

**ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу

**Голошевского Николая Владимировича**

«Методы и программно-аппаратные средства управления устройствами лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

**Актуальность темы диссертации, соответствие специальности.**

Широкий интерес вызывают исследования, направленные на создание комплекса программно-аппаратных средств управления устройствами лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования лазерного пучка.

Наиболее перспективной задачей обеспечения высокой производительности микрообработки при микронной точности и субмикронном разрешении является системный подход в разработке данного метода микрообработки с комплементарной системой позиционирования за счет динамической программной коррекции положения лазерного пучка в реальном времени с помощью гальванометрических дефлекторов по сигналам ошибки положения и скорости перемещения «высокоинерционных» приводов.

Использование предложенного метода также позволяет реализовать лазерную обработку в режиме непрерывного перемещения гальванометрического сканирующего модуля относительно обрабатываемого изделия.

Предложенная обобщенная структура системы управления устройствами микрообработки с комплементарной системой позиционирования основе разработанный комплекс модульных программно-аппаратных средств для ПЭВМ и встроенных контроллеров, содержащих процессор и программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС), обеспечивает высокую точность и робастность за счет выделения фрагментов с центром в найденных точках и корреляционном методе определения точных значений их координат.

Это открывает широкие возможности по совершенствованию разработанного комплекса модульных программно-аппаратных средств и успешного применения для настройки и управления устройствами лазерной микрообработки с комплементарной системой записи синтезированных цифровых голограмм, скоростной лазерной микроперфорации, предназначенном для нанесения защитных изображений на документы и т. п. Поэтому представленная диссертационная работа Голошевского Н.В. по разработке методов и программно-аппаратных средств управления

устройствами лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования является **актуальной**. Она направлена на комплексное исследование методов повышения производительности системы лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования. Соискатель Голошевский Н.В. делает, на наш взгляд, правильный вывод: «за счет динамической программной коррекции положения лазерного пучка в реальном времени с помощью гальванометрических дефлекторов по сигналам ошибки положения и скорости перемещения «высокоинерционных» приводов».

Использование предложенного метода также позволяет реализовать лазерную обработку в режиме непрерывного перемещения гальванометрического сканирующего модуля относительно обрабатываемого изделия для применения в машиностроительной технике и технологии, и не только в названных областях.

Эту задачу Голошевский Н.В. решает на основе анализа результатов известных и проведенных экспериментальных и теоретических исследований по совершенствованию различных подходов для анализа эффективности современных методов и программных средств управления устройствами лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования лазерного пучка.

Полученные в ходе экспериментальных исследований данные позволили автору разработать новые подходы в определении особенностей методов коррекции статических искажений, вносимых компонентами оптической схемы устройств лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования, основанный на использовании робастного двухшагового алгоритма обработки растровой профилометрической карты, полученной при тестовой записи с помощью их сканирующего модуля.

Актуальность представленной работы не вызывает сомнений.

Научная новизна, методы исследования в диссертационной работе, практические результаты и защищаемые положения **полностью соответствуют** специальности по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

**Новизна исследований и полученных результатов, научная и практическая ценность.** Проведенные в работе исследования позволили получить ряд новых результатов, имеющих научную и практическую значимость. Автором представлено решение научно обоснованной задачи, где рассмотрены ряд вопросов, заключающиеся в исследовании эффективности современных методов и программных средств управления устройствами лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования лазерного пучка; в разработке алгоритма коррекции статических ошибок позиционирования лазерного пучка и программных средств для их калибровки; в разработке алгоритма и программных средств динамической компенсации отклонений лазерного пучка от заданной траектории; в предложенном методе эффективной настройки системы с использованием математической модели системы управления гальванометрического дефлектора и в разработке

комплекса программно-аппаратных средств управления устройствами микрообработки с комплементарной системой позиционирования, реализующие предложенные алгоритмы, выполнить практическую проверку его эффективности.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований получены новые результаты, что не вызывает сомнений.

Научно-практическую ценность представляют результаты проведенных исследований по разработке прецизионных лазерных рабочих станций «ФПЛ» на основе фемтосекундного лазера для микрообработки заготовок из оптического стекла, созданных для АО «Новосибирский приборостроительный завод», что особенно приятно отметить, за разработку присуждена Государственная премия Новосибирской области.

**Достоверность выводов и результатов работы.** Достоверность результатов диссертационной работы Голошевского Н.В. подтверждается полноценным анализом текущих исследований в области создания комплексов программно-аппаратных средств управления устройствами лазерной микрообработки с комплементарной системой позиционирования лазерного пучка, позволяющих обеспечить высокую производительность микрообработки при микронной точности и субмикронном разрешении. А также полученные в диссертационной работе качественные и количественные результаты с достаточной степенью приближения соответствуют теоретическим и экспериментальным данным. Степень достоверности результатов достаточно полно подтверждена применением строгих математических методов, обоснованных допущений, тестовых расчетов, а также совпадением полученных результатов с известными.

**Публикации по теме диссертации.** Анализ опубликованных работ показывает, что материал диссертации изложен в них достаточно полно, освещает основные ее идеи, научные положения, теоретическое их обоснование и результаты экспериментальных исследований. Это подтверждается опубликованными 6 работами в рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, полученными 2 патентами на изобретения и 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат диссертации соответствует ее основному содержанию.

**Замечания** по содержанию и оформлению автореферата и диссертации.

1. «Перемещение сфокусированного лазерного пучка со скоростью до нескольких метров в секунду и микронной точностью может осуществляться с помощью электромеханических систем позиционирования на основе шаговых или сервоприводов». Вы учитывали момент инерции?

2. Выражение «с комплементарной системой позиционирования лазерного пучка» необходимо пояснить. Что вы вкладываете в это понятие?

3. В содержании работы. «В данной схеме быстроедействие устройства микрообработки в основном определяется «низкоинерционным» сканером, а нужная величина поля обработки – «высокоинерционным». Какое понятие Вы вложили в каждое словосочетание?

4. В содержании работы. «Длины участка микрообработки». Где его значение?

Однако, данные замечания не снижают научной значимости представленных в диссертации результатов, их новизны и достоверности.

**Заключение.** На основании анализа диссертации, автореферата и опубликованных автором работ считаю, что диссертация является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, и содержит совокупность научных и практических результатов, позволяющих классифицировать ее как кандидатскую диссертацию. Работа соответствует теме диссертации и паспорту научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Оценивая работу в целом, считаю, что диссертация соответствует критериям, установленным положениям ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а её автор **Голошевский Николай Владимирович** заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

#### **Официальный оппонент**

Доктор технических наук, профессор кафедры «Высокоэнергетические процессы и агрегаты» Набережночелнинский институт (филиал). Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

  
В.В. Звездин  
20.04.2021

Звездин Валерий Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Высокоэнергетические процессы и агрегаты». Набережночелнинский институт (филиал) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Адрес, телефон, mail: 423812, Республика Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Суюмбике, д. 10А, телефон/факс: +7(8552)39-71-40, +7 (8552) 58-95-38  
e-mail: [chelny@kpfu.ru](mailto:chelny@kpfu.ru)

СОБСТВЕННОРУЧНУЮ ПОДПИСАТЬ  
Звездин В.В. ЗАБЕЛ  
Набережночелнинский институт  
Стдел кадров 

