

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

доктор геогр. наук, профессор

Алексей Николаевич Чумаченко

«дс» июня 2019 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»

по диссертации Яковлева Дмитрия Дмитриевича «Свойства рассеяния света анизотропными слоями, состоящими из квазиподобных доменов со случайной азимутальной ориентацией» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 - Оптика, выполненной на кафедре оптики и биофотоники физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора СГУ № 191-Д от 25.11.2015.

Соискатель Яковлев Дмитрий Дмитриевич в 2015 году окончил ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Физика» с присвоением квалификации «Физик».

С 2015 года, приказ о зачислении № 325-П от 20.08.2015 по настоящее время Яковлев Дмитрий Дмитриевич обучается в аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по направлению «Физика и астрономия», направленности «Оптика» (физико-математические науки). Справка об обучении № 4/2171 от 17.06.2019 выдана ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Научный руководитель – Тучин Валерий Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», утвержденный приказом ректора СГУ № 147-Д от 09.10.2015, представил положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертация проходила на расширенном заседании кафедры оптики и биофотоники физического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации из других структурных подразделений СГУ и ФГБУН «Институт проблем точной механики и управления РАН». На научном семинаре присутствовали:

1. Тучин Валерий Викторович, д.ф.-м.н., зав. кафедрой оптики и биофотоники СГУ;
2. Синичкин Юрий Петрович, д.ф.-м.н., профессор кафедры оптики и биофотоники СГУ;
3. Рябухо Владимир Петрович, д.ф.-м.н., профессор кафедры оптики и биофотоники СГУ, зав. лабораторией проблем когерентно-оптических измерений в точной механике ИПТМУ РАН;
4. Названов Василий Федорович, д.ф.-м.н., профессор кафедры физики твердого тела СГУ;
5. Скрипаль Анатолий Владимирович, д.ф.-м.н., зав. кафедрой медицинской физики СГУ;
6. Симоненко Георгий Валентинович, д.ф.-м.н., профессор кафедры оптики и биофотоники СГУ;
7. Аветисян Юрий Арташесович, д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник ИПТМУ РАН;
8. Постнов Дмитрий Энгелевич, д.ф.-м.н., профессор кафедры оптики и биофотоники СГУ;
9. Якунин Александр Николаевич д.ф.-м.н., руководитель сектора Института проблем точной механики и управления РАН,
10. Правдин Александр Борисович, к.х.н., доцент кафедры оптики и биофотоники СГУ;
11. Акчурин Гариф Газизович, к.ф.-м.н., доцент кафедры оптики и биофотоники СГУ;
12. Федосов Иван Владленович, к.ф.-м.н., доцент кафедры оптики и биофотоники СГУ;
13. Лякин Дмитрий Владимирович, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории проблем когерентно-оптических измерений в точной механике ИПТМУ РАН;
14. Максимова Людмила Александровна, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории проблем когерентно-оптических измерений в точной механике ИПТМУ РАН;
15. Мысина Наталья Юрьевна, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории проблем когерентно-оптических измерений в точной механике ИПТМУ РАН;

16. Гребенюк Константин Александрович, к.ф.-м.н., доцент кафедры радиотехники и электродинамики;
17. Цой Валерий Иванович, к.ф.-м.н., доцент кафедры компьютерной физики и метаматериалов;
18. Башкатов Алексей Николаевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры оптики и биофотоники;
19. Яковлев Дмитрий Анатольевич, к.ф.-м.н., с.н.с. института оптики и биофотоники.

Рецензенты диссертации:

Цой Валерий Иванович, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе Саратовского филиала Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» представил положительный отзыв.

Симоненко Георгий Валентинович, д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры оптики и биофотоники СГУ, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» представил положительный отзыв.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Диссертационная работа Яковлева Д.Д. направлена на разработку статистической теории рассеяния света на мозаичных двулучепреломляющих слоях, состоящих из структурно-подобных элементов с различной азимутальной ориентацией (квазиэквидоменных слоях), соотносящей структурные свойства слоев с их свойствами рассеяния.

