

## Отзыв

научного руководителя на диссертацию Канарейкина Алексея Геннадьевича  
**«Сегнетоэлектрические свойства наноструктурированных систем на  
основе цирконата-титаната свинца»**

представленную на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности  
01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Канарейкина А.Г. посвящена изучению тонкопленочных сегнетоэлектрических структур на основе цирконата-титаната свинца (ЦТС). Сегнетоэлектрические структуры на основе ЦТС имеют весьма широкое применение в различных областях микро и наноэлектроники. При этом в последнее время повышенное внимание уделяется тонкопленочным структурам, обладающим целым рядом преимуществ в сравнении с массивными структурами. Однако механизмы формирования аномально высоких значений диэлектрических характеристик тонкопленочных ЦТС структур до настоящего времени являются до конца не определенными. Остаются проблематичными сами процедуры формирования тонкопленочных систем ЦТС с заданными параметрами.

Важнейшей задачей, поставленной перед аспирантом Канарейкиным, было определение структурных особенностей тонкопленочных структур ЦТС, их связи с технологией формирования и выявление взаимосвязи этих особенностей с диэлектрическими характеристиками.

Для решения этой задачи Канарейкину в процессе обучения в аспирантуре удалось освоить достаточно сложные, современные методики анализа твердотельных систем, включая широкую гамму методик растровой электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, методов диэлектрической спектроскопии. Канарейкин освоил технику формирования тонкопленочных ЦТС структур методом вакуумного высокочастотного магнетронного распыления. Отмечу, что одним из первых в российском

научном сообществе Канарейкин овладел методикой анализа микрокристаллической структуры с наноразмерным разрешением на основе метода дифракции отраженных электронов (ДОЭ) в растровом электронном микроскопе и успешно использовал эту методику для анализа тонкопленочных структур на основе ЦТС.

Одним из основных научных результатов работы Канарейкина стало обнаружение в пленках ЦТС в районе морфотропной границы моноклинной модификации перовскитовой структуры ЦТС и выявление факторов, влияющих на долю моноклинной фазы в пленках. Определена связь между концентрацией моноклинной фазы и самополяризацией в пленках. Сформулирована модель, определяющая зарождение сегнетоэлектрической перовскитовой структуры в процессе термической обработки напыленных пленок.

Полученные Канарейкиным результаты имеют несомненно как практическую, с точки зрения техники формирования сегнетоэлектрических структур с заданными параметрами, так и теоретическую, с точки зрения понимания механизмов кристаллизации пленок ЦТС и понимания взаимосвязи их диэлектрических характеристик с особенностями структуры.

Следует отметить высокий уровень самостоятельности Канарейкина, практически все представленные в работе экспериментальные результаты получены им самостоятельно. К настоящему времени можно утверждать, что Канарейкин сложился как успешный научный исследователь, способный решать на высоком профессиональном уровне многие задачи, связанные с экспериментальными исследованиями в области физики конденсированного состояния.

Результаты работы Канарейкина А.Г. отражены в 12 публикациях, включая 7 в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК, 6 докладах на международных и всероссийских конференциях.

Считаю, что представленная работа является законченным научным исследованием. По объёму и научному уровню исследований, научной и

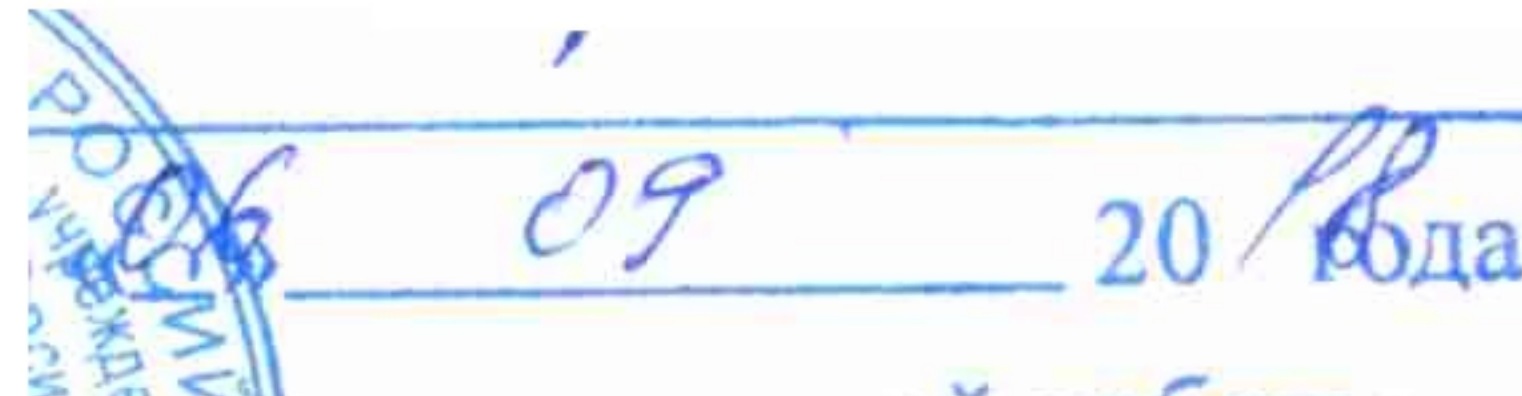
практической значимости результатов работа полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от. 30.07.2014 )», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, и может быть рекомендована к защите. По научному уровню, профессиональной подготовке и личным качествам Канарейкин Алексей Геннадьевич полностью соответствует требованиям, предъявляемым к соискателю указанной ученой степени.

Научный руководитель,  
доктор физ.-мат. наук, профессор

Пронин В.П.

Пронин Владимир Петрович,  
Доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики и астрономии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Адрес места работы: 191186,  
г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки  
д. 48, к. 1, ауд. 406, тел 314-48-85  
e-mail: thphys@herzen.spb.ru

09 20 года