположно металлическому типу проводимости. По-видимому, в районе указанных двух пиков происходит конкуренция двух типов проводимости с попеременным преобладанием какого-либо из них.

4. С замечанием соискатель частично согласен, однако он привел довод, что родамин 6Ж является одним из наиболее изученных красителей, и, кроме того, проведены исследования люминесценции красителя эритрозина, адсорбированного на стеарате серебра.

5. Соискатель пояснил, что рисунок 2 автореферата представляет собой изображение структурной единицы ФТМ, а также иллюстрацию модели световодного механизма. В свою очередь, на микрофотографии образцов, которая представлена в диссертации, изображена совокупность структурных единиц ФТМ. Кроме того, важно отметить, что модель световодного механизма спектральной сенсibilизации, как и любая другая модель, является достаточно условной.

На заседании 16 февраля 2023 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Смирнова Александра Павловича «Сенсibilизированные фотопроцессы в системе стеарат серебра – галогенид

серебра» представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842), и принял решение: за впервые полученные результаты комплексного исследования оптических, люминесцентных и электрофизических свойств стеарата серебра с адсорбированным красителем, которые позволили усовершенствовать световодную модель спектральной сенсibilизации фототермографических материалов на основе системы стеарат серебра – галогенид серебра и провести количественную оценку вклада красителей на различных адсорбентах в совокупный процесс спектральной сенсibilизации таких материалов, присудить Смирнову Александру Павловичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них – 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 13, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Колобов Александр Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Яковлева Светлана Анатольевна

«16» февраля 2023 г.