

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Борулевой Екатерины Алексеевны
«Пленки оксида цинка, допированные ионами лантаноидов и углеродными
наноструктурами: оптические свойства и взаимодействие с
биомакромолекулами», представленной на соискание ученой степени
кандидата химических наук по специальности:

1.4.4. – Физическая химия.

Диссертационная работа Борулевой Екатерины Алексеевны представляет собой детальное исследование взаимодействия синтезированных тонких пленок оксида цинка с ионами лантаноидов, детонационными наноалмазами (ДНА) и биомакромолекулами. В качестве лантаноидов изучены ионы гадолиния, лантана и тербия в различных концентрациях, а в качестве биообъектов – дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и сывороточный альбумин человека (САЧ). Тематика работы актуальна, так как в ней получены новые данные об оптических свойствах тонких пленок на основе оксида цинка с допантами и их взаимодействиях с биомакромолекулами, что открывает возможности для использования таких пленок в биомедицине, биосенсорике и других практических приложениях.

Автором впервые золь-гель методом синтезированы пленки ZnO:SiO₂ и пленки ZnO:SiO₂, допированные ионами гадолиния, тербия, лантана и ДНА. Исследованы положения максимумов полос УФЛ и их интенсивностей при различных концентрациях допантов в пленке ZnO:SiO₂, а также коэффициенты прозрачности и ширины запрещенных зон. В случае допирования лантаноидами ширина запрещенной зоны увеличивается, демонстрируя эффект Бурштейна-Мосса. При использовании ДНА для допирования пленок ширина запрещенной зоны незначительно уменьшается с увеличением концентрации допанта из-за гибридизации ДНА. Ширина запрещенной зоны – одно из основных свойств полупроводников, и умение управлять ею очень важно для различных технических приложений. В допированных пленках

величина коэффициента пропускания возрастает на 30-50% по сравнению с недопированной пленкой ZnO:SiO₂, что расширяет границы их использования в оптоэлектронных устройствах, например, в качестве электрода в тонкопленочных солнечных элементах.

В работе исследовано влияние ДНК на структурные и оптические свойства пленок ZnO:SiO₂ с допантами. Показано, что ДНК слабо влияет на флуоресцентные свойства пленок ZnO:SiO₂, допированных ионами лантаноидов, поэтому может служить инертной матрицей. А при взаимодействии ДНК с пленками ZnO:SiO₂, допированными ДНК интенсивность флуоресценции растет, а значит, пленки ZnO:SiO₂:ДНК могут служить сенсором на ДНК. Методами сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии обнаружено, что ДНК взаимодействует с лантаноидами иnanoструктурами, модифицируя поверхность.

Показано, что добавление ДНК в пленки ZnO:SiO₂, допированных ионами тербия и содержащих САЧ, увеличивает интенсивность УФЛ пленки почти в два раза. Такие системы позволяют регистрировать методом флуоресцентной спектроскопии концентрации САЧ и ДНК вплоть до 10⁻¹² г/л.

Результаты работы расширяют и значительно дополняют фундаментальные знания о механизмах взаимодействия полупроводниковых материалов с редкоземельными элементами (РЗЭ) и биомакромолекулами. Разработанные в данной работе системы могут использоваться в качестве чувствительных элементов биосенсоров, например, для регистрации белков.

Содержание автореферата полностью соответствует основным защищаемым положениям диссертации.

Диссертация Борулевой Екатерины Алексеевны «Пленки оксида цинка, допированные ионами лантаноидов и углеродными nanoструктурами: оптические свойства и взаимодействие с биомакромолекулами» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и критериям, изложенным в пп. 9-14 "Положения о присуждении ученых степеней" (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 в редакции

Постановления Правительства РФ от 11.09.2021 г. №1539), а ее автор - Борулева Екатерина Алексеевна – заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Бричкин Сергей Борисович, доктор химических наук (специальность 02.00.04. - Физическая химия), главный научный сотрудник лаборатории фотоники наноразмерных структур, E-mail: brichkin@icp.ac.ru,

тел. 8-905-798-40-93.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и
медицинской химии Российской академии наук, 142432, Московская область,
г. Черноголовка, проспект академика Семенова, 1. E-mail: office@icp.ac.ru,
тел. 8(496)522-19-03

Я, Бричкин Сергей Борисович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой докторской диссертационного совета 24.1.038.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, и их дальнейшую обработку.

14.10.2022

Бричкин С.Б.

Подпись Бричкина С.Б. заверяю

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждение науки Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук

доктор химических наук

14.10.2022

Психа Б.Л.

