

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по науке  
АО «НПО ГИПО»  
д-р техн. наук, проф.

В.П.Иванов

2019г.

### ОТЗЫВ

АО «НПО «Государственный институт прикладной оптики» на автореферат диссертации Семенова Захара Владимировича **«Исследование метода непрямого оптического контроля толщин многослойных покрытий в широком спектральном диапазоне»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

В диссертации З.В.Семенова проведено теоретическое исследование нового метода оптического контроля толщин слоев многослойных покрытий на основе разработанной им компьютерной модели. Задача повышения точности измерения толщин слоев интерференционных покрытий в процессе их нанесения является актуальной, т.к. ее решение позволяет улучшить оптические характеристики получаемых покрытий. В связи с развитием техники в настоящее время появилась возможность проводить оптический контроль толщин слоев в широком спектральном диапазоне. Метод непрямого оптического широкополосного контроля, исследованный автором, является перспективным и точным, позволяющим минимизировать погрешности толщин слоев напыляемых интерференционных покрытий.

Представленная диссертационная работа в целом выполнена на хорошем научно-техническом уровне. Автору удалось построить убедительную компьютерную модель для исследования влияния различных факторов на погрешности измерения толщин слоев при непрямом широкополосном оптическом контроле. Проведенные расчеты позволили ему определить диапазон оптимальных, с точки зрения минимизации погрешностей, толщин слоев, предложить способы уменьшения погрешностей измеряемых толщин.

Представленные в автореферате результаты исследований метода непрямого оптического контроля в широком спектральном диапазоне представляют несомненный интерес как для специалистов в области технологии изготовления тонкопленочных покрытий различного назначения, так и для разработчиков контрольно-измерительной аппаратуры.

Практически значимым является разработанное автором программное обеспечение, позволяющее корректировать расчетные спектральные характеристики покрытий с учетом уже измеренных толщин нанесенных слоев.

Несомненным достоинством диссертации З.В.Семенова является практическая реализация рассмотренной системы косвенного оптического широкополосного контроля на современной элементной базе.

Из недостатков работы следует отметить:

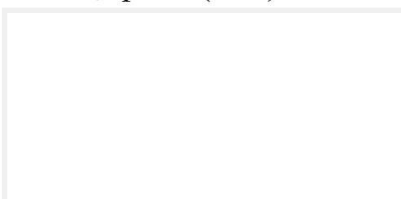
1. В автореферате недостаточно отражены ограничения метода непрямого оптического контроля. Например, при нанесении узкополосных фильтров целесообразней использовать сквозной контроль, при котором систематические погрешности толщин слоев компенсируются в процессе напыления. Также было бы полезно исследовать влияние на точность измерения толщин неоднородности показателей преломления пленкообразующих материалов.

2. Вызывает сомнение правомерность применения предлагаемой модели для практической оценки погрешностей толщин тонких слоев. При толщинах слоев до 10-20 нм (в зависимости от пленкообразующего материала и условий осаждения) пленка по своей структуре еще не является сплошной. Поэтому говорить о погрешностях измерения толщин таких пленок без учета их структуры неверно. Кроме того, заявленные погрешности (0,2 нм и менее) сопоставимы с размерами молекул паров осаждаемых пленкообразующих материалов, что также вызывает сомнения в практической применимости модели.

3. Применительно к оптическим покрытиям общепринято использовать термин «фильтр» для описания конкретного типа покрытий (узкополосный фильтр, блокирующий фильтр и т.п.). Использование автором термина «фильтр» как обобщающего понятия для всех типов покрытий (с.с.3, 5, 7, 9, 17 автореферата) в контексте представленной работы представляется некорректным.

Указанные замечания не снижают общей ценности работы. В целом диссертационная работа З.В.Семенова удовлетворяет требованиям ВАК, а соискатель учёной степени заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 - Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Отзыв подготовил главный научный сотрудник АО «НПО «Государственный институт прикладной оптики», научный руководитель отдела технологии оптических покрытий, профессор, д-р технических наук, действит. член АИН им.А.М.Прохорова Гайнутдинов Ильдус Саяхович (420075, г.Казань, ул.Липатова, 2, АО «НПО ГИПО», т.(843) 234-19-62, факс (843) 294-87-01, e-mail: gipo@telebit.ru).

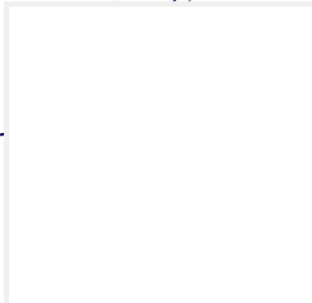


И.С.Гайнутдинов

СОГЛАСОВАНО:

Ученый секретарь АО «НПО «Государственный институт прикладной оптики» д-р физ.-мат. Наук, проф. Филиппов Вадим Львович (420075, г.Казань, ул.Липатова, 2, АО «НПО ГИПО», т.(843) 294-87-01, факс (843) 294-87-01, e-mail: [gipo@telebit.ru](mailto:gipo@telebit.ru)).

В.Л.Филиппов



Отзыв получен

06.12.2013

 Серебряников М.А.