



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

**Заключение диссертационного совета МГУ.013.6
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета от 17 декабря 2024 года № 18

О присуждении Куликовой Дарье Павловне, гражданке Российской Федерации 1995 года рождения, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Газохромные эффекты в наноструктурах на основе оксидов переходных металлов и металлического катализатора в водородосодержащей атмосфере» по специальности 1.3.6. «Оптика» принята к защите 30 октября 2024 года, протокол № 15, диссертационным советом МГУ.013.6.

Соискатель Куликова Дарья Павловна в 2019 году окончила физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, ей присвоена степень магистра по направлению 03.04.02. Физика, специализация — «Квантовые и нелинейные колебательные системы». С 1 октября 2019 года по 30 сентября 2023 год обучалась в очной аспирантуре на кафедре физики колебаний физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по направлению 03.06.01. Физика и астрономия, направленность — «Оптика». С 2018 года соискатель работает в Федеральном государственном унитарном предприятии «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова» (ФГУП «ВНИИА»), и в настоящее время занимает должность старшего научного сотрудника оптической лаборатории.

Диссертация выполнена в оптической лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института автоматики имени Н.Л. Духова (ВНИИА).

Научный руководитель — Барышев Александр Валерьевич, доктор физико-математических наук, начальник оптической лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института автоматики имени Н.Л. Духова (ВНИИА).

Официальные оппоненты:

Рыбин Михаил Валерьевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, профессор физического факультета физико-технического мегафакультета Национального исследовательского университета ИТМО,

Любчанский Игорь Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела теории электронных и кинетических свойств нелинейных систем Донецкого физико-технического института имени А.А. Галкина,

Шерстюк Наталия Эдуардовна, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры нанoeлектроники Института перспективных технологий и промышленного программирования МИРЭА — Российского технологического университета, —
дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, из них 10 по теме диссертации, в том числе 9 научных публикаций в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.6. «Оптика». Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии:

- A1. **Kulikova D.P.**, Afanasyev K.N., Bykov I.V., Efremova S.L., Pomozov A.R., Shalygina E.E., Baryshev A.V. *Transformation of magneto-optical figure of merit for permalloy nano-films upon oxidation* // Optical Materials. — 2020. — Vol. 107. — P. 110067. **JIF = 3,8 (WoS)**. Общий объём статьи = 0,6 п.л., личный вклад = 0,1 п.л.
- A2. **Kulikova D.P.**, Dobronosova A.A., Kornienko V.V., Nechepurenko I.A., Baburin A.S., Sergeev E.V., Lotkov E.S., Rodionov I.A., Baryshev A.V., Dorofeenko A.V. *Optical properties of tungsten trioxide, palladium, and platinum thin films for functional nanostructures engineering* // Optics Express. — 2020. — Vol. 28, No. 21. — P. 32049–32060. **JIF = 3,2 (WoS)**. Общий объём статьи = 1,2 п.л., личный вклад = 0,15 п.л.
- A3. Nechepurenko I.A., **Kulikova D.P.**, Kornienko V.V., Afanasiev K.N., Shekoyan L.A., Baryshev A.V., Dorofeenko A.V. *Evaluating the response time of an optical gas sensor based on gasochromic nanostructures* // Sensors. — 2021. — Vol. 21, No. 24. — P. 8472. **JIF = 3,4 (WoS)**. Общий объём статьи = 1,0 п.л., личный вклад = 0,15 п.л.
- A4. **Kulikova D.P.**, Afanasyev K.N., Baryshev A.V. *Faraday effect of oxidized permalloy nano-films upon hydrogenation* // Applied Surface Science. — 2023. — Vol. 613. — P. 155937. **JIF = 6,3 (WoS)**. Общий объём статьи = 1,0 п.л., личный вклад = 0,4 п.л.
- A5. **Kulikova D.P.**, Sgibnev Y.M., Yankovskii G.M., Chubchev E.D., Lotkov E.S., Ezenkova D.A., Dobronosova A.A., Baburin A.S., Rodionov I.A., Nechepurenko I.A., Baryshev A.V., Dorofeenko A.V. *Optical hydrogen sensing with high-Q guided-mode resonance of $Al_2O_3/WO_3/Pd$ nanostructure* // Scientific Reports. — 2023. — Vol. 13, No. 1. — P. 890. **JIF = 3,8 (WoS)**. Общий объём статьи = 1,1 п.л., личный вклад = 0,1 п.л.
- A6. Rodionov S.A., **Kulikova D.P.**, Pomozov A.R., Afanasyev K.N., Merzlikin A.M., Baryshev A.V. *Polarization features in optical spectra of partially oxidized permalloy nano-films* // Optical Materials. — 2023. — Vol. 145. — P. 114484. **JIF = 3,8 (WoS)**. Общий объём статьи = 1,125 п.л., личный вклад = 0,2 п.л.
- A7. **Куликова Д.П.**, Бабурин А.С., Амирасланов А.Ш., Лотков Е.С., Пухов А.А., Родионов И.А., Барышев А.В., Дорофеев А.В. *Оптические свойства сверхтонких плёнок Pd и Pt на кварцевой подложке и на плёнках триоксида вольфрама* // Журнал радиоэлектроники. — 2023. — № 12. DOI: 10.30898/1684-1719.2023.12.7. **IF = 0,461 (РИНЦ)**. Общий объём статьи = 1,0 п.л., личный вклад = 0,15 п.л.
- A8. Shelaev A.V., **Kulikova D.P.**, Amiraslanov A.Sh., Baburin A.S., Rodionov I.A., Baryshev A.V. *Periodically structured Pd/PdO nanofilm as laser-written sensing element for hydrogen detection* // Nano-Structures and Nano-Objects. — 2024. — Vol. 39. — P. 101234. **SJR = 0,736 (Scopus)**. Общий объём статьи = 1,6 п.л., личный вклад = 0,3 п.л.
- A9. **Kulikova D.P.**, Baburin A.S., Lotkov E.S., Rodionov I.A., Baryshev A.V. *In-situ ellipsometric study of WO_{3-x} dielectric permittivity during gasochromic colouration* // International Journal of Hydrogen Energy. — 2024. — Vol. 82. — P. 767-775. **JIF = 8,1 (WoS)**. Общий объём статьи = 1,4 п.л., личный вклад = 0,35 п.л.

