

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Кокорина Дмитрия Ивановича «Диффузия света и когерентное обратное рассеяние в нематических жидких кристаллах»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Диссертация посвящена **актуальной** проблеме моделирования многократного рассеяния волн в сильно неоднородных средах. Задачи многократного рассеяния возникают в таких областях физики, как геофизика, физика атмосферы и океана, биофизика. Актуальность выбранной темы также обусловлена быстрым ростом возможностей современной вычислительной техники и, вместе с этим, растущими возможностями в моделировании многократного рассеяния. На настоящий момент сложность большинства реальных задач все еще значительно превосходит вычислительные возможности. Автору, однако, удалось основываясь на знании физических процессов, происходящих в системах, развить методы моделирования, позволяющие изучать многократное рассеяние в анизотропных средах не только качественно, но и количественно.

Целью диссертации является моделирование многократного рассеяния света в реальных нематических жидких кристаллах (НЖК), не использующего упрощающих предположений о свойствах жидкого кристалла, и сравнение результатов моделирования с известными данными.

Следует отметить, что оптические свойства такой рассеивающей среды, как НЖК, хорошо изучены как экспериментально, так и теоретически. Это позволяет не только сравнить полученные автором результаты с экспериментальными данными, но и сделать выводы о корректности приближений, использовавшихся при аналитических расчетах.

Структура диссертации стандартна. Она состоит из введения, трех глав, заключения и перечня цитируемой литературы, содержащего 77 ссылок. В диссертации содержится 21 рисунок. Общий объем диссертации составляет 88 страниц.

Во введении в виде краткого обзора литературы обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели работы и представлены выносимые на защиту положения.

Первая глава посвящена обоснованию техники моделирования многократного рассеяния света в НЖК. Приводятся основные оптические свойства НЖК, ориентированного внешним магнитным полем. Изложен теоретический подход к описанию многократного рассеяния света. Описана стандартная техника моделирования многократного рассеяния, основанная на итерационном решении уравнения Бете-Солпитера в виде ряда лестничных диаграмм. Перенос интенсивности излучения моделируется, как случайное блуждание частиц в рассеивающей среде. Предложено обобщение этой техники на случай анизотропных сред и показано, как такое обобщение может быть использовано для описания рассеяния света в НЖК. Предложенное обобщение впервые позволило использовать в расчетах явный вид индикатрисы

однократного рассеяния света на флуктуациях директора в НЖК без каких-либо упрощающих предположений.

Вторая глава посвящена анизотропной диффузии света в НЖК. Исследован переход от отдельных кратностей рассеяния к диффузионному режиму. При помощи моделирования рассчитаны компоненты тензора анизотропной диффузии света. Результаты моделирования сравниваются с результатами экспериментов, аналитических расчетов, а также моделирования, использующего упрощенную модель однократного рассеяния. При этом моделирование предсказывает большие значения для коэффициента диффузии в направлении вдоль вектора директора. Наиболее существенным новым результатом является обнаруженная немонотонная зависимость коэффициентов анизотропной диффузии от напряженности магнитного поля, ориентирующего НЖК. Также получена зависимость коэффициентов диффузии от длины световой волны.

В третьей главе рассматривается эффект когерентного обратного рассеяния света в НЖК. Для расчета узкого (ширина порядка 100 микрорадиан) пика интенсивности многократно рассеянного света используется «полуаналитический» метод. При помощи моделирования получен пик когерентного обратного рассеяния. Результаты моделирования согласуются с экспериментальными данными значительно лучше, чем результаты приближенных аналитических расчетов. А именно показано, что сечение пика представляет собой эллипс, рассчитанные длины полуосей этого эллипса близки к значениям, полученным экспериментально.

В заключении перечислены основные результаты, полученные в диссертации.

Достоверность результатов диссертации обусловлена использованием хорошо апробированного метода Монте-Карло для моделирования многократного рассеяния, контролем точности на каждом из этапов моделирования и близостью полученных значений к известным данным. Полученная при помощи моделирования немонотонная зависимость коэффициентов диффузии от напряженности магнитного поля, ориентирующего НЖК, качественно отличается от предсказанной теоретически, но, вероятно, может быть получена аналитически при учете более высоких поправок.

Наряду с общенаучной значимостью результаты работы могут представлять определенный практический интерес, поскольку развитые автором методы могут быть использованы при моделировании многократного рассеяния в любых локально одноосных системах с произвольной индикатрисой однократного рассеяния.

По содержанию диссертации можно сделать несколько замечаний.

1. В одном из выносимых на защиту положений утверждается, что переход от описания в терминах отдельных кратностей рассеяния к диффузионному режиму происходит после $10 \div 15$ актов рассеяния. Из текста диссертации видно, что этот результат справедлив для жидкого кристалла 5СВ в условиях, близких к экспериментальным, но не ясно, остается ли он справедливым для других НЖК в других условиях.

2. При расчете пика когерентного обратного рассеяния не учитывается отражение света от границы рассеивающей среды.

Отмеченные недостатки не являются принципиальными, и поэтому они не меняют общую положительную оценку диссертации. Диссертация выполнена на высоком научном уровне с использованием современного аппарата статистической физики. Положения, выносимые на защиту, и сделанные выводы хорошо обоснованы. Работа прошла представительную апробацию. Ее основные результаты докладывались на двух международных конференциях и опубликованы в отечественных и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК для публикаций результатов работ кандидатских и докторских диссертаций. Автореферат диссертации адекватно отражает ее основное содержание.

Представленная работа по актуальности решенных проблем, новизне полученных результатов и их практической значимости соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кокорин Дмитрий Иванович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

д.ф.-м.н., заведующий сектором
гидродинамики жидких кристаллов,
Института проблем машиноведения РАН

А.В. Захаров

Васильевский остров, Большой пр., д. 61
Санкт Петербург, Россия, 199178
Тел. : +7 (812) 3212470;
alexandre.zakharov@yahoo.ca

21.10.2014

Договор А.В. Захарова
заведующего
уч. секретаря, и.ф.-м.н., почетный
Васильевский