

ОТЗЫВ ОППОНЕНТА
на диссертационную работу
Достовалова Александра Владимировича
«Создание периодических структур фемтосекундным излучением
внутри световодов и на поверхности металлов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Диссертация А.В. Достовалова посвящена изучению объемной модификации прозрачных материалов и поверхностной модификации металлов под действием фемтосекундного лазерного импульса или последовательности импульсов. Лазерная модификация материалов имеет очевидное большое значение для технологий. Объемная модификация прозрачных материалов используется для создания решеток, микроканалов, волноводов, а в перспективе – для создания элементов памяти и т.д. Поверхностная модификация диэлектриков и металлов важна, например, для придания необходимых абсорбционных свойств поверхности. При этом использование фемтосекундного лазера имеет большие преимущества по сравнению с лазерными импульсами большей длительности. Фемтосекундные лазеры обеспечивают более высокое качество обработки, по сравнению, например, с пикосекундными лазерами. В некоторых случаях использование пикосекундных приводит к разрушению материала, т.е. невозможно. Потребности технологий ставят вопросы о том, как влияет форма (в пространстве и времени) лазерного импульса, его поляризация, длина волны и т.п. на свойства записываемой решетки или обрабатываемой поверхности. Большое значение для технологий имеет наличие или отсутствие необходимости предварительной подготовки обрабатываемого материала, простота, время, стоимость технологического процесса.

Несмотря на то, что рассматриваемые в диссертации А.В. Достовалова физические процессы уже используются в практических приложениях, их физические механизмы изучены слабо, а иногда и не известны. Это связано как с многочисленностью и сложностью физических явлений, вовлекаемых в эти процессы, так и сложностью экспериментальной диагностики.

Вышеизложенное говорит о безусловной **актуальности и практической значимости** диссертационной работы. Диссертация представляет интерес как с точки зрения развития технологий, так и с точки зрения фундаментальной науки.

Диссертация А.В. Достовалова содержит много принципиально **новых** результатов. Отметим некоторые из них.

В главе 2 впервые было проведено моделирование численное моделирование взаимодействия асимметричного во времени фемтосекундного лазерного импульса со стеклом. Показано, что асимметричный импульс позволяет достигать лучшей локализации зоны поглощения и большей плотности свободных электронов по сравнению с симметричным импульсом. Следует отметить, что использование импульсов разной формы (во времени и пространстве) является мощным резервом в развитии технологий в обработке материалов, т.к. несложное изменение формы импульса приводит к существенному изменению его взаимодействия с материалом.

В Главах 3, 4 **предложены новые технологии** создания длиннопериодных и брэгговских решеток в оптоволокне. Предложенные технологии проще, дешевле, требуют меньше времени. Важным для практики является возможность не снимать защитную оболочку волокна при записи решеток. В диссертации Достовалова решена простым образом проблема асимметрии модифицированной области. Предлагаемый метод

позволяет записывать решетки с различной структурой без особых сложностей. Получаемые при этом решетки, как показывают проведенные в диссертации исследования, оказываются более высокого качества: меньше нерезонансные потери, больше амплитуда резонансного пика. Созданные при помощи предложенного в диссертации метода решетки могут быть использованы для создания датчиков температуры в новейших образцах авиатехники и других приложениях. Этот вопрос также исследован в диссертации.

Большой интерес представляет Глава 5. В ней описаны эксперименты по записи решеток на поверхности металла. Исследованы зависимости от угла между поляризацией лазерного пучка и направлением записи, расстоянием между записываемыми дорожками и направлением записи в дорожке, материала, длины волны излучения. Изучается микроскопическое строение решёток – расположение оксидных пленок, их форма. Хотя теория образования нанорешеток на поверхности металла в диссертации А.В. Достовалова не предложена (в настоящее время внятного объяснения этого явления не существует), результаты диссертации послужат очень солидной базой для создания этой теории.

Следует отметить, что диссертация А.В. Достовалова в основном посвящена эксперименту, но также содержит достаточно сложные теоретические исследования (решение нелинейного уравнения Шредингера в Главе 2). Созданы важные для практики технологии. Это говорит о высокой квалификации и многосторонней подготовленности А.В. Достовалова.

В диссертации дан очень хороший и достаточно полный обзор современного состояния исследований в рассматриваемой области знаний (Введение и Глава 1). Библиографический список насчитывает 119 наименований и является достаточно полным. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Результаты работы опубликованы в центральных и международных рецензируемых журналах, входящих в список ВАК (4 публикации) и доложены на многочисленных международных конференциях. Это говорит о **достоверности** результатов, полученных в диссертации. Достоверность результатов обусловлена также тщательностью проведенных исследований, использованием нескольких методик при исследовании модифицированных материалов, сравнением с результатами других авторов.

Диссертация имеет четкую структуру и достаточно хорошо иллюстрирована. Однако **основной недостаток** диссертации – не очень хорошее изложение. Не всегда четко сформулированы мысли. Понять изложенный на стр. 27-28 текст можно только на интуитивном уровне. Есть опечатки. Используются термины «плазменное поглощение», «лавинообразное поглощение», «суммарная кинетическая энергия электронов» вместо «сумма кинетической энергии (скорее речь идет о тепловой энергии) и энергии ионизации (ширина запрещенной зоны)».

Из незначительных недостатков можно указать на то, что в Главе 2 можно было-бы сказать несколько слов о численном методе, используемом в расчетах, точности расчетов, применимости модели нелинейного уравнения Шредингера.

Также возникает вопрос о том, почему для ширины запрещенной зоны плавленного кварца используется значение 7.6 эВ, а не 9 эВ, как в большинстве работ?

В пункте 5.2 не указаны параметры пленки титана (толщина пленки и материал подложки).

Высказанные замечания не снижают ценности диссертации. Диссертация Достовалова А.В. «Создание периодических структур фемтосекундным излучением внутри световодов и на поверхности металлов», выполненная под руководством доктора физико-математических наук, член-корреспондента РАН С.А. Бабина является законченной

научно-квалификационной работой. Она содержит решение научной задачи - исследование модификации материалов под действием ультракоротких лазерных импульсов. Представленные исследования интересны, важны, выводы обоснованы.

Диссертационная работа «Создание периодических структур фемтосекундным излучением внутри световодов и на поверхности металлов» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика. Автор работы Достовалов А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент,

Старший научный сотрудник Учреждения РАН

Институт вычислительных технологий СО РАН

доктор физико-математических наук



В.П. Жуков

Подпись В.П. Жукова удостоверяю

Ученый Секретарь ИВТ СО РАН, к.ф.-м.н.

Д.В. Есипов