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в области оптики и фотоники и имеют публикации по тематике диссертации. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой исследуются оптические эффекты в наноструктурах и наноплёнках на основе газохромных материалов в атмосфере с повышенным содержанием водорода и показана применимость полученных результатов для создания оптических газовых сенсоров.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов. Также предложенный способ измерения спектров эллипсометрических параметров оксида вольфрама в процессе протекания окислительно-восстановительной реакции может быть применён в исследованиях оптических свойств других газохромных материалов. Полученные данные об эволюции дисперсионной зависимости диэлектрической проницаемости оксида вольфрама в процессе восстановления полезны как для разработки газочувствительных структур, так и для лучшего понимания механизма газохромного окрашивания. Изученные в работе наноструктуры на основе палладия и оксида палладия и наноплёнки окисленного пермаллоя также могут быть использованы в качестве чувствительных элементов в оптических и магнитооптических сенсорах водорода. Обнаруженное изменение магнитного момента и, соответственно, гиротропных свойств оксидов магнитных металлов под воздействием водорода имеет фундаментальное значение.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Зависимость мнимой части диэлектрической проницаемости от частоты для исследованных образцов оксида вольфрама с недостатком кислорода (WO_{3-x}) имеет контур поглощения, связанный с электронными переходами (E_1 и E_2) в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра. Действительная часть диэлектрической проницаемости WO_{3-x} уменьшается в видимом и нарастает в ближнем инфракрасном спектральном диапазоне с увеличением дефицита кислорода.
2. При реакции восстановления WO_{3-x} центральная энергия переходов не изменяется $E_1 = 1,04$ эВ и $E_2 = 1,45$ эВ. Процесс сопровождается ростом интегрального оптического поглощения: на начальных этапах реакции площадь под гауссовой кривой E_1 превосходит по величине площадь E_2 , с течением реакции наблюдается обратная картина. Процесс формирования полос поглощения и величины первых производных оптических констант от времени течения реакции показывают, что полоса поглощения E_1 обусловлена образованием кислородных вакансий на поверхности наночастиц WO_{3-x} , а полосы E_2 – образованием вакансий в объёме.
3. Оптические свойства наноструктур Pd/PdO, сформированных лазерным излучением, необратимо изменяются в атмосфере с повышенной концентрацией водорода вслед-

ствие восстановления PdO. Скорость изменения оптических свойств наноструктур Pd/PdO, многократно формируемых в области предыдущего лазерного воздействия, остаётся неизменной для выбранной атмосферы.

4. Магнитооптическая добротность оксидированных наноплёнок пермаллоя увеличивается в ближнем инфракрасном спектральном диапазоне на более чем порядок по величине по сравнению с исходной наноплёнкой пермаллоя. Угол фарадеевского вращения наноплёнок оксидированного пермаллоя, покрытых платиновым катализатором, изменяется в газовой среде с повышенным содержанием водорода, и наблюдаемое изменение кратно увеличивается в многопроходном режиме.

На заседании 17 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Куликовой Дарье Павловне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **15** человек, из них **6** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **22** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — **15**, «против» — **нет**, недействительных бюллетеней — **нет**.

Председатель
диссертационного совета МГУ.013.6
доктор физико-математических наук,
профессор

Салецкий Александр Михайлович

Учёный секретарь
диссертационного совета МГУ.013.6
доктор физико-математических наук,
доцент

Косарева Ольга Григорьевна

Дата оформления заключения: 17 декабря 2024 года.