

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зорина Сергея Михайловича на тему:  
«Разработка основ технологии изготовления тонкоплёночной мишени пироэлектрического электронно-оптического преобразователя инфракрасного изображения на основе дифенил-2,2',4,4'-тетраамина»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06

Не вызывает сомнений **актуальность** темы диссертации, в которой С.М. Зорин представляет разработку технологии изготовления тонкоплёночной мишени - ключевого элемента пироэлектрического электронно-оптического преобразователя (пироЭОПа) инфракрасного изображения на основе дифенил-2,2',4,4'-тетраамина (ДФТА).

Безусловна **научная новизна** проведённых исследований и их результатов. Для разработки основ технологии изготовления мишени пиро-ЭОПа на основе ДФТА и исследования механизма возникновения пироэлектрических свойств этого материала автор применил современный комплексный подход с использованием квантово-химического моделирования и таких современных экспериментальных методов исследования тонкоплёночных структур, как оптическая микроскопия, РЭМ, РФА, ИК-Фурье-спектроскопия, измерения пиросигнала плёночного образца при нагреве в специально разработанной измерительной ячейке. Квантово-химическое моделирование свойств единичной молекулы ДФТА позволило сделать выводы о природе пироэлектрических свойств поликристаллов этого материала, обусловленных ангармонизмом тепловых вращательных колебаний фенильных групп молекулы относительно соединяющей их связи. Впервые был разработан метод получения пироэлектрических плёнок ДФТА на полиимидной (ПИ) свободной плёнке с системой микроотверстий с высоким значением пироэлектрического фактора качества по напряжению, что определяет эффективность преобразования изменения температуры пироэлектрика в сигнал. Особенности изготовления мишени пироЭОПа описаны в патенте РФ № 2325725.

Важное значение имеет **практическая значимость** результата работы. Можно отметить изготовление образцов пироЭОПов на основе ДФТА ( $\lambda=8\div 14$  мкм, мишень  $\varnothing 18$  мм, число ЧЭ  $640 \times 480$ ) и компактного тепловизора, с помощью которых получено ИК изображение с разрешением до  $320 \times 240$  и температурной чувствительностью 0,2 К.

Таким образом, основные **научные положения** и результаты диссертации

ции, выносимые на защиту, **достоверны** и не вызывают сомнения, так как получены с использованием известных методов и современного аналитического оборудования. Результаты исследований **апробированы** на 19 конференциях и опубликованы в научно-технических журналах, вошедших перечень ВАК для диссертационных работ (6 публикаций). По теме диссертации получено 6 патентов Российской Федерации и Акт о применении.

В качестве замечания можно отметить, что недостатком изложения автореферата, несколько снижающим качество проделанной автором работы, является неполное и недостаточное сравнение технико-эксплуатационных характеристик разработанного пироЭОПа и тепловизора на его основе с соответствующими характеристиками зарубежных образцов того же назначения.

Сделанное замечание не снижает общий высокий научный уровень работы. На основе материала, изложенного в автореферате и списка опубликованных работ, можно сделать заключение, что по своей научной новизне и практической значимости диссертация соответствует требованиям ВАК РФ согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства РФ (№ 842, от 24 сентября 2013 г.), а ее автор Зорин Сергей Михайлович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 - «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники».

Заместитель начальника отделения по науке  
АО «Российские космические системы»

к.т.н.

Ю.М. Гектин

Ведущий научный сотрудник  
АО «Российские космические системы»

д.т.н., профессор

В.И. Воробьёв

Адрес: 111250, Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 53

Тел. 8(495)673-92-84

Электронная почта: [contact@spacescorp.ru](mailto:contact@spacescorp.ru)

Подписи заместителя начальника отделения Ю.М. Гектина и ведущего научного сотрудника В.И. Воробьёва заверяю

Учёный секретарь АО «Российские космические системы»

к.т.н., с.н.с.

С.А. Федотов



исх. и-11/96