



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
**Институт физики твердого тела
имени Ю.А. Осипьяна
Российской академии наук**

142432, Московская обл., г. Черноголовка,
ул. Академика Осипьяна, д. 2, ИФТТ РАН

Факс: +7 496 522 8160

E-mail: adm@issp.ac.ru

<http://www.issp.ac.ru>

ОКПО 02699796, ОГРН 1025003915243,
ИНН/КПП 5031003120/503101001

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Института физики твердого тела имени

Ю.А. Осипьяна Российской академии наук

ИФТТ РАН

Игорь Иринов Ирина Юрьевна

24 июня 2026 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертацию Ткаченко Тимофея Павловича «Диэлектрические и электрооптические свойства ферриэлектриков в смесях неполярного жидкого кристалла и хиральных соединений», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Т. П. Ткаченко посвящена созданию и исследованию полярных жидких кристаллов с нестандартными характеристиками. Актуальность диссертационной работы обусловлена несколькими обстоятельствами. Эффекты, реализующиеся в полярных жидких кристаллах, многообразны и интересны с фундаментальной точки зрения. Хиральные смектические жидкие кристаллы образуют целый ряд полярных структур, в том числе с весьма сложным межслоевым упорядочением. Кроме того, сразу же после своего открытия полярные жидкие кристаллы вызвали существенный интерес ввиду их перспективности в практических приложениях, основанных на переориентации жидкого кристалла во внешнем электрическом поле. Перспективность полярных жидких кристаллов для таких приложений связана с их существенно более быстрым откликом на приложенное поле по сравнению с используемыми в дисплейных устройствах неполярными нематическими жидкими кристаллами. Исследования

полярных жидких кристаллов, в том числе ориентированные на практические приложения, проводятся в большом числе научных групп в мире. Наряду с сегнетоэлектрической и антисегнетоэлектрической фазами, период которых составляет соответственно один и два смектических слоя, существуют фазы с большим периодом, обычно образующиеся в температурном интервале между антисегнетоэлектрической и сегнетоэлектрической фазами. В литературе они иногда называются промежуточными фазами. В течение длительного времени считалось, что эти фазы образуются только в узком температурном диапазоне, что делает малореальным их практическое использование. Однако в последние годы были получены материалы с широким диапазоном этих фаз, составляющим десятки градусов, в том числе вблизи комнатной температуры. Проведенные автором исследования убедительно демонстрируют, что полярные жидкие кристаллы имеют значительный потенциал для создания новых типов электрооптических устройств.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Во введении обоснованы актуальность темы диссертации и выбор объекта исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, ее научная новизна и практическая значимость, обоснована достоверность результатов, представлены научные положения, выносимые на защиту, приводится информация о личном вкладе автора, структуре и объеме диссертации, а также об апробации работы и публикации результатов.

В первой главе приведен обзор литературы по теме диссертации. Приведена классификация жидкокристаллических фаз по их свойствам, сведения об основных электрооптических эффектах в полярных смектических фазах. Приводится информация об экспериментальных методах идентификации полярных жидкокристаллических фаз, указаны основные проблемы, затрудняющие практическое применение сегнетиэлектрических жидких кристаллов.

Во второй главе описываются экспериментальные методики, использовавшиеся в работе, технология создания электрооптических ячеек, процедура приготовления жидкокристаллических смесей. В работе использован широкий набор методик, в частности, оптических, электрооптических и диэлектрических, позволяющий измерять величину слоевой поляризации, времена электрооптического отклика, шаг спирали хиральных смектиков. Применялись методы, хорошо зарекомендовавшие себя при исследовании характеристик полярных жидких кристаллов.

В третьей главе описываются свойства полярных жидких кристаллов. Подход, использованный автором, состоит в создании смесей неполярного смектического жидкого кристалла и хиральных добавок, которые сами по себе не образуют жидкокристаллические фазы. Данный подход оказался продуктивным и позволил создать материалы, обладающие в широком температурном диапазоне сегнетиэлектрической фазой с периодом 3 слоя и антисегнетоэлектрической с периодом 4 слоя. Полученные смеси обладают достаточно высокой величиной слоевой поляризации. Изучены вязкостные свойства полученных материалов,

определены времена отклика на приложенное электрическое поле, температурные зависимости шага спирали и критических полей.

