

## ОТЗЫВ

### научного руководителя

на диссертационную работу Снежко Николая Юрьевича  
«Создание и исследование функциональных наноструктурных  
композиционных покрытий  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{SnO}_2)$  и  $\text{ZrO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$ », представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.16.06 - Порошковая металлургия и композиционные  
материалы

В работе исследованы прозрачные проводящие покрытия  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{SnO}_2)$  (ITO) на стекле с подслоем  $\text{ZrO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$  (YZO), полученные раствором методом. Разработка новых технологий нанесения слоистых материалов для функциональных покрытий на изделия является актуальной проблемой современной техники. Широкая востребованность прозрачных проводящих покрытий для создания энергосберегающих окон, обогреваемого стекла, электрохромного стекла, солнечных батарей требует разработки недорогого метода их изготовления. Традиционные методы магнетронного и электронного напыления, газофазного осаждения и др., применяемые для получения прозрачных покрытий ITO и YZO осложнены использованием вакуума, дорогостоящего оборудования и небольшим объемом реакционных камер.

Для получения наноструктурных прозрачных проводящих покрытий высокой чистоты  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{SnO}_2)$  (ITO) и  $\text{ZrO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$  (YZO) заданной стехиометрии из недорогих исходных веществ использован экстракционно-пиролитический метод, который заключается в нанесении растворов экстрактов металлов на подложки в условиях окружающей среды с последующим пиролизом на воздухе.

Основные задачи, сформулированные диссертантом, решены.

Впервые экстракционно-пиролитическим методом получены композиционные покрытия в виде прозрачных проводящих покрытий  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{SnO}_2)$  на подслое  $\text{ZrO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$ . Исследовано влияние режимов синтеза: температуры и времени отжига, химического состава на резистивные, оптические свойства и морфологию ITO покрытий и проведена оптимизация процессов их синтеза. Исследована теплопроводность стекла с покрытиями  $\text{ZrO}_2(\text{MgO})$ ,  $\text{ZrO}_2(\text{BaO})$ ,  $\text{ZrO}_2(\text{NiO})$ . Исследована возможность использования YZO покрытий для защиты СВЧ плат.

Проведенные Снежко Н.Ю. функциональное тестирование полученных образцов показало высокую прозрачность, стабильное поверхностное сопротивление и хорошую адгезию покрытий. На основании лабораторных

исследований показана возможность создания энергосберегающего стекла и прозрачных электродов для электрохромного стекла и солнечных батарей.

Экспериментальные исследования и их обработка в большей мере проведены лично диссертантом. Снежко Н.Ю. освоил методы синтеза и исследования пленочных материалов, в том числе атомно-силовую микроскопию, оптическую спектроскопию, рентгеноструктурные методы исследования.

В процессе выполнения диссертационной работы Снежко Николай Юрьевич участвовал в конкурсах инициативных проектов, получил грант на реализацию проекта в сфере научно-технического творчества молодежи, получил дополнительное образование в Красноярской молодежной бизнес школе и повышение квалификации в Сибирском федеральном университете, получил грант от фонда им. Замараева на стажировку в Институте общей и неорганической химии РАН, г. Москва, участвовал в ряде международных конференций в Москве и Санкт Петербурге. В целом Николай Юрьевич очень ответственно и целеустремленно работал над диссертационной работой, проявил научный подход и организаторские способности для достижения поставленных целей.

Основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, апробированы на ряде конференций молодежного, российского и международного уровней. Получен патент РФ.

По моему мнению, диссертационная работа «Создание и исследование функциональных наноструктурных композиционных покрытий  $\text{In}_2\text{O}_3(\text{SnO}_2)$  и  $\text{ZrO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$ » соответствует требованиям П.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор Снежко Николай Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - порошковая металлургия и композиционные материалы, технические науки.

ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет  
кафедра Приборостроения и наноэлектроники  
Института инженерной физики и радиоэлектроники,  
доктор технических наук,  
профессор  
14.09.2014

Патрушева Тамара Николаевна

Почтовый адрес: 660041, Красноярск, ул. Борисова, 20, ауд. 2-28  
Телефон: 89232801286  
e-mail: pat55@mail.ru



ФГАОУ ВПО СФУ	
Подпись <i>Патрушевой</i>	заверяю
Начальник общего отдела	<i>[Signature]</i>
«14»	20/4г.