

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н.ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20 июня 2022 г. № 26

О присуждении Кесаеву Владимиру Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фазовая модуляция частично поляризованного света в средах с индуцируемым двулучепреломлением» по специальности 1.3.6 — «Оптика» принята к защите 4 апреля 2022 года, протокол заседания № 22 диссертационного совета 24.1.262.01, созданного 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53.

Соискатель Кесаев В. В., 22 апреля 1978 года рождения, в 2000 г. окончил Архитектурно-строительный факультет Северо-Кавказского государственного технологического университета с присуждением квалификации инженер по специальности «Промышленное и гражданское строительство». С 5 декабря 2002 года по 5 декабря 2005 года обучался в аспирантуре ФИАН по направлению «Оптика». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2019 году. С 2003 года по 2006 год Кесаев В. В. работал инженером в Лаборатории оптоэлектронных процессоров Отделения квантовой

радиофизики ФИАН, с 2011 по 2017 год инженером в Лаборатории сверхбыстродействующей оптоэлектроники и обработки информации (СООИ) ФИАН, с 2017 года по 2020 год младшим научным сотрудником Лаборатории СООИ. С 2020 года работает в должности высококвалифицированного научного сотрудника.

Диссертация В. В. Кесаева выполнена в Лаборатории сверхбыстродействующей оптоэлектроники и обработки информации Отделения квантовой радиофизики ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук Киселев Алексей Дониславович, главный научный сотрудник лаборатории "Квантовых Процессов и Измерений" Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» (г. Санкт-Петербург).

Официальные оппоненты:

1. Пасечник Сергей Вениаминович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий Проблемной лабораторией молекулярной акустики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) и

2. Ульянов Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, старший научный сотрудник кафедры статистической физики Санкт-Петербургского государственного университета
дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук», город Москва, в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук Палто Сергеем Петровичем, главным научным сотрудником Института

кристаллографии им. А. В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, и кандидатом физико-математических наук Горкуновым Максимом Валерьевичем, ведущим научным сотрудником Института кристаллографии им. А. В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, и утвержденном кандидатом физико-математических наук Алексеевой Ольгой Анатольевной, директором ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, указала, что соискатель Кесаев В. В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных 'Web of Science и Scopus, опубликовано 7 работ. Результаты работы доложены в 6 докладах на российских и международных конференциях.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Кесаевым В. В. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Ferroelectric liquid crystal with sub-wavelength helix pitch as an electro-optical medium for high-speed phase spatial light modulators / S. P. Kotova, E. P. Pozhidaev, S. A. Samagin, V. V. Kesaev, V. A. Barbashov, S. I. Torgova // Optics & Laser Technology. – 2021. – Vol. 135. – Article no. 106711. – DOI 10.1016/j.optlastec.2020.106711.
2. Kesaev, V. V. Phase-only modulation of light / V. V. Kesaev, A. D. Kiselev // Optics Letters. – 2020. – Vol. 45. - No 24. - P. 6703-6706. – DOI 10.1364/OL.410450.
3. Kiselev, A. D. Interferometric and Uhlmann phases of mixed polarization states / A. D. Kiselev, V. V. Kesaev // Physical Review A. – 2018. – Vol. 98. – No 3. – Article no. 033815. – DOI 10.1103/PhysRevA.98.033816.

4. Kesaev, V. V. Modulation of unpolarized light in planar-aligned subwavelength-pitch deformed-helix ferroelectric liquid crystals / V. V. Kesaev, E. P. Pozhidaev, A. D. Kiselev // *Physical Review E*. – 2017. – Vol. 95. – No 3. – Article no. 032705. – DOI 10.1103/PhysRevE.95.032705.
5. Electro-optical modulation in planar aligned ferro-electric liquid crystals with subwavelength helix pitch / E. P. Pozhidaev, V. A. Barbashov, V. V. Kesaev, V. I. Pogonin, S. A. Samagin, S. P. Kotova // *Liquid Crystals and their Application*. – 2017. – Vol. 17. – No 4. – P. 90-96. – DOI 10.18083/LCAppl.2017.4.90.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них признанных достижений в области кристаллооптики и оптики жидких кристаллов.

Диссертационный совет отмечает, что диссертация направлена на поиск новых физических методов и подходов к фазовой модуляции света в прозрачных средах и включает в себя рассмотрение геометрической фазы, возникающей как вследствие изменения состояния поляризации световой волны, распространяющейся в анизотропной среде, так и вследствие интерференции двух волн с различной поляризацией. В диссертации исследованы закономерности фазового набега, возникающего при распространении частично поляризованного света через электрооптические ячейки на основе сегнетоэлектрических жидких кристаллов с эффектом деформированной спирали. Показано, что фазовая модуляция света в анизотропных средах может определяться эффективным средним показателем преломления, равным полусумме собственных показателей. Предложен оригинальный метод поляризационно-нечувствительной чисто фазовой модуляции света.

