



## ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ СО РАН (ИАиЭ СО РАН)

### СКАНИРУЮЩИЙ КОНФОКАЛЬНЫЙ ПРОФИЛОМЕТР - (Система для измерений и контроля качества изделий микро- оптики, механики и электроники)

Система обеспечивает измерение рельефа поверхности изделий, полученных в процессе 3D формообразования, например: травления, лазерной микрообработки, напыления, литографии, эрозивной обработки, полировки.

Измерительная система включает высокоточную трёхкоординатную систему позиционирования, переключаемые 3D сенсоры на основе принципе конфокальной хроматической микроскопии, контролеры управления и программное обеспечение “Profilometer”.

В зависимости от конфигурации технические характеристики могут варьироваться, ниже приведены характеристики системы, уже функционирующей на стороне заказчика.

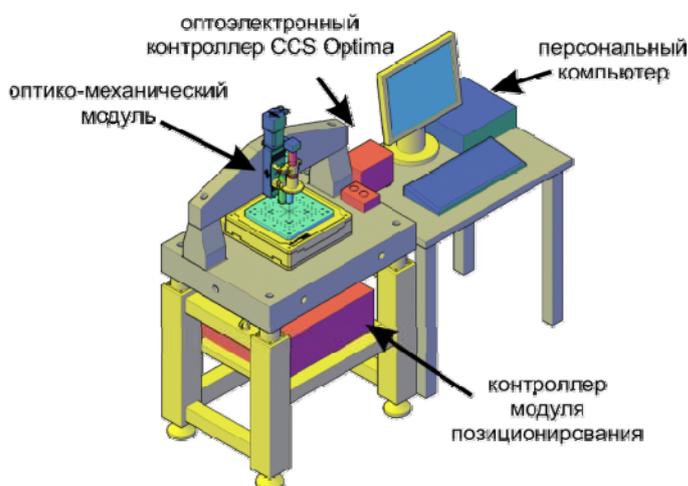
Программное обеспечение включает эффективные алгоритмы совмещения профилограмм поверхности с CAD-моделью и определения размеров объектов: точность 0.1-1 мкм, время обработки данных на площади 10x10 мм<sup>2</sup> менее 1 минуты.

#### Основные технические характеристики:

- Область сканирования 200×200 мм<sup>2</sup>,
- Максимальный диапазон измерений по Z – 50 мм;
- Измерительная головка C1- разрешение XY – 4 мкм, Z – 75 нм, диапазон измерения по Z без перемещения головки – 4 мм
- Измерительная головка C2- разрешение XY – 0.9 мкм, Z – 5 нм, диапазон измерения по Z без перемещения головки C2 – 130 мкм
- Получение изображений 10 Мп с разрешением 4 мкм;
- Сшивка в изображение высокого разрешения (> 1 Гп) с погрешностями менее 10 мкм;
- Скорость сканирования до 30 КГц (30 000 точек в секунду);
- Получение профиля объекта с погрешностями менее 100 нм со скоростью сканирования до 100 мм\сек в два режима:



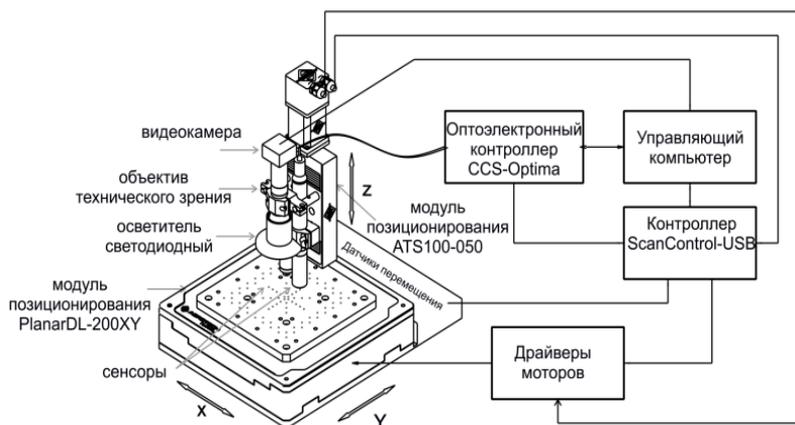
#### Конструкция сканирующего профилметра



