

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Сергеева Александра Александровича «Взаимодействие лазерного излучения с нанокompозитными системами на основе биополимерных и биосиликатных матриц в условиях влияния параметров окружающей среды», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика

Прогресс в развитии лазерной физики и оптики в настоящее время во многом определяет растущий интерес к новым материалам, особенно к материалам с нелинейными оптическими свойствами, определяющими процессы генерации, передачи и обработки оптического излучения. При этом принципиальной является возможность управления оптическими свойствами таких материалов путем их легирования различными наночастицами, квантовыми точками и другими добавками. Такие материалы находят применение при решении широкого круга прикладных задач, от построения телекоммуникационных линий связи до создания миниатюрных интегрально-оптических устройств. В диссертационной работе представлены исследования особенностей взаимодействия лазерного излучения с новыми биополимерными и силикатными материалами с перспективой их использования при создании оптических сенсорных систем и полностью оптических систем управления параметрами лазерного излучения. Таким образом, тема диссертационной работы соискателя **является актуальной**.

Использование нанокompозитных сред в качестве различного рода датчиков, приемников оптического излучения и систем передачи оптического сигнала обуславливает **практическую значимость** выбранного направления исследований.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и заключения. Общий объем работы 139 страниц, включая 56 рисунков, 9 таблиц и список литературы из 263 наименований.

Во **введении** дано описание существующих методов построения оптических планарных волноводных систем, заключающихся в модификации поверхности волновода дополнительным слоем, изменяющим свои оптические характеристики в присутствии определяемого вещества; указаны основные требования, предъявляемые к таким системам, приведены основные характеристики существующих сенсоров, определены их достоинства и недостатки. Также во введении приводится описание базовых принципов построения полностью оптических систем управления лазерным излучением, намечены пути реализации такой системы путем легирования силикатной матрицы квантовыми точками сульфида кадмия.

**Первая глава** диссертационной работы посвящена разработке волноводной оптической сенсорной системы для определения концентрации аммиака в воздухе. Основное отличие данной системы от существующих аналогов заключается в модификации волновода чувствительным слоем,

показателем преломления которого больше, чем у волновода. В результате, в чувствительный слой начинает проникать поле распространяющегося излучения, обеспечивая увеличение соотношения сигнал/шум. Следствием этого является достижение порога определения аммиака на уровне  $3,21 \cdot 10^{-3}$  ПДК.

Во **второй главе** предложено формирование волноводной сенсорной системы без использования дополнительного чувствительного слоя, путем создания волновода из полимера, чувствительного к изменению параметров окружающей среды. В качестве такого полимера был выбран полисахарид хитозан, оптические характеристики которого определяются количеством сорбированной им воды, что обусловило выбор относительной влажности окружающей среды в качестве определяемого компонента. Представленные результаты демонстрируют возможность регистрации изменения уровня относительной влажности окружающей среды на один процент с точностью 0,015 дБ.

В **третьей главе** предложен подход к созданию полностью оптического устройства управления лазерным излучением. В качестве оптически активной среды применяется силикатная матрица, полученная методами золь-гель химии, в которую внедрены квантовые точки сульфида кадмия. Из текста работы следует, что такой подход к формированию оптически активной среды обеспечивает высокую стабильность ее оптических характеристик при воздействии лазерного излучения. Представленные результаты исследований демонстрируют, что при экспозиции полученного материала лазерным излучением с длиной волны  $\lambda=405.9$  нм, в среде возникает агломерация квантовых точек, что приводит к увеличению коэффициента поглощения и показателя преломления среды.

В **заключении** диссертации перечислены основные результаты, полученные автором.

**Научная новизна** работы заключается в исследовании процессов взаимодействия лазерного излучения с новыми материалами на основе биополимеров и квантовых точек, внедренных в силикатную матрицу. Определены условия, обеспечивающие высокую чувствительность биополимерных покрытий к изменению концентрации аммиака и уровня относительной влажности в окружающей среде. Установлены режимы изменения коэффициента поглощения и показателя преломления в силикатных нанокompозитах, инициированные лазерным излучением.

#### **Замечания по содержанию работы**

1. При измерении относительной влажности используются амплитудные методы регистрации, хотя из текста работы следует, что причиной формирования оптического отклика является изменение показателя преломления волноводного слоя и, следовательно, использование интерферометрических методов может обеспечить более высокую чувствительность.

2. Из текста диссертации не ясно влияние окружения квантовой точки на характер протекающих процессов.

3. Автор использует некоторые термины, не являющиеся общепринятыми, например, для измерения толщины многослойного покрытия использует понятие «бислоя», не являющийся общепринятой мерой.

4. Имеются некоторые стилистические неточности и опечатки (например, в описании достоверности результатов: «...достоверность обусловлена: ...адекватных поставленным задачам современных методов лазерной физики»).

### Заключение

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертация Сергеева А.А. «Взаимодействие лазерного излучения с нанокompозитными системами на основе биополимерных и биосиликатных матриц в условиях влияния параметров окружающей среды» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, полученные результаты обладают научной и практической значимостью. Автореферат полностью отражает результаты диссертации.

Диссертация «Взаимодействие лазерного излучения с нанокompозитными системами на основе биополимерных и биосиликатных матриц в условиях влияния параметров окружающей среды» соответствует требованиям, пп. 9-11, 13, 14 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сергеева Александра Александровича, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

Официальный оппонент  
доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
«Физика и теоретическая механика»  
Дальневосточного государственного  
университета путей сообщения

В. В. Криштоп

Подпись \_\_\_\_\_  
(подпись)

Начальник  
отдела кадров



\_\_\_\_\_ заверяю.

\_\_\_\_\_ Рудиченко