Четвертая глава посвящена изучению электрооптических свойств материалов с широким диапазоном сегнетиэлектрической и антисегнетоэлектрической фазы. В смеси с широкой сегнетиэлектрической фазой обнаружена безгистерезисная непрерывная модуляция светопропускания. Индуцированное электрическим полем двулучепреломление квадратично по полю. Показано, что коэффициент ориентационного эффекта Керра в сегнетиэлектрическом жидком кристалле FerriLCM-1 является самым высоким среди известных полярных жидких кристаллов. Исследовано влияние формы сигнала и частоты электрического поля на электрооптические характеристики сегнетиэлектрического жидкого кристалла.

В пятой главе сравнивается поведение сегнетоэлектрических и сегнетиэлектрических жидких кристаллов в режиме ангармоничной деформации геликоидальной структуры. Приведено сравнение индуцированного электрическим полем двулучепреломления в сегнетоэлектрических и сегнетиэлектрических жидких кристаллах. Показано, что в температурной зависимости индуцированного полем двулучепреломления сегнетиэлектрического жидкого кристалла имеется максимум, в то время как время электрооптического отклика монотонно уменьшается с повышением температуры. Это позволяет повысить быстродействие и глубину модуляции фазы световой волны.

В заключении диссертации перечислены основные результаты работы.

Результаты проведенных исследований опубликованы в 6 статьях в рецензируемых научных журналах, в том числе 5 статей опубликованы в журналах, входящих в Единый государственный перечень научных изданий – «Белый список» и в базу данных Web of Science. Результаты работы докладывались на нескольких научных конференциях. Научные результаты диссертации являются новыми и оригинальными.

Практическая значимость результатов представленной работы не вызывает сомнений. Полярные жидкокристаллические материалы с малым временем отклика, существующие при комнатной температуре, перспективны для создания фотонных устройств различного типа, например, электрооптических модуляторов света с высоким быстродействием.

Результаты работы могут представлять интерес для российских организаций, занимающихся исследованиями и практическим применением жидких кристаллов, электрооптических эффектов и фотонных устройств на их основе, например, на физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, в Институте кристаллографии им. А.В. Шубникова Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники НИЦ «Курчатовский институт», Институте физики им. Л.В. Киренского СО РАН (Красноярск), Новосибирском государственном университете.

К работе имеются несколько замечаний.

- 1) В разделе 1.4.1 было бы желательно более подробно рассмотреть теоретические подходы к описанию ферриэлектрических упаковок жидких кристаллов.

- 2) Согласно данным по измерениям петель диэлектрического гистерезиса (рис. 4.4), сегнетиэлектрическая фаза в смеси FerriLCM-1 сохраняется до температуры $T = -3^{\circ}\text{C}$. Желательно было бы прокомментировать, как это согласуется с результатами других измерений, например, величин критических полей (рис. 3.15 b)), где данные приведены только для температур $T > 20^{\circ}\text{C}$.
- 3) Автору следовало бы указать на возможную причину различия величины коэффициента Керра, измеренного для положительной и отрицательной полярности электрического поля (рис. 4.6).

Указанные замечания носят частный характер и не снижают общую высокую оценку работы. Автором решены поставленные задачи и достигнута обозначенная цель. Обоснованность выводов диссертации и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Тематика диссертационной работы соответствует специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния. Основные материалы диссертации в полной мере отражены в автореферате. Список цитируемой литературы соответствует содержанию.

По своей актуальности, достоверности, научной новизне, теоретической и практической значимости, уровню полученных результатов диссертационная работа Т. П. Ткаченко «Диэлектрические и электрооптические свойства ферриэлектриков в смесях неполярного жидкого кристалла и хиральных соединений» полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор Ткаченко Тимофей Павлович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Доклад автора по материалам диссертации был представлен и обсужден на семинаре «Физика дефектов» ИФТТ РАН 05 июня 2026 г, протокол № 229.

