

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертации Гужаковской Кристины Петровны "Влияние излучения оптического диапазона на низко- и инфранизкочастотный диэлектрический отклик монокристалла - релаксора SBN-75", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Физические процессы, протекающие в сегнетоэлектрических кристаллах, существенно зависят от их химической и структурной однородности, состояния электронной подсистемы, термической и электрической предыстории и других факторов, влияние которых на физические свойства сегнетоэлектрических материалов не выяснено. Особенно это касается так называемых релаксорных сегнетоэлектриков. Интенсивность исследований их физических свойств в значительной степени стимулируется широким использованием данных материалов в различных изделиях электронной техники: оптических затворах, модуляторах, микроактюаторах, сенсорных устройствах, и др.

Несмотря на значительное количество экспериментальных и теоретических работ, посвященных анализу механизмов, ответственных за возникновение релаксорного состояния и его физические характеристики, эта задача применительно к реальным кристаллам остается до конца не решенной из-за своей сложности и поэтому принадлежит к числу значимых проблем физики конденсированного состояния.

В связи с этим диссертация К.П. Гужаковской, посвященная установлению закономерностей влияния излучения оптического диапазона на низко- и инфранизкочастотные диэлектрические и поляризационные свойства монокристалла  $\text{Sr}_{0.75}\text{Ba}_{0.25}\text{Nb}_2\text{O}_6$ , легированного хромом  $\text{Cr}^{3+}$  (SBN) при различной температурной и полевой предыстории, представляется, несомненно, **актуальной** в области физики конденсированного состояния.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации включает 158 страниц, 62 рисунка, 12 таблиц. Список литературы содержит 195 наименований.

Работа **хорошо апробирована**. Ее основные результаты были представлены на 10 российских и международных конференциях и семинарах, опубликованы в 15 научных работах, три из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат диссертации соответствует содержанию и структуре диссертации и адекватно отражает полученные в работе результаты.

*Во введении* соискателем обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель и поставлены основные задачи, определены объекты исследования, отмечены новизна и практическая ценность полученных результатов. Отмечен личный вклад автора. Изложены основные научные положения, выносимые на защиту. Приведены сведения о публикациях, апробации работы, ее структуре и объеме.

*Первая глава* содержит литературный обзор по теме диссертации. Рассмотрены физические свойства и теоретические модели релаксорных сегнетоэлектриков. Особое внимание уделено анализу диэлектрических характеристик и структурных особенностей монокристаллов ниобата бария-стронция, а так же его оптическим и фотоэлектрическим свойствам.

*Вторая глава* посвящена экспериментальным методам изучения диэлектрических и поляризационных свойств диэлектриков в низкочастотном и инфранизкочастотном диапазоне измерительных полей. Описана экспериментальная установка и методика подготовки образцов.

В *третьей главе* представлены результаты экспериментального исследования низкочастотных и инфранизкочастотных диэлектрических свойств легированных хромом монокристаллов SBN. Изучено влияние освещения на характер диэлектрического отклика, фототок и его кинетику, а так же на процесс старения монокристалла.

В частности, показано, что примесь 0.01at.% Cr смещает среднюю температуру сегнетоэлектрического фазового перехода ( $T_m$ ) в низкотемпературном направлении и повышает степень его размытия. Обнаружено, что воздействие ультрафиолетового излучения на кристалл приводит к увеличению его диэлектрической проницаемости при  $T < T_m$  и уменьшению - при  $T > T_m$ .

*Четвертая глава* посвящена анализу влияния оптического излучения на процессы переполяризации в монокристалле SBN, легированном хромом. Обсуждаются амплитудные зависимости эффективной и дифференциальной диэлектрической проницаемости. Изучено влияние освещения на характер реверсивных зависимостей диэлектрической проницаемости монокристалла SBN.

Результаты экспериментов выявили возрастание поляризуемости образца и уменьшение величины его коэрцитивного поля под действием оптического излучения.

Анализ реверсивных зависимостей диэлектрической проницаемости ( $\epsilon'$ ) показал, что с ростом электрического смещающего поля  $E_+$  зависимости  $\epsilon'(E_+)$  проходят через максимум при некоторой величине поля  $E_k$ . Предполагается, что этому полю соответствует процесс постепенного отрыва границ полярных областей от дефектов решетки.

Воздействие излучения приводит к фотогенерации носителей заряда и, как следствие, уменьшению случайных внутренних полей, что «облегчает» процесс переключения поляризации и изменяет вид кривых  $\epsilon'(E_+)$ .