*Внешний вид измерительной системы*

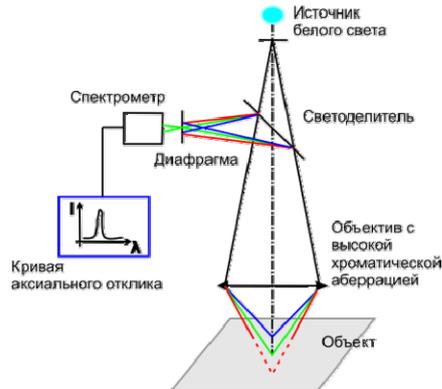
Для получения профиля поверхности используется конфокальная схема и объектив с высокой хроматической aberrацией.

### Функциональная схема



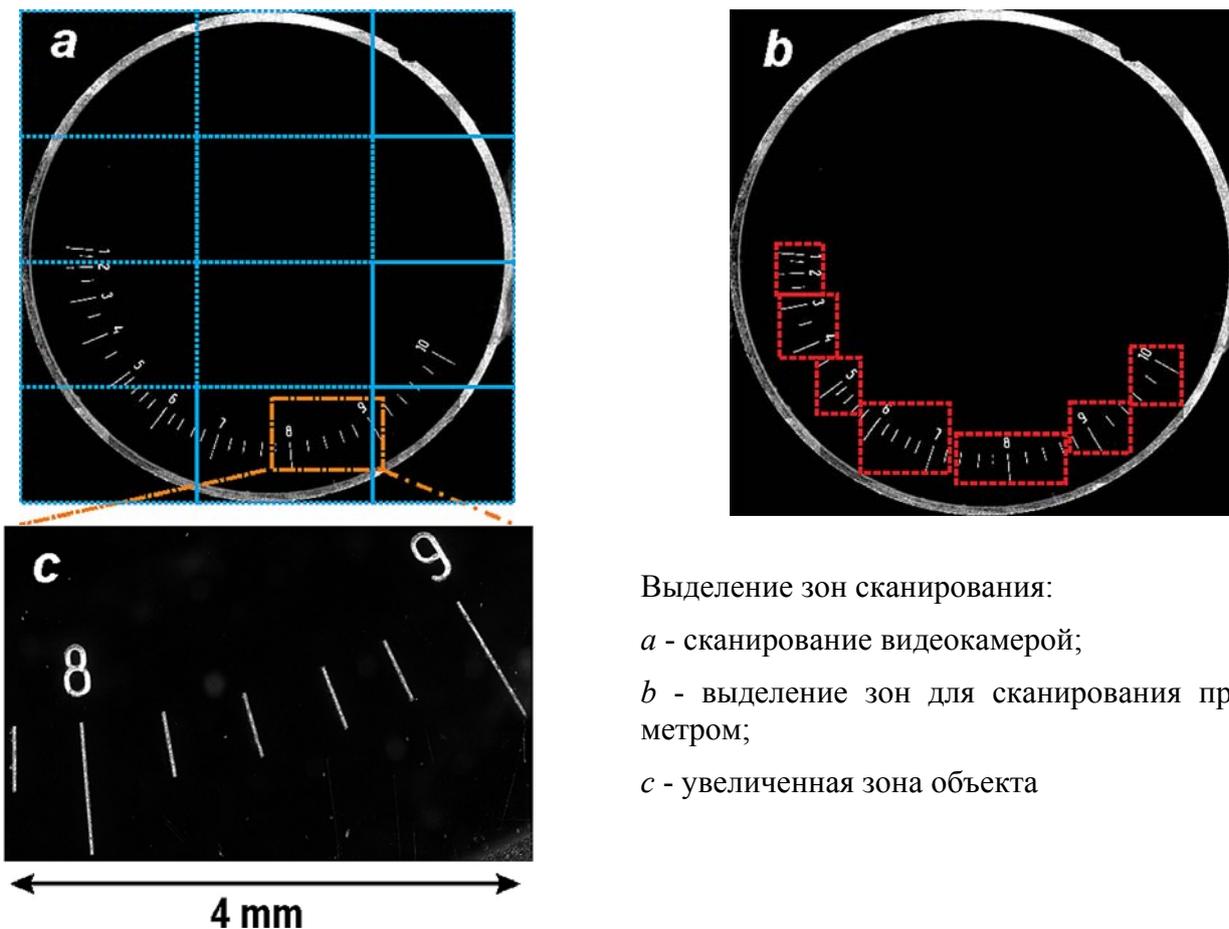
Функциональная схема устройства, включая основные модули

### Оптическая схема конфокального хроматического сенсора



Оптическая схема сканирующей головки (принцип измерения – конфокальная хроматическая микроскопия)

На следующем рисунке показано изображения стеклянной подложки, полученное с помощью измерительной системы в несколько кадров, по изображениям автоматически выделяются зоны для сканирования профилометром.