Отзыв на диссертацию составлен ведущим научным сотрудником Лаборатории квантовых кристаллов ИФТТ РАН доктором физико-математических наук Долгановым Павлом Владимировичем и утвержден на заседании Ученого совета ИФТТ РАН 22 июня 2026 г, протокол № 13.

Руководитель семинара,
академик РАН, доктор физико-математических наук,
профессор
Телефон: +7 (496) 522 10 67
e-mail: kveder@issp.ac.ru

Кведер Виталий Владимирович

Ведущий научный сотрудник
Лаборатории квантовых кристаллов
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт физики твёрдого тела
имени Ю. А. Осипьяна
Российской академии наук,
доктор физико-математических наук
тел. +7(496)522-83-83
e-mail: pauldol@issp.ac.ru

Долганов Павел Владимирович

Подпись В.В. Кведера и П. В. Долганова заверяю
Учёный секретарь Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт физики твёрдого тела
имени Ю. А. Осипьяна
Российской академии наук
кандидат физико-математических наук

Терещенко Алексей Николаевич

Список основных работ сотрудников ведущей организации ИФТТ имени Ю.А. Осипьяна РАН по тематике диссертации Т.П. Ткаченко в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет

1. P.V. Dolganov, K.D. Baklanova, V.K. Dolganov, Peculiarities of focal conic structure formed near the cholesteric-isotropic phase transition. *Phys. Rev. E* **106**, 014703 (2022).
2. П.В. Долганов, Н.А. Спириденко, В.К. Долганов, Е.И. Кац, К.Д. Бакланова, Каскадное образование топологических дефектов и сателлитных капель при динамической капиллярной неустойчивости в жидких кристаллах. *Письма в ЖЭТФ* **118**(2), 118-124 (2023).
3. P.V. Dolganov, N.A. Spiridenko, and V.K. Dolganov, Statics and dynamics of point boojums, line and modified Saturn ring topological defects in nematic confined geometry. *Eur. Phys. J. E* **46**, 121 (2023).
4. P.V. Dolganov, N.A. Spiridenko, and A.S. Zverev, Dynamics of viscous droplet coalescence in the confined geometry of optical cells. *Phys. Rev. E* **109**, 014702 (2024).
5. P.V. Dolganov and K.D. Baklanova, Instability of cholesteric bridge in isotropic environment with break-up and satellite droplet formation. *Liquid Crystals* **51**(1), 57-64 (2024).
6. N.V. Balenko, A.Yu. Bobrovsky and P.V. Dolganov, The influence of cholesteric helical ordering on the dynamics of liquid crystal microdroplet coalescence. *Liquid Crystals* **51**(3), 471-477 (2024).
7. P.V. Dolganov, N.A. Spiridenko, and V.K. Dolganov, Ordered structures formed by nematic topological defects and their transformation with changing the Euler characteristics. *Phys. Rev. E* **110**, 024703 (2024).
8. В.А. Чижилов, А.В. Мамонова, В.Е. Дмитриенко, Решеточная упругость голубых фаз холестерических жидких кристаллов. *ЖЭТФ* **166**(6), 900 (2024).
9. P.V. Dolganov, N.A. Spiridenko, V.K. Dolganov, Topological transformations of isotropic droplets with breakup and formation of topological defects in a confined nematic geometry, *Soft Matter* **21**, 5720 (2025).
10. В.А. Чижилов, В.Е. Дмитриенко, Модули упругости Голубых фаз холестерических жидких кристаллов со слабой киральностью, *ЖЭТФ* **168**(5), 720-733 (2025).
11. V.V. Samsonov, K.V. Nikolaev, B.I. Ostrovskii, S.N. Yakunin, X-ray diffraction from smectic multilayers: crossover from kinematical to dynamical regime, *J. Appl. Cryst.*, V. 58(6) (2025).
12. П.В. Долганов, Е.А. Максимов, Н.В. Баленко, Светоиндуцированное упорядочение скирмионов с образованием кубической фазы в хиральном нематике, *Письма в ЖЭТФ* **122**(5), 299-305 (2025).