

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Канарейкина Алексея Геннадьевича** “Сегнетоэлектрические свойства наноструктурированных систем на основе *цирконата-титаната свинца*”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Развитие современной радиоэлектронной и микросистемной техники, предполагает, в частности, создание тонкопленочных интегрированных сегнетоэлектрических структур, которые во многих случаях изготавливаются на основе *основе цирконата-титаната свинца*. Такие структуры используют при изготовлении фазированных антенных решеток, интегрированных элементов энергонезависимой памяти, микроактюаторов, сенсоров и т.д. В ходе миниатюризации изделий возникает необходимость получения ультратонких сегнетоэлектрических пленок. Здесь наряду с типичными технологическими возникают специфические проблемы. Эти проблемы связаны с сопряжением пленки и подложки, приводящем к формированию переходного слоя, толщина которого может быть соизмерима с толщиной самой пленки. Таким образом, структура и физические свойства тонких слоев *основе цирконата-титаната свинца* в значительной степени определяются условиями синтеза пленок и материалом подложки. Это приводит к тому, что полученные пленки обладают поликристаллической структурой с развитой морфологией поверхности, содержащей включения оксида свинца, локализованного на границе пленка - подложка, так и в межкристаллитном пространстве.

В связи с этим работа **Канарейкина А. Г.**, *целью* которой явилось изучение особенностей фазового и элементного состава тонких пленок цирконата титаната свинца, их микроструктуры и сегнетоэлектрических характеристик в зависимости от технологических режимов изготовления, безусловно, представляется **актуальной**.

Основываясь на результатах экспериментов и их анализе, автором получен ряд важных результатов, наиболее значимыми из которых, на наш взгляд, являются следующие:

1. В составах, соответствующих морфотропной границе фаз, идентифицировано сосуществование двух кристаллических модификаций перовскитовой структуры: моноклинной и тетрагональной, соотношение между которыми уменьшается с ростом температуры отжига, а также при нагреве образцов в интервале температур 20-200 °С.
2. Реориентация поляризации в тонкопленочной Pt/ЦТС/Pt структуре происходит при нагреве образца выше температуры Кюри и зависит от температуры, при которой формируется пленка цирконата титаната свинца.

Результаты работы представляются достоверными. Они хорошо апробированы: изложены в 12 публикациях, из которых 7 опубликованы в рецензируемых научных журналах перечня ВАК, а также представлены на 6 конференциях всероссийского и международного уровня.

Имеются замечания к содержанию автореферата.

(i). Из содержания автореферата не ясно, при какой температуре, или в каком диапазоне температур проводились структурные исследования, позволившие различить моноклинную и тетрагональные фазы.

(ii). В ходе анализа формы петель диэлектрического гистерезиса автор не рассматривает роль доменного механизма при переключении поляризации пленок. Не обсуждается взаимодействие доменных границ с дефектами решетки, существенно влияющее на форму петель гистерезиса.

Вместе с тем, судя по содержанию автореферата, считаю, что диссертация **Канарейкина А. Г.** по актуальности, новизне, масштабу проведенных в ней исследований и по совокупности полученных результатов отвечает критериям п. 9 и другим требованиям «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, **Канарейкин Алексей Геннадьевич**, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени *кандидата физико-математических наук* по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Леонид Николаевич Коротков – доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры физики твердого тела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ВГТУ).

Рабочий 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 ВО ВГТУ.

Д.ф.-м.н., профессор

Л.Н. Коротков

Подпись проф. Короткова Л.Н. заверяю  
Ученый секретарь ученого Совета ВГТУ

В.П. Трофимов