

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Золотько Александра Степановича "Оптическая ориентация жидких кристаллов", представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Актуальность представленной работы очевидна: с одной стороны здесь обсуждаются эффекты современной нелинейной оптики, а с другой – эти эффекты исследуются на новых материалах, к которым относятся жидкие кристаллы. Свойства последних уникальны. Сильная анизотропия и исключительно малая упругость к поворотам директора (направления преимущественной ориентации молекул) позволяют наблюдать эти повороты под действием электрического или магнитного поля.

Здесь следует сразу же обратить внимание на важнейший результат, полученный в начале данной работы. В статье (А. С. Золотько и др. Письма в ЖЭТФ 32, 170 (1980)) был обнаружен переход Фредерикса под действием поля световой волны в жидком кристалле (ЖК). Речь идет о фазовом переходе второго рода, т.е. резком, но без гистерезиса, повороте директора под действием магнитного поля, открытого В.К. Фредериксом еще в 1927 г. Именно этот эффект сегодня лежит в основе всех дисплеев, работающих на ЖК с применением низкочастотного электрического поля. А только спустя 53 года, именно А. С. Золотько впервые удалось наблюдать и исследовать оптический аналог перехода Фредерикса, что фактически открыло новое направление в оптике ЖК.

Однако **актуальность и новизна** данной работы заключается не только в самом открытии. Действительно, световая волна, проходящая через прозрачный ЖК, сопровождается абберационными картинками, эффектами самофокусировки, колебаниями директора и даже генерацией периодических структур. Более того, когда ЖК окрашивается красителями, возникают оптические нелинейности, иногда противоположного знака, что связано с особенностями молекулярной структуры и спектра поглощения света красителями. **Актуальность** оптической переориентации директора обусловлена высокой эффективностью взаимодействия ЖК со светом и гигантскими значениями оптических нелинейностей. Все эти **новейшие исследования**, экспериментальные и теоретические, приведены в диссертации. На основании

полученных экспериментальных и теоретических результатов в диссертационную работу А. С. Золотко можно классифицировать как **научное достижение**.

С практической точки зрения, ориентация ЖК действием высокочастотного электрического поля может найти применение в оптических модуляторах и ограничителях, а также усилителях световых пучков. Не исключено использование эффекта световой ориентации ЖК в фотохимии и медицине.

Диссертация содержит **введение** в проблему и четыре главы, каждая из которых включает в себя экспериментальные и теоретические результаты. Во введении сформулированы цели работы и ее актуальность, а также небольшой, но содержательный обзор литературы по оптике ЖК.

В **первой главе** обсуждается светоиндуцированный переход Фредерикса в палочкообразных, нематических ЖК, прозрачных в видимом диапазоне спектра. Это тот самый переход, о котором речь шла выше. Здесь объясняется методика эксперимента, исследуются абберрационные картины, измеряются углы поворота директора и количество наблюдаемых абберрационных колец в зависимости от мощности падающего света, вычисляется пороговое поле перехода в различных образцах. Далее обсуждается динамика переориентации директора при наклонном падении света на ЖК и изучается (экспериментально и теоретически) развитие осцилляций в центре абберрационной картины.

Вторая глава посвящена эффектам самовоздействия света в нематических ЖК. Здесь исследуется поляризация абберрационной картины и ее формы в прошедшем и отраженном пучках света. В дальнейшем проводятся эксперименты с фоторефрактивным эффектом в присутствии постоянного поля, и наблюдаются асимметричные деформации абберрационных колец. Кроме того, предложена модель поверхностного фоторефрактивного эффекта.

В **третьей главе** автор переходит к обсуждению взаимодействия света с холестерическими и смектическими ЖК. Интересно, что пучок света формирует двумерные периодические структуры (решетки) в холестерических (хиральных) ЖК, похожие на структуры, созданные низкочастотным полем. Что касается смектических ЖК, достаточно жестких из-за особой симметрии их кристаллической структуры, то свет не приводит к переориентации их директора.

В **четвертой главе** обсуждаются ориентационные эффекты в ЖК, поглощающих свет. Здесь используются азокрасители, изменяющие молекулярную структуру под действием света определенной длины волны (так называемая, *цис-транс* изомеризация). В

этом случае направление светоиндуцированной переориентации может изменяться по мере увеличения угла падения необыкновенной волны на ЖК. Полученный результат пробудил всплеск новых исследований в этой области. В дальнейшем были также использованы нематические ЖК с примесью гребнеобразных полимеров. Оказалось, что такие добавки повышают коэффициент нелинейности нематического ЖК в 60 раз. Кроме того, впервые наблюдался оптический переход Фредерикса первого рода, благодаря использованию нематических ЖК с примесью дендримеров. В конце главы предложен механизм светоиндуцированной переориентации директора в нематических ЖК, поглощающих свет.

