

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Израэльянца Карена Рубеновича

«Эмиссионные характеристики углеродных нанотрубок в постоянном и слабом высокочастотном электрических полях» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Полевые катоды на основе углеродных нанотрубок (УНТ) уже более 15 лет рассматриваются как ключевой элемент вакуумной микроэлектроники. Потенциал возможных применений УНТ в вакуумных микро-устройствах довольно широк, включает СВЧ генераторы, рентгеновские трубки, светоизлучающие панели и многое другое. Для практического применения требуется повышение мощности и стабильности катодов. Исследования, позволяющие понять механизм полевой эмиссии с поверхности углеродных наноструктур, могут помочь в решении этих проблем являются весьма актуальными. Несомненным достоинством проделанной работы является успешное сочетание фундаментальных научных исследований и демонстрации возможности практического применения катодов на основе УНТ в вакуумных электронных приборах. Высокотехнологичные образцы на основе углеродных наноматериалов были получены и исследованы в Российских научных учреждениях и будут направлены на создание современных приборов российской электронной промышленностью. Автореферат хорошо написан и содержит логически обоснованные выводы и заключения, однако имеется ряд замечаний, как по сути излагаемых вопросов, так и по форме их представления:

1. Не ясно, с какими углеродными нанотрубками автор имеет дело, многослойные УНТ или однослойные со слоем пиролитического углерода?
2. Пункт 1 научной повизны представлен не вполне корректно, т.к. указана величина порогового электрического поля достигнутая для тока  $10^{-11}$  А, а в стандартных измерения порог определяется обычно при токах  $10^{-6} - 10^{-7}$  А.
3. Не ясно, почему в разделе, посвященному определению центров эмиссии, не использовался плоский анод.
4. Автором были получены нелинейные вольтамперные характеристики для химически обработанных УНТ. На наш взгляд автор предлагает довольно сложное объяснение этого эффекта. Возможно, наблюдаемые отклонения от закона Фаулера-Нордгейма связано с химическими реакциями в УНТ при их разогреве или эффектами адсорбции остаточных газов.

Результаты исследования подтверждены 8 публикациями в реферируемых отечественных и зарубежных журналах и активным участием К.Р. Израэльянца в российских и международных конференциях.

Считаем, что диссертационная работа «Эмиссионные характеристики углеродных нанотрубок в постоянном и слабом высокочастотном электрических полях» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор — Израэльянец Карен Рубенович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

ФИО: Окотруб Александр Владимирович  
Ученая степень: д.ф.-м.н.  
Специальность: 02.00.04 (физическая химия)  
Почтовый адрес: 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 3.  
Телефон: +7-383-3305352  
Адрес электронной почты: spectrum@niic.nsc.ru  
Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук  
Ученое звание: профессор.  
Должность: зав. лабораторией.

ФИО: Тусельников Артем Владимирович  
Ученая степень: к.ф.-м.н.  
Специальность: 02.00.04 (физическая химия)  
Почтовый адрес: 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 3.  
Телефон: +7-383-3305352  
Адрес электронной почты: artemg@ngs.ru  
Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук  
Ученое звание: нет  
Должность: старший научный сотрудник.

Подпись Окотруб А.В., Тусельникова А.В.  
заверяю  
Ученый секретарь ИХ СО РАН  
" 14 " ноября 2011 г.