

## Отзыв

на автореферат диссертации  
**ЧУДАКОВА** Евгения Александровича  
«**Новые методы оптической диагностики тонких пленок**»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.05 – оптика

Тонкопленочные структуры в настоящее время находят все более широкое применение для создания материалов для различных применений. Тонкие пленки лучше понимать в контексте материаловедения, которое представляет собой широкую область прикладных и теоретических исследований. Действительно, материаловедение направлено не только на понимание свойств вещества, но и на прогнозирование корреляции между методами подготовки и разработкой материалов с определенными свойствами; этот аспект особенно актуален для изучения тонких пленок. Основная предпосылка в материаловедении заключается в том, что свойства и эксплуатационные характеристики являются следствием структуры, а структура является следствием процессов, которые использованы при ее создании. Первое распространенное применение тонких пленок заключалось в производстве зеркал. Тонкая металлическая пленка на стеклянной подложке применялась для формирования отражающей поверхности. Тонкослойные пленки в последующем были использованы для создания просветленной оптики, а многослойные тонкопленочные покрытия для создания высокоотражающих зеркал, без которых сложно представить современные лазерные системы.

Уместно отметить, что в настоящее время область применения тонкопленочных элементов существенно расширилась. Они используются при создании приборов микроэлектроники, для предотвращения коррозии, для покрытий, обеспечивающих улучшение свойств режущего инструмента. Растущий во всем мире спрос на электроэнергию привел к поиску устойчивых, надежных и доступных фотоэлектрических материалов. Большое внимание уделено созданию эффективных тонкопленочных солнечных элементов для их производства в промышленном масштабе. Наряду с перечисленными применениями в последнее время активно разрабатываются структуры для создания сенсоров различных элементов. Не пытаясь перечислить все области применения тонкопленочных структур следует отметить значительное расширение методов получения тонких пленок различных материалов. Можно отметить, что наряду с традиционными большие перспективы имеют методы, основанные на лазерноплазменном создании пленок, поскольку при этом возможно создание наноструктурированных пленок, состав и свойства которых может варьироваться изменением материалов и параметров лазерных источников. Разработка и создание пленок для определенных применений требует определения и контроля их параметров. В большинстве случаев это обеспечивается посредством измерения спектров отражения. Есть ряд спектрометров с использованием которых по измерению спектров отражения, можно определить все интересующие параметры тонкопленочных структур. Можно назвать, например, спектрофотометры PHOTON RT. Следует правда отметить, что образцы для спектрометров должны быть миллиметровых размеров. В ряде случаев для многих структур требуются измерения для малых образцов или для образцов с высоким пространственным разрешением. Именно на разработку подобных методов нацелена диссертационная работа **Чудакова** Евгения Александровича и с учетом вышеизложенного тема диссертационной работы является актуальной.

Обычно в отзыве на автореферат, как и на диссертацию, принято отмечать основные новые научные результаты. Применительно к данной диссертации можно отметить, что наряду с актуальностью, которая обусловлена изучаемыми структурами, что отмечалось выше, принципиальную новизну имеет разрабатываемая методика, позволяющая определять параметры структур с высоким пространственным разрешением. Можно также отметить, что основной новизной диссертации является предложенный бесконтактный

вариант волноводной спектроскопии. В нем локальное зондирование слоя осуществляется за счет возбуждения в структуре лазерным пучком, сфокусированным непосредственно на поверхность слоя. При определенных условиях распределение интенсивности отраженного от пленки пучка имеет, как и в стандартной волноводной спектроскопии, вид  $m$ -линии. Контур  $m$ -линии, измеряемый матрицей фотоприемников, экстремально чувствителен к характеристикам пленки. На этой основе предложен новый метод контроля толщины и показателя преломления ультратонких (наноразмерных) пленок.

Установлено, что причиной появления резонансных провалов в спектрах пропускания фотонно-кристаллических волокон с тонкопленочными покрытиями является резонансное усиление амплитуд стоячих волн между образующими воздушными каналами и покрытием волокна. Получены оценки спектров пропускания волоконно-оптических сенсоров аммиака в воздухе, использующих названный эффект.

Установлены соотношения, применение которых к проектированию антибликовых интерференционных покрытий показало, что оптимизированное просветляющее двухстороннее интерференционное покрытие обеспечивает примерно в пять раз меньший по величине средний энергетический коэффициент отражения по сравнению с оптимизированным односторонним покрытием.

В качестве замечания можно отметить громоздкость некоторых положений. Например, в положении 2 можно было бы ограничиться по существу слегка измененным последним предложением. Отмечу также, что некоторые кривые на чёрно-белых иллюстрациях сложно отличить (см. рис. 3). Различить их можно на цветных изображениях, что можно сделать с использованием файла, взятого с сайта ВАКа.

Научная новизна и практическая значимость, а также достоверность результатов диссертационной работы не вызывают сомнений. Результаты и выводы проведенных исследований неоднократно докладывались на международных научных конференциях и достаточно полно опубликованы в авторитетных научных изданиях, что подтверждает высокий научный уровень работы. Важно отметить, что результаты исследований уже нашли применение: на заводе «Диапроектор» (г. Рогачев) при диагностике оптических характеристик стеклянных пластин и в холдинге «Гомсельмаш» (г. Гомель) при проектировании антибликовых экранов для мониторов бортовых компьютеров.

Ознакомившись с авторефератом диссертационной работы **ЧУДАКОВА** Евгения Александровича «*Новые методы оптической диагностики тонких пленок*», можно утверждать, что автореферат и сама диссертация в полной мере удовлетворяют требованиям и критериям (пп. 19–26 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Доктор физико-математических наук,  
профессор

**Е.С. Воропай**

220030, г. Минск, пр-т Независимости, 4

Белорусский государственный университет  
физический факультет.

Тел. +375(017)2095472

e-mail: voropay@bsu.by

профессор кафедры лазерной физики  
и спектроскопии

Белорусского государственного университета



Я, Воропай Евгений Семенович, даю согласие на размещение данного отзыва на официальном сайте Института физики НАН Беларуси в глобальной компьютерной сети Интернет.