

"УТВЕРЖДАЮ"

ор Тверского государственного  
итета по научной и инновационной  
ности, д-р. биол. наук,

А.В. Зиновьев

"25" *сентября* 2023 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертационной работе Стеклёновой Любови Сергеевны «Диэлектрические свойства тетрахлорцинка рублидия в нанопористых матрицах оксида кремния и оксида алюминия», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Исследования микро- и нанонеоднородных сегнетоэлектрических материалов в последние годы стимулируются обнаружением у них целого ряда необычных свойств, которые интересны как с фундаментальной, так и с прикладной точек зрения. К неоднородным сегнетоэлектрическим материалам относятся композиты, которые могут иметь самую различную структуру: полярные частицы в слабо поляризуемой матрице, полярные частицы в сильно поляризуемой матрице, полярные частицы в полярной матрице и т.д. Особый интерес среди композитов занимают нанокомпозиты, полученные путем внедрения сегнетоэлектриков в нанопористые матрицы. На физические свойства таких структур оказывают влияние размер и геометрия сетки пор, степень заполнения пор, взаимодействие частиц как со стенками матрицы, так и между собой. В совокупности эти факторы приводят к тому, что характеристики полученных таким образом нанокомпозитов могут значительно отличаться от характеристик, как соответствующих объемных материалов, так и изолированных малых частиц. В связи с вышесказанным тема диссертационной работы Л.С. Стеклёновой представляется весьма актуальной.

Диссертационная работа Л.С. Стеклёновой посвящена установлению закономерностей влияния размера кристаллитов тетрахлорцинка рублидия, инкорпорированного в пористые диэлектрические матрицы с нанометровыми размерами пор, на его физические свойства. Основные научные результаты

диссертации достаточно полно отражены в 5 научных публикациях в ведущих российских и международных журналах. Результаты прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях.

На основании большого объема проведенных экспериментальных исследований их анализа автором получен ряд новых результатов, среди которых наиболее интересным, на наш взгляд, является следующий. Сегнетоэлектрический материал тетрахлорцинкат рубидия с несоразмерной фазой, внедренный в виде нанокристаллитов в матрицы пористого диоксида кремния и оксида алюминия, обнаруживает структурный фазовый переход в несоразмерную фазу только в первом случае при размере пор более 40 нм. На основе полученных результатов автором сделан вывод о том, что матрица из  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , «более активно» подавляет структурные фазовые переходы во внедренных частицах  $\text{Rb}_2\text{ZnCl}_4$ , по сравнению с матрицей на основе  $\text{SiO}_2$ .

Отметим, что полученные в работе результаты представляются достоверными, а выводы и основные положения, выносимые на защиту обоснованными. Это обеспечивается применением в работе апробированных экспериментальных методик, привлечением для объяснения и анализа экспериментальных результатов современных теорий физики сегнетоэлектриков, воспроизводимостью полученных результатов и их соответствием известным литературным данным.

Диссертация состоит из введения, заключения, списка цитируемой литературы из 130 наименований и четырех глав, включающих литературный обзор, описание используемых в работе экспериментальных методик и получение образцов, две главы содержат подробное изложение экспериментального материала. Работа изложена на 126 страницах печатного текста, содержит 64 рисунка.

**Во введении** сформулированы задачи, решаемые в диссертационной работе, выносимые на защиту положения, обоснована актуальность работы, её новизна и практическая значимость.

**В первой главе** сделан литературный обзор по теме исследования. Описаны физические свойства и структура монокристаллического тетрахлорцинка рубидия, являющегося модельным сегнетоэлектриком с несоразмерной фазой, в связи с этим автором рассмотрены общие вопросы теории сегнетоэлектриков с

несоразмерной фазой. Отдельное внимание уделено композитам на основе пористых матриц.

**Вторая глава** содержит подробное описание получения исследуемых образцов композитов, путем внедрения тетрахлорцинка рублидия из насыщенного водного раствора в пористые матрицы оксида кремния и оксида алюминия. Подробно описаны структурные характеристики исходного сырья и готовых образцов, результаты рентгенодифракционного анализа. Приводится описание экспериментальных методов изучения диэлектрических, тепловых, упругих и неупругих свойств с оценкой погрешностей.

**В третьей главе** представлены полученные автором экспериментальные результаты по исследованию кристаллической структуры, диэлектрических, акустических и тепловых свойств тетрахлорцинка рублидия в пористых стеклах на основе диоксида кремния.

**В четвертой главе** изложены экспериментальные результаты по исследованию диэлектрических свойств композитов тетрахлорцинка рублидия в пористых пленках оксида алюминия.

Основные результаты работы изложены в заключении и выводах по 3 и 4 главам.

Работа Л.С. Стеклёновой не свободна от недостатков. Отметим некоторые из них.

1. В конце второй главы приведена оценка размеров кристаллитов  $\text{Rb}_2\text{ZnCl}_4$  в порах матриц на основе  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Для композитов RA-30, RS-46 и RS-5 они явно превышают размеры пор, но никакого объяснения этого факта в диссертации не приводится.

2. Вызывают удивление некоторые оформительские детали. Так, в оглавлении диссертации отсутствует 4 глава, имеющаяся в диссертации. Диссертация представлена на 126 страницах, но в разделе «структура и объем работы» отмечено, что «... основная часть работы изложена на 108 страницах». Откуда взялось это число? Почему автор исключил из «основной части» список литературы, но оставил оглавление и литературный обзор? Наверно, все-таки не стоит отходить от стандартов, а в разделе «структура» писать общее число страниц диссертации. Формулы, представленные в автореферате, помещены в текст и поэтому читаются с трудом. Почему их нельзя было расположить как в 3 главе

диссертации? Место для этого в автореферате имелось, а излагаемый материал воспринимался бы значительно легче.

Отмеченные выше недостатки не меняют общую положительную оценку работы. Полученные в работе новые результаты являются экспериментально обоснованными и согласуются с модельными представлениями. Диссертация Л.С. Стеклёновой является законченной научно-исследовательской квалификационной работой. Достоверность результатов и обоснованность выводов не вызывают сомнений. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации. Полученные данные могут быть использованы в работе лабораторий и научных центров, занимающихся исследованиями и разработкой наноконпозиционных материалов

Диссертация по актуальности избранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, их достоверности и новизне соответствует критериям Положения о присуждении учёных степеней (п.9 – п.14), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а её автор, Л.С. Стеклёнова, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Отзыв заслушан и обсужден на заседании кафедры физики конденсированного состояния Тверского государственного университета 24 января 2023 г., Протокол № 7.

Пастушенков Юрий Григорьевич,  
Заведующий кафедрой физики конденсированного состояния  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Тверской государственный университет»,  
профессор, д.ф.-м.н.

Пастушенков Ю.Г.

Служебный адрес и телефон: 170002 г. Тверь Садовый пер. 35;  
e-mail: Pastushenkov.YG@tversu.ru  
Тел.: +7 (4822) 58-53-20 (доб. 107)