

## Отзыв

на автореферат диссертации Алексея Юрьевича Милинского  
«Сегнетоэлектрические фазовые переходы в матричных и смесевых композитах»,  
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук  
по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Диссертация А.Ю.Милинского посвящена выявлению вклада различных механизмов, влияющих на температуры фазовых переходов в смесевых и матричных композитных материалах: сегнетоэлектрик-сегнетоэлектрик  $(\text{SC}(\text{NH}_2)_2)_{0,90}/(\text{BaTiO}_3)_{0,10}$ ,  $(\text{SC}(\text{NH}_2)_2)_{0,90}/(\text{PbTiO}_3)_{0,10}$  и  $(\text{SC}(\text{NH}_2)_2)_{0,90}/(\text{LiNbO}_3)_{0,10}$ ; в смесях сегнетоэлектрических порошков  $\text{С6Н16NBr}$  и  $\text{PbTiO}_3$ ; в композитах  $(\text{С6Н16NBr})_{1-x}/(\text{PbTiO}_3)_x$ ; в композитной керамике сегнетоэлектрик-мультиферроик  $(\text{BiFeO}_3)_{1-x}/(\text{BaTiO}_3)_x$ ; в двойных солевых системах сегнетоэлектрик-параэлектрик  $(\text{KNO}_3)_{1-x}/(\text{NaNO}_3)_x$  и  $(\text{KNO}_3)_{1-x}/(\text{NH}_4\text{NO}_3)_x$ ; сегнетоэлектрик-сегнетоэлектрик  $(\text{KNO}_3)_{1-x}/(\text{NaNO}_2)_x$ ; в нанокompозитах на основе нанопористых материалов (силикатные материалы SBA-15 и MCM-41; пленки  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; опалы, пористые стекла; и сегнетоэлектрики  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KIO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ ,  $\text{С6Н16NCl}$ ,  $\text{С6Н16NBr}$ ,  $\text{С6Н16NI}$ . Все представленные композитные материалы являются глубоко неоднородными и характеризуются различными механизмами взаимодействия между компонентами, существенно определяемые составом.

Тема диссертации и подходы для получения научной информации, развитые автором, несомненно, являются актуальными. Синтез и исследование физических характеристик представленных в диссертации материалов в зависимости от состава и температуры актуальны, прежде всего, с практической точки зрения, так как они перспективны для микроэлектроники: для создания конденсаторов с большой удельной емкостью, датчиков температуры, пироприемников, нелинейных элементов и других востребованных материалов. Для исследованных в диссертации материалов характерны структурные фазовые переходы, выявление и изучение которых также представляет несомненный фундаментальный и практический интерес. В работе большое внимание уделено нанокompозитам, в частности, определению критических размеров и структуры наночастиц, меньше которых сегнетоэлектрические свойства существенно изменяются или исчезают совсем.

В целом диссертационную работу можно характеризовать как высококвалифицированное научное исследование, в котором получены важные новые результаты, имеющие фундаментальное и прикладное значение. Диссертация соответствует паспорту специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. В ней выполнен большой объем высококвалифицированных исследований, в основном исследованы диэлектрические свойства материалов. Получены и подробно проанализированы зависимости физических характеристик исследованных материалов от

состава и температуры. Достоверность полученных данных и сделанных выводов сомнений не вызывает.

Автореферат диссертации хорошо иллюстрирован и дает полное представление о диссертационной работе. Многие результаты получены впервые, отличаются новизной. Результаты исследований подробно опубликованы в отечественных и зарубежных научных журналах, рекомендованных ВАК, обсуждены на представительных научных конференциях и могут быть использованы при создании технологий материалов.

По работе есть ряд замечаний.

1. Цель работы (согласно формулировке автора) - выявить вклад различных механизмов, влияющих на температуры фазовых переходов компонентов в смесевых и матричных композитах на основе сегнетоэлектриков и на их диэлектрические свойства. Однако в основных выводах диссертации (раздел «Заключение»), а также в научных положениях, выносимых на защиту, ничего конкретно не говорится о выявленных механизмах, в том числе, о механизмах фазовых переходов, хотя механизмы анализируются в автореферате при кратком изложении материала глав диссертации.

2. Не совсем понятно, почему автором выбран такой широкий класс объектов исследования? Что объединяет их?

3. Раздел «Научная новизна», положение 1. Этот раздел представлен, как достижение автора. Однако хорошо известно, что электрические взаимодействия это далекодействующие взаимодействия. Кроме того, здесь следовало бы автору пояснить механизмы влияния электрических взаимодействий на сегнетоэлектрические переходы в исследованных материалах –  $\text{DIPAB}$  и в титанате свинца.

4. В разделе «Практическая значимость» лишь в общем виде говорится о значимости объектов исследования, как материалов электронной техники. Но не поясняется, какой конкретно практической значимостью (каковы их области применения) обладают конкретные материалы, полученные и исследованные в диссертационной работе.

5. Материалы исследований автора подробно опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК. К сожалению, опубликованы в изданиях, отличающихся невысоким рейтингом (в основном журналы четвертого квартиля). Между тем, в работе выполнены исследования высокого уровня, и некоторые их результаты вполне бы могли быть опубликованы в журналах первого и второго квартиля.

Сделанные замечания ни в коей мере не влияют на оценку диссертации, как высококвалифицированного научного исследования, не снижают ее научной и практической значимости и должны восприниматься как пожелания при выполнении дальнейших исследований.

Диссертация «Сегнетоэлектрические фазовые переходы в матричных и смесевых композитах» соответствует требованиям п. 9-11 Положения №842 «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Правительством Российской Федерации 24.09.2013 (редакция от 28.08.2017). А.Ю.Милинский, заслуживает присуждения ученой

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

Главный научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук (ИХТРЭМС КНЦ РАН),  
доктор физико-математических наук, профессор

Н.В.Сидоров

*15.10.2021*

184209, г. Апатиты, Мурманская область, Академгородок 26А  
Тел.(81555) 79194. E-mail: n.sidorov@ksc.ru

Подпись доктора физико-математических наук, профессора Сидорова Николая Васильевича заверяю. Ученый секретарь Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН),

к.т.н.

Г.Н.Васильева