

Заключение диссертационного совета МГУ.013.5  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «19» декабря 2024 г. №36

О присуждении Мурзину Дмитрию Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук. Диссертация «Резонансный экваториальный эффект Керра в магнитоплазменных кристаллах на основе пермаллоя» по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений принята к защите диссертационным советом 31 октября 2024 года, протокол № 31. Соискатель Мурзин Дмитрий Валерьевич 1998 года рождения в 2021 году с отличием окончил Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта с присвоением квалификации «Магистр» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика». В настоящее время соискатель продолжает обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия». Соискатель работает младшим научным сотрудником лаборатории магнитооптических исследований НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта. Диссертация выполнена в образовательно-научном кластере «Институт высоких технологий» Балтийского Федерального Университета имени Иммануила Канта. Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией магнитооптических исследований НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта, Беляев Виктор Константинович.

Официальные оппоненты:

– Барышев Александр Валерьевич – доктор физико-математических наук, профессор, начальник оптической лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института автоматики имени Н.Л. Духова;

– Юрасов Алексей Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры наноэлектроники Института перспективных технологий и индустриального программирования МИРЭА — Российского технологического университета;

– Долгова Татьяна Викторовна – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры квантовой электроники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 6 работ, из них 6 статей, опубликованных, в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.12 Физика магнитных явлений (физико-математические науки).

К основным публикациям, в которых отражены основные результаты работы, относятся:

1. **Murzin D.**, Belyaev V., Kern J., Kaspar C., Pernice W.H., Bratschitsch R., Rodionova V. “Transversal Kerr Effect Enhancement of Permalloy-Based Shallow Lamellar Magnetoplasmonic Crystals” // *Photonics*. — 2022. — Vol. 9. — No. 12. — P. 989, <https://doi.org/10.3390/photonics9120989>, IF=2.1 (JCR), объем — 0.44 п.л., личный вклад автора — 0.7.

2. **Murzin D.V.**, Frolov A.Yu., Mamian K.A., Belyaev V.K., Fedyanin A.A., Rodionova V.V. “Low coercivity magnetoplasmonic crystal based on a thin permalloy film for magnetic field sensing applications” // *Optical Materials Express*. — 2023. — Vol. 13. — No. 1. — P. 171, <https://doi.org/10.1364/OME.478112>, IF=2.8 (JCR), объем — 0.5 п.л., личный вклад автора — 0.8.

3. Grigoreva Z.A., **Murzin D.V.**, Gritsenko Ch.A., Kozlov A.G., Ognev A.V., Rodionova V.V., Belyaev V.K. “Permalloy-Based 2D-Magnetoplasmonic Crystals: Synthesis and Magneto-Optical Properties” // *Physics of Metals and Metallography*. — 2023. — Vol. 124. — No. 14. — P. 1682-1688, <https://doi.org/10.1134/S0031918X2360197X>, IF=1.1 (JCR), объем — 0.44 п.л., личный вклад автора — 0.35.
4. **Murzin D.V.**, Belyaev V.K., Gritsenko K.A., Rodionova V.V. “Effect of Filling Factor on the Coefficient of Reflection and Transversal Kerr Effect of 2D Permalloy-Based Magnetoplasmonic Crystals” // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. — 2024. — Vol. 88. — No. 4. — P. 591-596, <https://doi.org/10.1134/S1062873823706384>, IF=0.21 (SJR), объем — 0.36 п.л., личный вклад автора — 0.75.
5. **Murzin D.V.**, Belyaev V.K., Mamian K.A., Groß F., Gräfe J., Frolov A.Y., Fedyanin A.A., Rodionova V.V. “Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> Thickness Optimization of Magnetoplasmonic Crystals for Magnetic Field Sensing” // *Sensors and Actuators A: Physical*. — 2024. — P. 115552, <https://doi.org/10.1016/j.sna.2024.115552>, IF=4.1 (JCR), объем — 0.44 п.л., личный вклад автора — 0.7.
6. **Murzin D.**, Belyaev V., Gritsenko C., Komanicky V., Rodionova V. “Magnetic field sensing elements based on Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> 2D magnetoplasmonic crystals” // *Sensors and Actuators A: Physical*. — 2024. — Vol. 377. — P. 115773, <https://doi.org/10.1016/j.sna.2024.115773>, IF=4.1 (JCR), объем — 0.44 п.л., личный вклад автора — 0.7.

