

Отзыв на автореферат диссертации Чумака М.А.

«Влияние оксидных покрытий на полевые эмиссионные характеристики углеродных нанотрубок» представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.5 — Физическая электроника

Диссертационная работа Чумака Максима Александровича направлена на проведение фундаментальных исследований влияния тонких слоев оксидов металлов на характеристики полевой эмиссии углеродных нанотрубок. Тема диссертационной работы является **актуальной**, т. к. на основе холодных катодов возможна разработка целого ряда устройств, которые по характеристикам превосходят термоэмиссионные катоды. Согласно тексту автореферата, был использован комплексный междисциплинарный подход, включающий: ALD (атомно-слоевое осаждение) метод нанесения оксидных пленок; полную структурную характеризацию углеродных нанотрубок, покрытых тонкими слоями оксидов металлов (NiO и TiO_2); спектральные измерения валентной зоны и работы выхода, а также прямые автоэмиссионные испытания.

Автореферат хорошо структурирован и написан с применением современной терминологии, содержит наглядные иллюстрации, помогающие раскрыть суть работы и полученные результаты. К наиболее важным результатам диссертации можно отнести следующие, имеющие явную научную новизну:

1. Термообработка при $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ тонкопленочного покрытия NiO , нанесенного на углеродные нанотрубки, привела к изменению его химического состояния и, как следствие, к снижению работы выхода, что, в свою очередь, обусловило снижение пороговых электрических полей и увеличение токов полевой эмиссии углеродных нанотрубок.

2. Было показано, что покрытия TiO_2 , нанесенные на поверхность углеродных нанотрубок методом атомно-слоевого осаждения, имеют высокую стабильность и воспроизводимость химического состава независимо от толщины покрытия, что важно для обеспечения воспроизводимости характеристик полевых эмиттеров. Нанесение тонких пленок TiO_2 привело к снижению работы выхода острийных эмиттеров на основе углеродных нанотрубок, что уменьшило пороговые напряжения электрического поля для возникновения эмиссии электронов и повысило эффективность автоэмиссионных катодов.

Чумаком Максимом Александровичем выполнен большой объем исследований с применением современных методов и оборудования. Представленные результаты диссертационной работы грамотно интерпретированы, хорошо аргументированы с учетом уровня современных знаний в этой области науки. Следует отметить, полученные результаты могут быть использованы для оптимизации технологии создания полевых катодов большой площади.

Результаты исследований были представлены на Всероссийских и Международных конференциях, а также опубликованы в 12 статьях в рецензируемых научных журналах, что свидетельствует о достаточной апробации результатов и участии автора в научных дискуссиях по теме диссертации.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. Почему для исследований был выбран обсуждаемый тип углеродных нанотрубок, на основе которых затем были изготовлены полевые катоды?

2. Металлическими или полупроводниковыми свойствами обладают углеродные нанотрубки в представленных исследованиях? Играет ли роль тип проводимости нанотрубок на эмиссионные свойства катодов в целом?

Представленные замечания не снижают теоретической и практической значимости диссертационной работы.

В целом диссертация Чумака Максима Александровича «Влияние оксидных покрытий на полевые эмиссионные характеристики углеродных нанотрубок» выполнена на высоком научно-техническом уровне и ее материалы полностью удовлетворяют всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе РАН (от 20.12.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Чумак Максим Александрович, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 – Физическая электроника.

Отзыв составил:

доктор физико-математических наук, профессор,
академик НАН Беларуси,

заведующий лабораторией элионики

НИУ «Институт прикладных физических
проблем имени А.Н. Севченко»

Белорусского государственного университета

«14» 05 2025 г.

Подпись *Комаров*
Начальник ОК 4.05.25

Комаров Ф.Ф.

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета, 220045, г. Минск, ул. Академика Курчатова, 7.

Я, Комаров Фадей Фадеевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета ФТИ 34.01.03 и их дальнейшую обработку.