Для решения задач диссертационного исследования в работе разработан теоретический подход к задаче о рассеянии света на квазиэквидоменных слоях, позволяющий при известных статистических характеристиках структуры слоя предсказать спектральные, поляризационные и угловые характеристики выходящего из слоя света, установлен характер связи формы угловых спектров линейно поляризованных компонент света, рассеянного на статистически вращательно-инвариантных двулучепреломляющих слоях, с корреляционными структурными характеристиками слоев, выявлены характерные особенности рассеяния света на квазиэквидоменных мозаичных слоях с хиральными и нехиральными доменами для случая нормального падения света, экспериментально оценены статистические структурные параметры реальных холестерических и

нематических слоев жидких кристаллов со случайными планарными граничными условиями, требующиеся для численного моделирования оптических характеристик этих слоев в соответствии с разрабатываемым подходом, методами поляризационной микроскопии, экспериментально проверены теоретические предсказания, полученные в рамках разрабатываемого подхода, произведено сравнение теоретических результатов с известными из литературы экспериментальными данными и оценены границы применимости приближения прямых лучей при рассмотрении задачи о дифракции света на неоднородных двулучепреломляющих слоях.

Научная новизна диссертационной работы определяется следующим:

1. Разработан новый эффективный теоретический подход к задаче о рассеянии света на случайно-неоднородных анизотропных слоях в условиях нормального освещения слоя коллимированным световым пучком, позволяющий учесть кооперативные эффекты при рассеянии света на таких слоях и связать статистические структурные характеристики слоя с его характеристиками рассеяния.
2. Впервые получено явное выражение для обобщенной матрицы Мюллера пропускания квазиэквидоменного слоя, позволяющее разделить вклад флуктуаций ориентации характеристических осей доменов и вклад флуктуаций структуры доменов в спектральные и поляризационные свойства нерассеянной компоненты и угловые и поляризационные свойства рассеянной компоненты прошедшего поля.
3. Впервые в терминах статистической оптики интерпретированы селективное рассеяние света на нематических слоях со случайными планарными граничными условиями и эффект гигантского оптического вращения для холестерических слоев со случайными планарными граничными условиями с естественным шагом спирали, существенно превосходящим длину волны падающего света.
4. Экспериментально обнаружены и теоретически объяснены проявления электроиндуцированного циркулярного дихроизма слоями непоглощающих холестерических жидких кристаллов с естественным шагом спирали, существенно превосходящим длину волны падающего света, при случайных планарных граничных условиях.
5. Разработана оригинальная методика, позволяющая на основе данных микроскопического поляризационного картирования оценивать степень подобия доменов в сложно-неоднородных анизотропных слоях и степень их ориентационной упорядоченности.

6. Впервые показано, что в случае статистически вращательно-инвариантных эквидоменных слоев без локальных поляризационно-зависимых потерь форма углового распределения ортогонально поляризованных составляющих рассеянной компоненты не зависит от структуры домена-прототипа.

Научная и практическая значимость результатов диссертационной работы обусловлены тем, что результаты, полученные в ходе исследований, существенно расширяют представления об особенностях рассеяния света на сложно неоднородных слоях оптически анизотропных материалов. Теоретические результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы при анализе экспериментальных данных и выработке условий эксперимента для характеристики случайно-неоднородных анизотропных сред методами малоуглового рассеяния света. Выявленные особенности рассеяния света на мозаичных двулучепреломляющих слоях могут быть использованы при разработке эффективных оптических методов исследования и характеристики слоев анизотропных материалов. Знание закономерностей взаимодействия света со случайно-неоднородными двулучепреломляющими средами также важно с точки зрения применения их специфических свойств рассеяния в оптических устройствах. Теоретический подход, разработанный в ходе исследований, может быть использован при разработке новых электрооптических устройств на основе случайно-неоднородных жидкокристаллических слоев.

Личный вклад автора. Автор принимал участие в постановке задач исследования. Автор самостоятельно разработал общий теоретический подход и нашел математический аппарат, позволивший использовать метод обобщенных матрицы Мюллера для анализа свойств рассеяния рассматриваемых в диссертации классов случайных неоднородных слоев. Также личный вклад автора состоит в проведении численного моделирования, подготовке и проведении экспериментов, в обработке и анализе полученных результатов.

Достоверность полученных результатов, представленных в работе, обуславливается использованием апробированных методик измерений, адекватностью используемых теоретических моделей, соответствием теоретических выводов экспериментальным данным, воспроизводимостью результатов экспериментов.