Постановка цели и задач исследования, а также построение плана проведения экспериментальных работ, были выполнены автором совместно с научным руководителем Беляевым В.К. Экспериментальные исследования морфологических, магнитных, оптических и магнитооптических свойств, а также элементный анализ образцов, были проведены лично автором работы, либо при непосредственном участии, либо при руководстве автора работы в проведении эксперимента. Пять статей написано преимущественно автором работы, и в одной вклад автора является существенным. Обработка и анализ

данных, полученных в ходе экспериментальных исследований и в результате численного моделирования, выполнены автором работы. Кроме того, автор принимал непосредственное участие в представлении полученных результатов в виде докладов на международных и всероссийских конференциях.

На диссертацию и автореферат поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался соответствием их профессиональных навыков и научных интересов теме диссертационной работы, высокими достижениями и компетентностью в соответствующей отрасли науки, а также наличием публикаций по тематике защищаемой диссертации. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций по теме диссертации с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований были решены важные научные задачи, связанные с исследованием усиления экваториального эффекта Керра в одномерных и двумерных магнитоплазменных кристаллах на основе пермаллоя, обладающих различной морфологией и толщиной ферромагнитного слоя, а также с анализом спектральных зависимостей отражательной способности и экваториального эффекта Керра для исследуемых образцов. Полученные результаты имеют и важный практический интерес с точки зрения оптимизации рабочих характеристик чувствительных элементов магнитооптических датчиков магнитного поля, изготовленных из магнитоплазменных кристаллов на основе пермаллоя и работающих в геометрии экваториального эффекта Керра.

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. Резонансно усиленный за счет возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов экваториальный эффект Керра в одномерных магнитоплазмонных кристаллах состава  $\text{Ag}(50 \text{ нм})/\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}(5 - 20 \text{ нм})/\text{Si}_3\text{N}_4(20 \text{ нм})$  с периодом 320 нм немонотонно зависит от толщины ферромагнитного слоя с экстремумом при толщине 10 нм.

2. При увеличении высоты профиля с 28 нм до 88 нм в одномерных магнитоплазмонных кристаллах состава  $\text{Ag}(150 \text{ нм})/\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}(150 \text{ нм})/\text{Si}_3\text{N}_4(20 \text{ нм})$  с периодом 500 нм экваториальный эффект Керра линейно возрастает в 2.4 раза, что сопровождается 8-кратным уменьшением коэффициента отражения.

3. В двумерных магнитоплазмонных кристаллах состава  $\text{Ag}(150 \text{ нм})/\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}(150 \text{ нм})/\text{Si}_3\text{N}_4(20 \text{ нм})$  с квадратно упорядоченной решеткой величина резонансно усиленного за счет возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов экваториального эффекта Керра находится в немонотонной зависимости от фактора заполнения решетки с экстремумом при факторе заполнения 0.81.

4. Разработанный алгоритм подбора фактора заполнения двумерных магнитоплазмонных кристаллов состава  $\text{Ag}(150 \text{ нм})/\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}(150 \text{ нм})/\text{Si}_3\text{N}_4(20 \text{ нм})$  с квадратно упорядоченной решеткой позволяет реализовать идентичные спектральные и полевые зависимости экваториального эффекта Керра при перемагничивании образцов вдоль направлений двух векторов обратной решетки, что необходимо для двухосевых сенсорных элементов.

На заседании 19.12.2024 диссертационный совет принял решение присудить Мурзину Дмитрию Валерьевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук, участвовавших в заседании,

из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета МГУ.013.5

доктор физико-математических наук,

профессор

Перов Николай Сергеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.013.5

кандидат физико-математических наук

Шапаева Татьяна Борисовна

19.12.2024