Основные результаты работы весьма основательно приведены автором в конце диссертации и в автореферате. Отметим кратко наиболее важные из них, полученные совокупно как экспериментально, так и теоретически.

1. Впервые наблюдался светоиндуцированный фазовый переход в нематических ЖК.
2. Установлено, что переход является нелинейно-оптическим и сопровождается изменением поляризации светового пучка.
3. Показано, что из-за самовоздействия переход качественно отличается от фазовых переходов в низкочастотных полях целым набором новых интересных эффектов.
4. Выяснилось, что комбинированное воздействие света и постоянного поля не аддитивно, и трансформация светового пучка принципиально отличается от таковой в отсутствие постоянного поля.
5. В холестерических ЖК обнаружено, что самовоздействие света приводит не к асимметричной абберационной расходимости, а к дифракционной картине.
6. Установлено, что оптический вращающий момент, индуцированный высокомолекулярными соединениями, в несколько раз превышает момент, индуцированный низкомолекулярными красителями, причем коэффициент нелинейности повышается в 60 раз.
7. Впервые реализован светоиндуцированный переход первого рода в нематических ЖК с примесью дендримера. При этом свет превращает переход, индуцированный низкочастотным полем, из второго рода в первый.

Эти результаты представлены в 48 статьях, опубликованных в центральных журналах (российских и международных), и опробованы во множестве конференций, перечисленных в автореферате.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации и удовлетворяет требованиям ВАК.

Недостатки. Нужно сказать, что диссертация очень хорошо написана и оформлена. Все-таки отметим, что с парой рисунков (2.13 и 2.19) было очень трудно разобраться, и, кроме того, удалось найти около десятка опечаток. Это конечно никак не отражается на результатах работы.

Диссертационная работа Золотко Александра Степановича соответствует требованиям к докторским диссертациям, установленным “Положением о порядке присуждения ученых степеней”, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842. Без сомнения, ее автор, Золотко Александр Степанович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник ИК РАН

Блинов Лев Михайлович

09.10.2015

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова
Российской академии наук
119333, Россия, Москва, Ленинский проспект, дом 59.
Тел. 8-495-334-24-83, e-mail: lev39blinov@gmail.com

Подпись Л.М. Блинова заверяю

Ученый секретарь ИК РАН,
кандидат физико-математических наук
О. А. Алексеева



Список основных статей официального оппонента Л. М. Блинова, опубликованных в 2011-2015 гг. по теме диссертации А. С. Золотько, "Оптическая ориентация жидких кристаллов", представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

1. L.M. Blinov. Structure and Properties of Liquid Crystals, Springer, Dordrecht-Heidelberg- London- New York, 2011, p.480.
2. С. П. Палто. Л.М. Блинов, М.И. Барник, В.В. Лазарев, Б.А. Уманский, Н.М. Штыков. Фотоника жидкокристаллических структур. Кристаллография, Т. 56, в. 4, с. 667-697 (2011).
3. Л.М. Блинов. Жидкие кристаллы: структура и свойства, Изд. УРСС, Москва, 2012, 480 стр.
4. Л. М. Блинов, С. П. Палто, Пороги лазерной генерации в холестерических фотонных структурах с заданным расположением одиночного витка спирали, усиливающего свет. Квантовая Электроника, 43 (9) 841 – 844 (2013).
5. Б.А.Уманский, Л. М. Блинов, С.П. Палто. Угловые зависимости люминесценции и плотности фотонных состояний в хиральном жидком кристалле. Квантовая Электроника, 43 (11) 1078 – 1081 (2013).
6. L.M. Blinov, Electric field interaction with director field in nematic and cholesteric liquid crystals, in Handbook of Liquid Crystals, Eds. J. Goodby, P. Collings, T. Kato, C. Tschierske, H. Gleeson and P. Raynes, V. 2, pp. 281-307.
7. C. Imre , L. Blinov, D. Bruce, A. Fukuda, M. Goulding, K. Harrison, C. Hilsum, A. Leadbetter, M. Pellatt, and P. Wells. Recollections of Professor George W. Gray (Invited Article), Liquid Crystals 42, Nos. 5–6, 564–592 (2015).

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник ИК РАН



Блинов Лев Михайлович

09.10.2015

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова
Российской академии наук ИК РАН
119333, Россия, Москва, Ленинский проспект, дом 59.
Тел. 8-495-334-24-83, e-mail: lev39blinov@gmail.com

Подпись Л.М. Блинова заверяю

Ученый секретарь ИК РАН,
кандидат физико-математических наук

О. А. Алексеева

