

## Отзыв

на автореферат диссертации Булушева Евгения Дмитриевича «Разработка алгоритмов и программных средств для определения оптимальных параметров лазерной микрообработки по данным систем технического зрения и оптических профилометров», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В настоящее время в литературе значительное внимание уделяется исследованию и разработке новых методов лазерной микрообработки вещества, в том числе пико- и фемто-секундной обработке, аддитивным технологиями, комплексным методам обработки. С применением новых технологий удалось достичь принципиально новых результатов как в плане показателей качества изделий, так и производительности, разработать достоверные математические модели процесса взаимодействия лазерного излучения с веществом. В связи с чем, решаемая автором диссертации задача, а именно, развития и разработки новых методов измерения и контроля качества объектов, формируемых в процессе лазерной микрообработки, а также использования результатов измерения для определения подходящих режимов обработки является **актуальной**. Следует также отметить, что проведение соответствующих исследований характеризуются большой трудоёмкостью. Используемые автором методы позволяют упростить процесс анализа экспериментальных данных путем уменьшения ошибок, а также проводить эффективную обработку большого числа экспериментов.

Булушевым Е.Д. при выполнении диссертации разработаны:

- метод измерения объектов, формируемых в процессе векторной лазерной микрообработки, и определения их показателей качества;
- метод контроля качества 3D лазерной микрообработки, включающий определение отклонений от Cad-модели, и обнаружение локальных дефектов;
- комплекс программ для автоматизации измерений;
- модель, достоверно описывающую зависимость показателей качества изделий при фемтосекундной обработке от технологических параметров.

Предложенные автором методы анализа изображений и профилограмм поверхности, обработанной лазерной излучением, и результаты исследования

процесса фемтосекундной лазерной микрообработки стекла BK7, полученные с использованием предложенных автором методов, обладают **научной новизной**.

Разработанные автором диссертации методы уже нашли свое применение в технологических операциях при автоматизации производства шкал, лимбов, сеток с помощью технологий точной фемтосекундной лазерной микрообработки, что наглядно демонстрирует **практическую значимость выполненной работы**.

Высокий **уровень апробации** результатов работы подтверждается большим количеством докладов на всероссийских и международных конференциях.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

1. В автореферате встречаются неправильно построенные фразеологические обороты, которые искажают смысловую составляющую предложений, с точки зрения их понимания.

2. На стр. 13 автором используется выражение  $\sigma_w$  для определения отклонения ширины от прямолинейности, которое представляет собой не что иное, как среднеквадратическое отклонение значения относительно его математического ожидания, что не дает знания о "геометрической характеристике" - отклонение ширины от прямолинейности.

При этом указанные замечания не снижают научную ценность представленной работы, а сама работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. Автор диссертации, Булушев Е.Д., заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

К. ф.-м. н.,

зав. лаб. АКЦ ФИАН им. П.Н.Лебедева.

Смирнов А.В.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

