

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ  
ЭЛЕМЕНТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ им. И.В. Тананаева  
(ИХТЭМС КНЦ РАН)**

Академгородок, 26а, Апатиты, Мурманская обл., 184209  
Факс (815 55) 6-16-58, тел. (815 55) 79-549, 75-295  
E-mail [office@chemy.kolasc.net.ru](mailto:office@chemy.kolasc.net.ru)  
ОКПО 04694169, ИНН 5101100177, ОГРН 1025100508597

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Антонова Антона Анатольевича  
«ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ И МАГНИТНЫМ  
УПОРЯДОЧЕНИЕМ МЕТОДОМ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ  
СПЕКТРОСКОПИИ»

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности «01.04.07 – физика конденсированного состояния»

Диссертационная работа А.А.Антонова посвящена выявлению особенностей генерации гармоник высшего порядка в бинарных смесях  $(\text{KNO}_3)_{1-x}(\text{NH}_4\text{NO}_3)_x$ , в проводящих сегнетоэлектрических композитах на основе силикатных матриц  $\text{SBA-15}/\text{NH}_4\text{HSO}_4$  и пористых пленок оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ , в композитах на основе мультиферроиков и сегнетоэлектриков  $(\text{CuO})_{1-x}/(\text{BaTiO}_3)_x$  и  $(\text{BaTiO}_3)_x$  вблизи фазовых переходов. Тема диссертации актуальна, поскольку указанные материалы могут найти практическое применение при создании различных устройств электронной техники. Знание физических характеристик этих материалов и особенностей их поведения в широком интервале температур, включая окрестность фазовых переходов, представляет несомненный интерес.

В диссертации, используя комплекс методов, в основном, методы линейной и нелинейной диэлектрической спектроскопии, выполнен большой объем экспериментальных исследований композитов различного состава на основе сегнетоэлектриков и мультиферроиков с электрическим и магнитным упорядочением. Осуществлена грамотная обработка экспериментальных данных и их интерпретация. При этом получены важные и практически значимые научные результаты, уточняющие и расширяющие имеющиеся в литературе знания о композитах и нанокompозитах на основе сегнетоэлектриков и мультиферроиков. Впервые обнаружено расширение области существования сегнетоэлектрической фазы нитрата калия в составе бинарной смеси  $(\text{KNO}_3)_{1-x}(\text{NH}_4\text{NO}_3)_x$ . Методом генерации третьей гармоники установлено, что коэффициент нелинейности для мультиферроика  $\text{CuO}$  вблизи точки фазового перехода 230 К имеет тот же порядок, что и для классических сегнетоэлектриков типа  $\text{BaTiO}_3$ . При

этом для композита  $(\text{CuO})_{1-x}/(\text{BaTiO}_3)_x$  вблизи фазового перехода впервые обнаружено изменение проводимости с емкостной на индуктивную.

По объему выполненных исследований, научному уровню полученных результатов, их практической значимости работа А.А.Антонова соответствует кандидатским диссертациям по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния. Автореферат хорошо оформлен и хорошо раскрывает содержание диссертации. Результаты диссертационной работы известны широкому кругу исследователей - они подробно апробированы на научных конференциях, опубликованы в зарубежных журналах и в отечественных журналах, входящих в список ВАК. Достоверность полученных научных результатов сомнений не вызывает.

Диссертация «Исследование композитов с электрическим и магнитным упорядочением методом нелинейной диэлектрической спектроскопии» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней. А.А.Антонов заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Заведующий сектором колебательной спектроскопии и структурных исследований лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева ФИЦ Кольский научный центр Российской академии наук, доктор физико-математических наук, профессор.

Сидоров Николай Васильевич

184200. Апатиты, Мурманская область, Академгородок, д. 26а.

E-mail: [sidorov@chemy.kolasc.net.ru](mailto:sidorov@chemy.kolasc.net.ru). Тел. (81555) 79-194.

26.02.2018

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 ФИЦ Кольский научный центр Российской академии наук

Т.Н.Васильева