

### О Т З Ы В

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.

Материалы на основе углерода являются одним из важнейших элементов современной электроники. В частности, особый интерес представляют низкоразмерные структуры типа графена, поскольку они обладают чрезвычайно привлекательными для практических приложений свойствами. Для функционализации материалов на основе углерода часто используют их композиты с полупроводниками, в частности, с полимерами и с перовскитами. Именно указанному кругу вопросов и посвящена диссертация Г.В. Ненашева, что и определяет ее актуальность.

В работе получен целый ряд важных результатов, из числа которых можно выделить следующие.

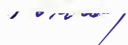
Показано, что композитные пленки на основе металлоорганических перовскитов  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$  и  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ , при 1-3 мас. % частиц оксида графена, демонстрируют эффекты резистивного переключения, которые обусловлены механизмами захвата и накопления носителей заряда в частицах оксида графена.

Установлено, что композитные пленки CQDs+PEDOT:PSS демонстрируют более высокую проводимость, чем чистые пленки CQDs, а также более высокую стабильность, чем чистые пленки PEDOT:PSS.

На основе эффекта резистивного переключения пленок перовскита  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$  и частиц оксида графена создан двухполюсный перезаписываемый мемристор для нейроморфных операций.

Насколько можно судить по автореферату, диссертация удовлетворяет всем критериям, установленным для кандидатских диссертаций, а ее автор, Ненашев Григорий Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – физика полупроводников.

Заведующий кафедрой  
общей физики и физики конденсированного состояния  
физического факультета  
Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова  
член-корр. РАН, профессор, доктор физ.-мат. наук

  
Хохлов Дмитрий Ремович

Почтовый адрес: Ленинские горы, д.1, стр.2, Москва 119991  
E-mail: khokhlov@mig.phys.msu.ru  
Тел. +7-(495)-939-11-51

Подпись Д.Р. Хохлова заверяю  
И.о. декана физического факультета МГУ  
профессор