

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Свиташевой Светланы Николаевны «Развитие метода эллипсометрии для исследования наноразмерных пленок диэлектриков, полупроводников и металлов», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики

В последнее десятилетие во всем мире, в том числе и в РФ, идет осмысление проблемы наносостояния и следующего шага – перехода к нанотехнологиям. В 2006 году появилась «Программа развития в РФ работ в области нанотехнологий и наноматериалов», создана Комиссия по нанотехнологиям в РАН, начато финансирование программ.

Конечно, с объектами и процессами на наноуровне встречались намного раньше. Но качественный скачок в исследованиях наномира произошел в результате инструментальных успехов: развития методов микроскопии высокого разрешения и методов спектральных исследований фемтосекундных физических и химических процессов. В свою очередь, наномасштаб требует и новых стандартов измерения в эксперименте.

В ряду неразрушающих и многообещающих методов исследования разнообразных свойств тонких пленок находится метод эллипсометрии, внимание к которому возрастает, о чем свидетельствуют международные и российские конференции последних лет.

Работа, представленная Свиташевой С.Н. к защите, несомненно актуальна ввиду вышесказанного, а также вследствие необходимости разработки новой элементной базы интегральной оптики, нано- и микроэлектроники с заданными свойствами, а также высокой степенью интегральности и функциональности (с уменьшением размеров возрастает быстродействие, что очень важно для электроники и вычислительной техники).

Обращает на себя внимание сочетание трудностей для автора диссертационной работы, заключающихся и в исследовании наноразмерных пленок, и в повышении точности измерений и расчетов, и в решении обратных задач (что сложнее решения прямых задач такого же характера).


Диссертация Свиташевой С.Н. представляет собой многолетний научный труд, в котором экспериментальные данные наряду с самостоятельным значением для ряда важных структур металлов, полупроводников и диэлектриков применяются для корректировки и повышения точности предложенных методов. Для поглощающих и непоглощающих сред разработан графоаналитический метод, позволяющий определять по номограммам толщину и состав пленок. Статистический подход к минимизации функции ошибок в виде ряда разных функционалов, зависящих от нескольких параметров, распределенных по поверхности и глубине структур, позволил для конкретных структур и конкретных определяемых параметров выбирать результаты с наилучшей точностью. Так, функции ошибок, приведенные на стр.3с автореферата, позволяют выбрать для конкретной толщины пленки одну из них, соответствующую наименьшему числу локальных минимумов, чтобы минимизировать погрешность решений для данных измерений. Оправдан также ите-


рациональный метод, поскольку итерационные методы являются самокорректирующимися и минимизируют ошибки округления. Новый тип номограмм приращений эллипсометрических углов позволяет исключать ошибку в определении начальной точки при оценке толщины и показателя преломления. Интересен и разработанный диссертантом метод эквивалентной пленки для шероховатых поверхностей, заменяющей неоднородный поверхностный слой, который связывает усредненные макро-характеристики с микроскопическими свойствами пленки. В системах с фазовыми переходами автором применен оригинальный метод сшивки двух задач по общему параметру, что дало возможность определения нескольких параметров до и после фазового перехода в предположении неизменности толщины пленки.

Работа производит целостное и масштабное впечатление, что обусловлено и разработкой новых методов физических исследований, и новых методов измерения, позволяющих увеличить их точность и чувствительность, а также дополняется полноценным экспериментом. Видимо, в силу этой объемности в автореферате встречаются обозначения, к которым нет пояснения (например,  $a_j$  и  $a$  на стр.12), или отсутствуют обозначения (как для штриховых ветвей рис.4, хотя в тексте они упоминаются), что можно отнести к замечаниям. На мой взгляд, избыточно и число подчеркиваний в тексте (к примеру, на стр. 13). К замечаниям можно отнести и неоднотипность в подписях к рисункам, некоторые из которых вовсе без подписи, а другие неоправданно длинны (как в рис.16). Размеры автореферата не позволяют и более подробного изложения, что иногда чувствуется как недостающее.

Работа Свиташевой С.Н. прошла многочисленные апробации на семинарах, симпозиумах и конгрессах разного уровня, велась в рамках государственных научно-технических программ, подкрепленных грантами, представлена научными статьями в реферируемых журналах, монографиями, и имеет ряд экспериментальных результатов, полученных в крупных научно-производственных объединениях страны.

Диссертация Свиташевой С.Н. «Развитие метода эллипсометрии для исследования наноразмерных пленок диэлектриков, полупроводников и металлов» является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новые методы исследования и повышающая точность эллипсометрических методов, имеет научное и прикладное значение в приборостроении, физике наноструктур, в физике конденсированного состояния, физике полупроводников, а также везде, где важен микрорельеф поверхности. Настоящая работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Доктор технических наук, профессор  Белейчева Т.Г.  
Морской гос. университет им. адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток

*Подпись Белейчевой Т.Г. заверяю.*  
*Проректор по конвенционной и морской подготовке*  
*МГУ им. адм. Г.И. Невельского*  
*Чернов Н.Р.* 

ЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ АВТОРА ОТЗЫВА

Белейчива Татьяна Грайровна - профессор кафедры высшей математики Морского государственного университета имени адмирала Г. И. Невельского (690059, г. Владивосток, ул Верхнепортовая, 50а, тел. (423)241-49-68, E-mail: [office@msun.ru](mailto:office@msun.ru))