Апробация работы. Основные результаты научных исследований представлены на следующих научных семинарах и конференциях:

1. Международная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике (Saratov Fall Meeting' 2012) (Саратов, РФ, 2012)
2. Международная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике (Saratov Fall Meeting' 2013) (Саратов, РФ, 2013)
3. Международная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике (Saratov Fall Meeting' 2014) (Саратов, РФ, 2014)
4. Международная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике (Saratov Fall Meeting' 2015) (Саратов, РФ, 2015)
5. Международная конференция молодых ученых и специалистов (Оптика - 2015) (Санкт-Петербург, РФ, 2015);
6. Международная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике (Saratov Fall Meeting' 2016) (Саратов, РФ, 2016)
7. Европейская конференция по жидким кристаллам (14th European Conference on Liquid Crystals) (Москва, РФ, 2017).
8. Международная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике (Saratov Fall Meeting' 2017) (Саратов, РФ, 2017)
9. Международная школа для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике (Saratov Fall Meeting' 2018) (Саратов, РФ, 2018).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 6 работ, из них 4 в российских и международных журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК для публикации материалов кандидатских диссертаций.

Статьи в российских журналах из списка ВАК:

1. Яковлев Д. Д. Картины рассеяния ортогонально поляризованных компонент света для статистически вращательно-инвариантных мозаичных двулучепреломляющих слоев / Д. Д. Яковлев, Д. А. Яковлев // *Опт. Спектр.* – 2019. – Т. 126. – С. 324–335. (Web of Science, Scopus, РИНЦ)

Статьи в зарубежных изданиях, индексируемых в базах данных «Web of Science», «Scopus»:

1. Yakovlev, D. D. Electrically induced circular dichroism of multidomain layers of a long-pitch cholesteric liquid crystal / D. D. Yakovlev, M. M. Sherman, D. A. Yakovlev. // *Proc. SPIE.* – 2014. – Vol. 9031. – P. 90311B-1–90311B-6. (Web of Science, Scopus, РИНЦ)

2. Yakovlev, D. D. Characterization of and correcting for imperfections of compound zero-order waveplates for spectral polarization measurements. // D. D. Yakovlev // Proc. SPIE. – 2014. – Vol. 9031. – P. 90311C-1–90311C-5. (Web of Science, Scopus, РИНЦ)
3. Yakovlev, D. D. Electrically-controlled scattering of light by nematic liquid crystal layers with random planar alignment: transformation of the scattered component / D. D. Yakovlev, V. M. Ryabtsev, M. M. Sherman, D. A. Yakovlev // Proc. SPIE. – 2015. – Vol. 9448. – P. 94482F-1–94482F-5. (Web of Science, Scopus, РИНЦ)

Прочие публикации по тематике диссертации:

1. Яковлев, Д. Д. Оптическая характеристика структуры случайно-неоднородных жидкокристаллических слоев / Д. Д. Яковлев, Д. А. Яковлев // Сборник трудов IX Международной конференции молодых ученых и специалистов «Оптика-2015», СПб: Университет ИТМО, 2015 – С. 25–28.
2. Яковлев, Д. Д. Картины рассеяния ортогонально поляризованных компонент света для статистически вращательно-инвариантных двулучепреломляющих фазовых экранов / Д. Д. Яковлев, Д. А. Яковлев // Проблемы оптической физики и биофотоники. SFM-2017: материалы Международного симпозиума и Международной молодежной научной школы Saratov Fall Meeting 2017, Саратов: «Новый ветер», 2017 – С. 88–94.

Общая оценка диссертации. Диссертационная работа «Свойства рассеяния света анизотропными слоями, состоящими из квазиподобных доменов со случайной азимутальной ориентацией» является завершенной научно-квалификационной работой, рассматривающей актуальную задачу оптики по исследованию интерференционных эффектов, наблюдаемых в оптической микроскопии при использовании освещающего поля с широкими угловым и частотным спектрами.

Тема диссертации соответствует специальности 01.04.05 – «Оптика». Диссертация удовлетворяет всем требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – «Оптика», как удовлетворяющая критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», для кандидатских диссертаций.

Присутствовало на заседании 9 докторов наук и 10 кандидатов наук по профилю диссертации.

Результаты открытого голосования: «за» - 19 чел.; «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел. (протокол 7/19 от «18» июня 2019 г.)

Председатель заседания,
профессор кафедры оптики и
биофотоники физического факультета
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,
д.ф.-м.н., доцент

 Симоненко Георгий Валентинович

