

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Шеляпиной Марины Германовны на диссертацию Тамбовцева Ивана Михайловича на тему «Локализованные хиральные состояния в жидких кристаллах и магнетиках», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика

В работе методами теоретической физики были исследованы жидkokристаллические (ЖК) и магнитные структуры, в которых отсутствуют зеркально-поворотные оси симметрии. К таким структурам относятся, в частности, холестерические жидкие кристаллы и магнетики с антисимметричным обменным взаимодействием Дзялошинского-Мории. Локализованные состояния нано и микромасштаба в этих системах помимо интереса для фундаментальной науки имеют важные практические приложения как биты магнитной памяти, микроскопические сенсоры, элементы сингулярной оптики. Поэтому разработка теоретических методов и алгоритмов для расчета диаграммы состояний таких систем, исследование их динамики, устойчивости и нелинейного отклика на внешние воздействия представляют собой актуальную задачу, решение которой может способствовать развитию современных технологий хранения, обработки и отображения информации.

Основой теоретического подхода, используемого в диссертации Тамбовцева Ивана Михайловича, служит построение и анализ свойств многомерной энергетической поверхности системы, представляющей собой функционал от величин, однозначно задающих магнитную или ЖК конфигурацию. Автором разработаны новые алгоритмы для поиска основного и метастабильных состояний на этой поверхности, путей с минимальным перепадом энергии между ними, седловых точек первого порядка, определяющих энергетические барьеры между состояниями. Это позволяет не только строить фазовую диаграмму системы в условиях ограниченной геометрии, в присутствии внешних электрических и магнитных полей, при наличии разного типа анизотропных взаимодействий, но и оценивать устойчивость состояний относительно тепловых флуктуаций и внешних воздействий, а также описывать гистерезисные эффекты, когда отклик системы на внешнее воздействие зависит от предыстории, т. е. того, как система пришла в данное состояние.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, списка литературы, включающего 82 наименования и приложения, в котором представлены детали расчетных алгоритмов. Каждая глава заканчивается короткими выводами, по материалу главы. Среди основных новых результатов диссертации можно выделить методику определения модулей Франка по зависимости электрической емкости ЖК ячейки от внешнего поля, теорию и алгоритмы расчетов активационных барьеров в магнетиках и жидких кристаллах, позволивших рассчитать параметры переходов между хиральными состояниями с разным числом витков во внешних полях в тонкопленочной геометрии. Большой интерес представляет расчет диаграммы состояний хиральной пленки в широкой области изменения поверхностной и объемной анизотропии, а также расчеты локализованных

неколлинеарных структур, на поверхности и внутри пленки и их эволюции при изменении внешних условий.

Переходя к оценке диссертационной работы Тамбовцева Ивана Михайловича в целом, можно отметить следующие достоинства. Автором выполнено большое цельное исследование сложных систем. Теоретический подход, представленный в диссертации, основывается на фундаментальных принципах статистической физики. Автором получен большой объем новых результатов. Аналитические и численные расчеты проверены на частных и предельных случаях, в целом согласуются с имеющимися в литературе экспериментальными и теоретическими данными. Результаты опубликованы в ведущих международных журналах, докладывались на российских и международных конференциях. Это позволяет говорить о достоверности полученных результатов.

Текст диссертационной записки составлен грамотным научным языком и производит положительное впечатление. Однако в результате ознакомления с работой возникли следующие вопросы и замечания, связанные, главным образом, с экспериментальным подтверждением полученных теоретических результатов:

1. При разработке теоретического метода и алгоритма расчета модулей Франка ЖК автор использовал комплексы гадолиния и эрбия, для которых было получено, что K_1 и K_3 различаются на порядок. Для самопроверки использовался ЖК 5CB, для которого экспериментальные значения K_1 и K_3 близки (т.е. ситуация близка к одноконстантному приближению), что подтверждается расчётами, выполненными в рамках разработанной модели. Однако остаётся неясным, есть ли экспериментальные подтверждения полученных теоретических значений для комплексов гадолиния и эрбия? Кроме того, упругие постоянные зависят от температуры. Для какой температуры проводилось моделирование? Каковы вообще границы применимости предложенной методики определения модулей Франка по зависимости эффективной диэлектрической проницаемости ЖК от магнитного поля, приложенного в разных направлениях?

2. Какое практическое значение имеет наличие/отсутствие различных метастабильных топологических состояний в ЖК? Как можно регулировать объемную и/или поверхностную анизотропию?

3. Насколько полученные результаты теоретических исследований скримионных состояний тонких пленок MnSi согласуются с экспериментальными исследованиями? Ожидалось, что выбор объекта теоретических исследований обусловлен не только важными практическими применениями, но и наличием экспериментальных данных, которые бы послужили для ее валидации, но в тексте работы это сравнение отсутствует.

4. Из текста диссертации не всегда очевидно идёт ли речь о собственных результатах или о литературных данных. В частности, кем были выполнены экспериментальные исследования жидких кристаллов ЖК с комплексом гадолиния, эрбия и 5CB (рис. 1.2)? Если это литературные данные, то следовало бы указать ссылку непосредственно на подписи к рисунку. Если это результаты, полученные в ходе выполнения данной работы, то следовало бы привести больше деталей, относительно экспериментальных исследований.

5. Есть несколько замечаний по оформлению текста диссертации. В частности, используемые термины не унифицированы. Например, потенциал «Рапини Популяра» – стр. 27, модель «Рапини-Папулара» стр. 30, потенциал «Рапини-Папулара» стр. 40, есть опечатки (подпись к Рис.2.2 $K_1 = K_1$ вместо $K_1 = K_3$), не слишком удачно выбрана

цветовая шкала для построения поверхности потенциальной энергии (рис. 3.8). Возможно, контурный график был бы более информативным.

Однако вышеперечисленные замечания не касаются основных выводов и результатов диссертации и не меняют общей положительной оценки выполненной работы.

Диссертация Тамбовцева Ивана Михайловича на тему: «Локализованные хиральные состояния в жидких кристаллах и магнетиках» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Тамбовцев Иван Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Председатель диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук, доцент,
профессор кафедры ядерно-физических
методов исследования СПбГУ

Шеляпина М.Г.

13.05.2025

ПОДПИСЬ РУКИ
ЗАВЕРЯЮ
ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ
ОТДЕЛА КАДРОВ
ПОДСТЯНОВА Е.Н.

Шеляпина М.Г.

13.05.2025

