

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Андрюшина Константина Петровича
«Эволюция фазовых диаграмм состояния и макрооткликов
сегнетоактивных твердых растворов n -компонентных ($n = 2 \dots 6$) систем
на основе цирконата - титаната свинца и бессвинцовых композиций»,
представленную на соискание им учёной степени доктора физико-
математических наук по специальности

1.3.8. Физика конденсированного состояния

Одним из приоритетных в физике конденсированного состояния является направление, связанное с исследованиями сложнооксидных соединений и твердых растворов с особыми электрическими свойствами (сегнетопьезоэлектрики), в том числе, на основе многоэлементных композиций, составляющие которых обладают принципиально разными характеристиками. В последние годы именно к ним активизировался интерес многих научных групп исследователей в связи с возможностью направленного изменения их физико-химического состояния путём модификации элементного состава и внешних воздействий. Широкая вариативность свойств таких объектов позволила разработать на их основе ряд функциональных материалов, используемых в микроэлектронике, пьезотехнике, медицине, аэро-ракетостроении.

Всё это определило выбор автором представленной работы в качестве объектов соединений и твёрдых растворов, базирующихся, прежде всего, на известных бинарных системах – ЦТС ($\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$) и ниобатов щелочных металлов ($(\text{Na}, \text{K})\text{NbO}_3$, $(\text{Na}, \text{Li})\text{NbO}_3$), которые методом усложнения их состава легированием или введением новых компонент сформиро-

вали группы сегнетоактивных материалов с сочетанием улучшенных (по сравнению с известными) электрофизических параметров.

Автор работы прошел нелёгкий путь от синтеза выбранных им объектов исследования до разработки и создания на их основе новых эффективных материалов для различных применений в практике.

Всё это и определило актуальность, новизну и научно-практическую значимость и ценность представленной работы, подтверждаемые многочисленными публикациями автора (3 монографии, 8 глав в зарубежных монографиях, индексируемых в БД Scopus; 31 статья в рецензируемых журналах, индексируемых в БД Web of Science и Scopus, из них 24 – в журналах первого и второго квартилей; 10 статей – в БД RSCI; 16 патентов РФ на изобретения; 20 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных; 198 статей и тезисов докладов в трудах конференций и симпозиумов).

Диссертация Андрюшина К.П. состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка цитированной литературы из 420 источников, приложений А, Б, В, соответственно, с описанием разработанных материалов и технологий изготовления, списком основных сокращений и условных обозначений, перечнем основных публикаций автора, изложенных на 335 страницах, включая 243 рисунка и 77 таблиц. Отметим, что представленные в диссертации 98 публикаций и 198 тезисов докладов многократно превышают число минимальной требуемых для защиты докторских диссертаций.

Проведена апробация результатов диссертационной работы на международных, всероссийских, национальных и региональных конференциях, симпозиумах, семинарах, конгрессах, школах, в основном, в виде пленарных (в том числе, приглашенных) и секционных докладов.

Коротко остановимся на характеристике отдельных фрагментов работы.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы работы, сформулированы её цель и задачи, определены объекты исследования и их твердотельные состояния, показаны научная новизна и практическая значимость проведенных исследований, представлены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе представлен аналитический обзор библиографических сведений о современном состоянии исследований n-компонентных сегнетоактивных объектов. Рассмотрено развитие исследований в данной области; представлены основные мировые научные конкуренты в области создания, исследования и применения n-компонентных систем на различных основах. Проведен анализ публикационной активности в указанной области с использованием аналитических платформ Scival и Scopus.

Второй раздел – методический, в котором подробно описаны объекты, их твердотельные состояния, методы получения и исследования образцов.

Автор останавливается на негативных явлениях, препятствующих сохранению стехиометрии заданного состава объектов исследования в процессе их технологического передела; описывает, как в каждом конкретном случае, используя оптимизированные технико-технологические регламенты, достигает реализации необходимых целевых характеристик объектов. При этом решена одна из поставленных в работе задач: рассмотрены возможные варианты физических подходов к проблеме приготовления выбранных объектов и определены рациональные условия их формирования с различной твердотельной архитектурой: дисперсно-кристаллические порошки, керамика, монокристаллы, тонкие плёнки; и изготовлены экспериментальные образцы выбранных составов необходимых топологии и твердотельных состояний.

В этом же разделе автор описывает, как, какими методами, на каком оборудовании осуществлена комплексная диагностика кристаллической и доменной структур объектов, их зёрненного строения, диэлектрических, пьезоэлектрических, упругих, теплофизических, деформационных, люминесцентных, механических и других свойств в широком диапазоне внешних воздействий.

