

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лукьянцева Дениса Сергеевича «Метод контролируемого формирования наноструктурированных металл-оксидных пленок», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5. Физическая электроника.

Диссертационная работа Лукьянцева Дениса Сергеевича посвящена разработке не разрушающегося метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) с угловым разрешением, в том числе для контроля формирования наноструктурированных металл-оксидных пленок в результате ионного воздействия. Актуальность тематики работы обусловлена все возрастающими требованиями к контролю химического состава таких пленок, которые находят широкое применение при создании газовых сенсоров, элементов солнечной энергетики. Особенно важен *in situ* контроль послойного химического фазового состава оксидных пленок металлов для исследования мемристоров - новых элементов памяти. Для решения поставленных задач в диссертационной работе Лукьянцева Д.С. была решена задача определения послойного химического состава пленок оксидов металлов с субнанометровой точностью путем многоэтапного алгоритма обработки спектров РФЭС, впервые получена аналитическая формула для расчета функции фотоэлектронной эмиссии от многослойной мишени с периодическими и стохастическим расположенными наноструктурами. Из решения обратной задачи РФЭС им была решена важная задача определения параметров поверхностного слоя. С использованием *in situ* контроля им были исследованы характеристики поверхностного слоя после его ионной модификации и распыления. Им впервые был разработан метод контролируемого формирования многослойных наноструктурированных ультратонких металл-оксидных пленок с помощью различных режимов облучения ионами аргона и атмосферного окисления с точным контролем их состава. Эти эксперименты были выполнены на высоком экспериментальном уровне.

Достоверность представленных автором результатов работы подтверждается использованием строгих математических расчетов, использованием современных экспериментальных методов исследований. Работа прошла апробацию на многочисленных профильных научных российских и международных конференциях. Результаты работы опубликованы в пяти статьях в журналах из «Белого списка» в отечественных журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, что также свидетельствует о высоком уровне работы. Выносимые на защиту научные положения и

основные результаты диссертации логичны и аргументированы. Автореферат написан ясно с наглядными и отлично выполненными иллюстрациями.

Считаю, что диссертационная работа Лукьянцева Дениса Сергеевича «Метод контролируемого формирования наноструктурированных металл-оксидных пленок», полностью соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5. Физическая электроника.

д.ф.-м.н., главный научный сотрудник
Центра научно-информационных
технологий – Ярославль Отделения
физико-технологических исследований
имени К.А. Валиева Курчатовского
комплекса НБИКС – природоподобных
технологий НИЦ «Курчатовский
институт»

Амиров И.И.

Адрес: Университетская 21, г. Ярославль, 150007, ЦНИТ- Ярославль,
Тел.: 8(824) 5476
E-mail: ildamirov@yandex.ru