

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Ненашева Григория Васильевича  
«Электрические и оптические свойства углеродных наноструктур и их композитов  
с полупроводниковыми полимерами и перовскитами»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических  
наук по специальности 1.3.11 – физика полупроводников**

Углеродные наноструктуры и их композиты с полупроводниковыми полимерами и перовскитами являются объектами пристального внимания благодаря их уникальным оптическим и электрическим свойствам. Важно проводить исследование таких систем для разработки новых материалов, обладающих улучшенными характеристиками, и их внедрения в современные устройства, что делает тему диссертации Ненашева Г.В. особенно актуальной.

Из содержания автореферата следует, что диссертация посвящена комплексному исследованию электрических и оптических свойств углеродных наноструктур и их композитов с полупроводниковыми полимерами и перовскитами. Автором были поставлены и решены задачи, направленные на изучение механизмов транспорта заряда, устойчивости композитов и эффектов резистивного переключения. В результате проведенного исследования выявлены ключевые закономерности, определяющие поведение таких материалов, что позволяет расширить их потенциал для применения в оптоэлектронике.

Среди основных результатов работы можно выделить установление эффектов резистивного переключения в композитах на основе металлоорганических перовскитов и оксида графена. Это явление обусловлено захватом и накоплением носителей заряда в частицах оксида графена, что делает такие материалы перспективными для создания энергоэффективных устройств памяти. Композитные плёнки углеродных квантовых точек продемонстрировали низкое удельное сопротивление и стабильное снижение проводимости при понижении температуры, что связано с переходом к электронному механизму переноса заряда. Также важным результатом является использование композитов на основе углеродных квантовых точек и PEDOT:PSS, которые проявляют повышенную стабильность и улучшенные проводящие свойства.

Значимым вкладом в науку является разработка двухполюсного перезаписываемого мемристора на основе перовскита и оксида графена. Полученные характеристики мемристора, такие как время переключения (~40 нс) и высокая эффективность при низких температурах, подтверждают перспективность таких структур для применения в нейроморфных вычислительных системах.

Диссертация отличается комплексным подходом, охватывающим широкий спектр методов анализа морфологии, электрических и оптических свойств композитов. Научная новизна работы выражается в открытии новых эффектов резистивного переключения и уточнении механизмов переноса заряда в исследуемых системах. Практическая значимость результатов заключается в их применимости для создания новых материалов

и устройств, способных повысить эффективность современных оптоэлектронных технологий.

Представленные результаты подтверждаются публикацией 12 статей в рецензируемых журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus, что говорит о признании работы научным сообществом.

Замечания по содержанию автореферата:

1. На рис. 19 (в) приведена эквивалентная электрическая схема для исследуемых плёнок, но не приведены характерные значения элементов  $R$  и  $C$  самой схемы. Для обоснования достоверности эквивалентности схемы полезно было бы привести на графиках на рисунке 19, соответствующие зависимости, полученные для эквивалентной схемы.

2. Научная и практическая ценность диссертации раскрыта достаточно формально и не соответствует глубоким научным результатам, полученным соискателем в диссертационной работе.

3. В разделе «Публикации» и в списке публикаций не указано, какие из них опубликованы в журналах из списка ВАК.

Замечания носят рекомендательный характер и не снижают общую положительную оценку диссертации.

В целом, диссертация выполнена на высоком научном уровне, её содержание соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ненашев Григорий Васильевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

Доктор физико-математических наук  
по специальности 01.02.04 Механика  
деформируемого твердого тела  
профессор

В. Лукьянов

Лукьянов Валерий Дмитриевич.

Место работы: Военная академия связи имени Маршала Советского Союза  
С.М. Буденного.

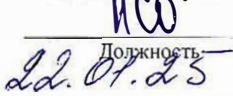
Должность: старший научный сотрудник.

Адрес места работы: Россия, 194064, г. Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий проспект, д.3.

Мобильный телефон: 8(921)8999537.

Адрес электронной почты: lukyanovvd@rambler.ru

Подпись Лукьянова Валерия Дмитриевича

  
Должность  
22.01.25  
Дата