Выделение зон сканирования:

- a* - сканирование видеокамерой;
- b* - выделение зон для сканирования профилометром;
- c* - увеличенная зона объекта

### Технико-экономические преимущества:

Близким аналогами являются оптические микроскопы и профилометры: SolarScan (Solarius Inc. <http://www.solarius-inc.com/>, Сан-Хосе, США) – на основе принципа конфокальной хроматической микроскопии;

MicroCam (Novacam Inc. <http://www.novacam.com/products/profilometers/>, Квебек, Канада) – на основе принципа некогерентной интерферометрии;

ZeGage (Zugo Inc. <http://www.zygo.com/>, Мидлфилд, США) – на основе интерферометрии белого света;

Sensofar S Neox (Sensofar Inc., <http://www.sensofar.com/>, Барселона, Испания) – на основе принципа конфокальной микроскопии с использованием пространственного модулятора света.

Преимущества предлагаемой системы:

- Интеграция в одном продукте средств измерения, обработки данных и контроля качества по данным CAD-модели;
- Исключены ошибки (сферические aberrации, дисторсия) при восстановлении 3D-модели;
- Возможность измерения поверхности высококонтрастных объектов (коэффициент отражения которых локально изменяется более чем на 3 порядка);
- Встроенные алгоритмы обеспечивающие высокую точность измерений:
  - обработки пространственных данных (коррекция ошибок, фильтрация, компенсация наклона);
  - сравнения данных измерений с CAD-моделью (автоматическое совмещение, поиск границ объектов, определение размеров и формы структурных элементов объекта и эффектов обработки).

Таким образом, предлагаемая система обладает значительными преимуществами по сравнению с аналогами, что объясняется в основном наличием высокоэффективных программных средств. Кроме того, в отличие от конкурентов, мы готовы в рамках заказа создать дополнительные программные модули, которые упростят обработку специфичных профилометрических данных.