В работе получены следующие результаты:

1. В случае модуляции неполяризованного света электрооптической ячейкой на основе сегнетоэлектрического жидкого кристалла с эффектом

деформированной спирали с субволновым периодом спирали, ориентированного планарными граничными условиями, выходное излучение оказывается инвариантным к азимуту поворота оптической оси кристалла, а полученный фазовый сдвиг обусловлен изменением эффективного среднего показателя преломления и может быть интерпретирован в терминах фазы Панчаратнама. Экспериментально получен фазовый сдвиг глубиной π для используемой длины волны света $\lambda=632,8$ нм.

2. В случае модуляции частично поляризованного света, помимо обычной динамической фазы возникает геометрическая фаза. Данная фазовая задержка зависит от степени поляризации света и от состояния входного и выходного векторов Стокса. Для использованной электрооптической ячейки и частично поляризованного света со степенями поляризации от 0% до 100% экспериментально получены фазовые сдвиги от нуля до $\pi/6$.

3. Установлена зависимость между возникающей геометрической фазой и степенью поляризации света, возникающей в случае интерференции двух световых лучей. Получаемый при этом фазовый сдвиг является функцией степени поляризации. Экспериментально получены значения фазового сдвига в пределах от нуля до $\pi/4$ для степеней поляризации 0% и 100% соответственно.

4. Предложен метод поляризационно-нечувствительной чисто фазовой модуляции света. В эксперименте в качестве электрооптической среды использованы ячейки на основе планарно-ориентированных сегнетоэлектрических ЖК. Продемонстрирована быстрая (4 кГц) фазовая модуляция света глубиной 2π . Показано, что возникающая фазовая задержка обуславливается изменением эффективного среднего показателя преломления.

5. Изготовлен пространственно-временной фазовый модулятор света в виде 12-секторной спиральной фазовой пластинки, формирующей оптические

поля с ненулевым орбитальным моментом. В качестве электрооптической среды использован планарно-ориентированный сегнетоэлектрический ЖК с субволновым шагом геликоида. Показано, что в условиях параксиального распространения лучей при модуляции как эллипса поляризации (до ± 0.35), так и азимута поляризации (до $\pm 0,65$ рад) отличие в распределении интенсивностей от случая отсутствия модуляции не превышает 13%.

Результаты работы Кесаева В. В. оригинальны и научно обоснованы. Их достоверность подтверждается: экспериментальной проверкой с хорошей воспроизводимостью результатов; использованием современных экспериментальных методик и оборудования; согласием результатов теоретического анализа с экспериментальными данными, в том числе полученными и опубликованными независимыми авторами; преемственностью результатов ранее опубликованному циклу работ по исследованию сегнетоэлектрических жидких кристаллов с эффектом деформированной спирали с субволновым периодом; апробацией материалов диссертации на конференциях и в научных статьях.

Все результаты диссертации получены лично автором либо при его непосредственном участии.

Научная новизна полученных результатов обусловлена тем, что в работе Кесаева В. В. впервые исследована модуляция неполяризованного и частично поляризованного света сегнетоэлектрическими жидкими кристаллами с эффектом деформированной спирали. Впервые выделена геометрическая фазовая задержка света, обусловленная эволюцией поляризационных состояний при распространении в анизотропной среде с индуцированным двулучепреломлением, сопровождающемся отклонением оптической оси. Впервые предложен метод поляризационно-инвариантной чисто-фазовой модуляции света на основе среднего показателя преломления, равного полусумме собственных показателей преломления. Кроме того, впервые

исследована зависимость геометрической фазы от степени поляризации света для случая интерферометрической фазы, возникающей при интерференции двух пучков света, азимуты поляризации которых различаются на 45° .

Практическая значимость выполненной диссертационной работы заключается в том, что предложенный метод поляризационно-нечувствительной чисто фазовой модуляции света позволяет расширить номенклатуру прозрачных сред, пригодных для фазовой модуляции света, снимая при этом ограничения на ориентацию собственных поляризационных осей среды относительно состояния поляризации и направления волнового вектора модулируемой волны. Кроме того, представляется перспективным предложенный диссертантом способ управления геометрической фазой с использованием степени поляризации света в качестве управляющего параметра.

Результаты могут быть использованы для создания нового поколения быстродействующих фотонных устройств, в частности чисто-фазовых модуляторов света, не чувствительных ни к степени поляризации, ни к состоянию поляризации.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

В ходе защиты соискатель Кесаев В. В. ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 20 июня 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Кесаеву Владимиру Валерьевичу ученую степень кандидата физико-математических наук за решение новой научной задачи получения поляризационно-нечувствительной чисто-фазовой модуляции света в средах с индуцируемым двулучепреломлением.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 21 человека, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.6 — Оптика), участвовавшие в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение ученой степени - 21,
против присуждения ученой степени - 0,
недействительных бюллетеней — 0.

Заместитель председателя диссертационного совета
член-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Пудалов Владимир Моисеевич

Учёный секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Золотко Александр Степанович

20 июня 2022 г.