Третий раздел диссертации посвящен рассмотрению эффектов легирования титаната свинца оксидами щелочноземельных элементов, а также результатов исследования бинарных и тройных систем твёрдых растворов – основ многокомпонентных систем

Результат работы – построение фазовых диаграмм состояния изученных систем твёрдых растворов $((\text{Pb}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{TiO}_3, \text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3, \text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3 - \text{CdNb}_2\text{O}_6, (\text{Na}, \text{K})\text{NbO}_3 - \text{CdNb}_2\text{O}_6$ и др.), выявление в них локализации фаз, фазовых состояний, областей сосуществования тех и других, морфотропных переходов, элементов кластеризации структуры; раскрытие механизмов возникновения структурных неустойчивостей и описание физических свойств объектов в окрестности особых точек; установление закономерностей изменения внутренней структуры (кристаллической, доменной, зёрненной дефектной) и макрооткликов при вариациях термодинамической предыстории (условий приготовления).

В четвёртом разделе представлены результаты комплексного исследования систем твёрдых растворов с числом компонентов $n = 4 \dots 6$ и эволюция физических свойств сегнетоактивных сред, базирующихся на бинарных системах с принципиально различающимися макрооткликами, по мере усложнения их состава путём введения новых компонент.

Автором установлены закономерности трансформации внутренней структуры объектов и их макрооткликов при взаимодействии различных типов пространственных неоднородностей, как имеющих в предшествующих фазах, так и возникающих в процессе усложнения элементного

состава твёрдых растворов; детально изучен генезис дефектной ситуации, связанной с аниондефицитной нестехиометричностью объектов, и установлена возможность целенаправленного её варьирования путём изменения термодинамической предыстории.

В пятом разделе приведены новые данные о физических эффектах в разработанных ранее в НИИ физики функциональных материалах, базирующихся на n-компонентных системах твёрдых растворов различного состава. В Приложениях А-В представлены разработанные автором материалы на основе описанных в третьем и четвёртом разделах диссертации результатов исследования n-компонентных систем.

Таким образом, все поставленные в работе задачи решены и нашли своё отражение в сформулированных автором научных положениях, выносимых на защиту

К несомненным достоинствам работы можно отнести разработку научно-обоснованных критериев целенаправленного моделирования и управления физическими свойствами выбранных объектов, методологии поиска и атомарно-молекулярного дизайна перспективных композиций и способов их конструирования с различной твердотельной архитектурой и создание физических основ получения функциональных, том числе, экологически чистых материалов с заданными свойствами для различных применений в практике.

Однако диссертация не лишена и некоторых недостатков.

1. Отдельные фрагменты первого раздела диссертации (обзорного) имеют, скорее, описательный характер, а не аналитический. Автору необходимо было бы провести более детальный анализ результатов, полученных исследователями различных научных школ, близких по тематике представленной диссертации.

2. Во втором разделе диссертации (методическом) при описании объектов исследования было бы не лишним указать, какие именно из них синтезированы и изучены впервые.
3. В этом же втором разделе автор пишет (стр. 50): «Анализ представленных методов исследования показывает их комплексность, дополняемость, что обеспечивает надёжность и достоверность полученных в работе результатов». В чем состоит дополняемость этих методов?
4. В третьем разделе диссертации нет чёткого обоснования выбора в качестве модификаторов – стронция и бария. Необходимы также пояснения, что имеет в виду автор, когда вносит понятия – крупно/мелкоразмерные щелочноземельные элементы?
5. В четвёртом разделе, говоря о структурных аномалиях в односимметричных областях фазовых диаграмм четырёхкомпонентных систем с участием ЦТС и ниобатов щелочных металлов, представляется разумным конкретизировать, о каких аномалиях идёт речь.
6. На основе результатов, описанных в пятом разделе диссертационного исследования, вполне могло быть сформулировано ещё одно научное положение, выносимое на защиту. Однако это не было сделано.

Отметим, что указанные недостатки не влияют на общее положительное впечатление от работы и не снижают ценности проведенных автором исследований.

Диссертация «Эволюция фазовых диаграмм состояния и макрооткликов сегнетоактивных твердых растворов n -компонентных ($n=2...6$) систем на основе цирконата - титаната свинца и бессвинцовых композиций» отвечает установленным действующим Положением о присуждении ученых степеней ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор – Андрюшин Константин Петрович – заслуживает присуждения ему

искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

24.08.2023

Заведующий кафедрой материаловедения и физико-химия материалов,
д.х.н., доцент
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Шифр научной специальности:
1.4.4. (02.00.04) – «Физическая химия»

Винник
Денис Александрович



01.09.2023

Контактные данные:

Тел.: +7 (951) 457-22-86

E-mail: vinnikda@susu.ru

Адрес места работы:

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

ФГБОУ ВО «Южно-уральский государственный университет (НИУ)»

Кафедра «Материаловедение и физико-химия материалов»

Телефон: +7 (351) 267-99-00

E-mail: info@susu.ru

Подпись заведующего кафедрой ЮУрГУ, д.х.н. Винника Д.А.
подтверждаю

ВЕРГ
Начальник службы
делопроизводства ЮУрГУ
Н.В. Одуев



Я, Винник Денис Александрович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в документе