Автором обнаружены эффекты термической и электрополевой памяти в кристалле SBN. Показано, что эти эффекты исчезают после облучения кристалла фотонами видимого диапазона.

На основании проведенных экспериментальных исследований соискателем получен ряд важных, принципиально **новых результатов**:

1. Воздействие излучения оптического и ультрафиолетового диапазона на монокристалл ниобата бария - стронция приводит к увеличению диэлектрической проницаемости в области размытого фазового перехода и смещению наблюдаемого в его окрестностях максимума диэлектрической проницаемости в низкотемпературном направлении.
2. Установлено, что в низкотемпературной фазе воздействие оптического излучения приводит к возрастанию поляризации. При этом максимальное ее приращение в зависимости от напряженности приложенного поля имеет место при поле, равном коэрцитивному.

3. Экспериментально показано, что под действием оптического излучения эффект полевой диэлектрической памяти, характерный для релаксоров типа SBN-75, полностью исчезает.
4. Обнаружено, что для амплитуд поля превышающих коэрцитивное, воздействие оптического излучения приводит к уменьшению поляризации кристалла.

Диссертация К.П. Гужаковской имеет важное *практическое значение*. Установленные в ней закономерности влияния оптического излучения на электрофизические свойства монокристаллов SBN, легированных хромом могут быть использованы при разработке устройств голографической записи информации, электрооптических модуляторов и др. Полученные в работе результаты могут быть востребованы в научно-исследовательских центрах, занимающихся проблемами сегнетоэлектриков и их применением. Например, ИК РАН им. А.В. Шубникова (г. Москва), ФТИ им. Иоффе РАН (г. С.-Петербург), Институт физики ЮФУ (г. Ростов –на -Дону), Государственный оптический институт им. Вавилова (г. С.-Петербург), Воронежский государственный университет, концерн "Риф", г. Воронеж и др.

Отметим, что полученные в работе результаты представляются **достоверными**, а выводы и основные положения, выносимые на защиту - **обоснованными**, что, в частности обеспечивается использованием апробированных экспериментальных методик, воспроизводимостью полученных результатов и их соответствием основным законам физики твердого тела, а также известным литературным данным.

Вместе с тем, диссертация не лишена *недостатков*, некоторые из которых отмечены ниже.

1. В диссертации не установлено, какую роль играют ионы хрома в наблюдаемых в монокристалле ниобата бария - стронция эффектах.

2. В литературном обзоре отмечено наличие доменной структуры ниобате бария - стронция с характерными размерами доменов в несколько микрон (стр. 28). Описана ее перестройка при различных воздействиях.

Однако, при обсуждении оригинальных экспериментальных результатов автор не рассматривает вклад сегнетоэлектрических доменов, а для объяснения наблюдаемых эффектов апеллирует только, к так называемым, «полярным нанообластям».

3. На стр. 89 автор использует критический индекс «К» для количественной оценки степени размытия сегнетоэлектрического фазового перехода. Заметим, что этот индекс имеет физический смысл только в некоторых частных случаях, и поэтому может быть использован только для качественной оценки степени размытия, но не как количественная характеристика.

4. На стр. 116 автор утверждает, что наибольшее влияние на поляризацию оптическое излучение оказывает в области температур, соответствующих размытому сегнетоэлектрическому фазовому переходу. Вместе с тем, сведения о влиянии излучения на поляризацию при более низких температурах в диссертации отсутствуют.

5. Работа содержит большое количество аббревиатур, что затрудняет ее восприятие.

Встречаются описки и неудачно сформулированные предложения. Так, например, на стр. 94 автор пишет: «Для релаксоров **в качестве средней температуры** ФП разделяющей однородное макрополярное состояние и неоднородное (релаксорное) микрополярное предпочтительнее рассматривать **поведение** температуры...».

Сделанные замечания не уменьшают ценность работы и не влияют на ее основные выводы и защищаемые положения. Диссертация по актуальности, новизне, масштабу проведенных в ней исследований и по совокупности полученных результатов отвечает критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 N 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Гужаковская Кристина Петровна, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

д.ф.-м.н., профессор



Л.Н Коротков

10. 11. 2014 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
СОВЕТА ВГТУ

*М*  
А. В. МАНДРЫКИН

Л.Н Коротков - профессор кафедры физики твердого тела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО ВГТУ).

Раб. телефон: 4732 46 66 47

Электронный адрес: [l\\_korotkov@mail.ru](mailto:l_korotkov@mail.ru)

Адрес организации: 394026, г. Воронеж, Московский пр-т, 14, ФГБОУ ВПО ВГТУ.