**Основные особенности программного обеспечения** (Рис. 1-3), используемого профилометрической системой:

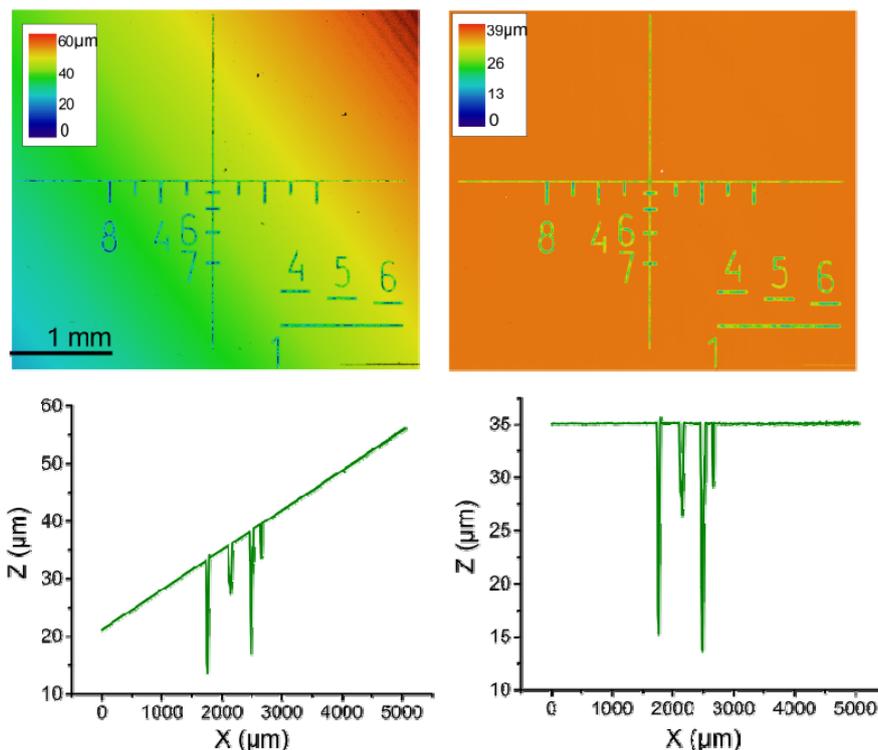


Рис. 1 Обработка профилометрических данных: слева карта высот и профиль исходной поверхности, справа коррекция наклона и удаление выбросов

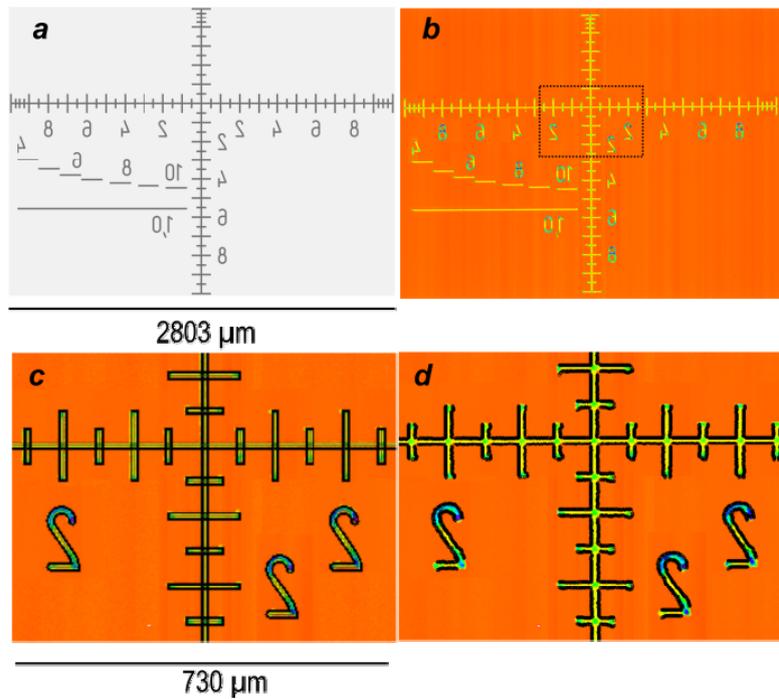


Рис. 2 Автоматический контроль качества фс лазерной микрообработки. а) – CAD-модель, б) – профилограмма, с) – совмещение с CAD-моделью, d) выделение границ объектов. По результатам может быть проведено сравнение размеров элементов с заданными величинами по системе допусков

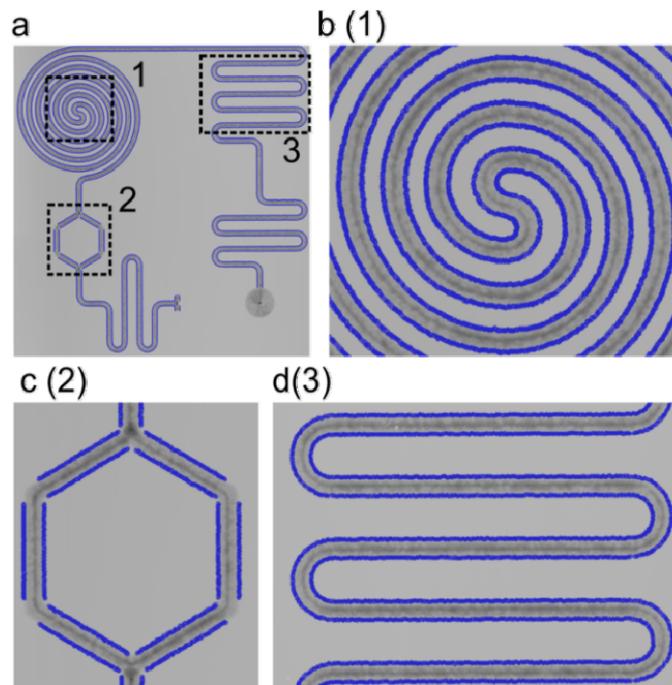


Рис. 3 Контроль качества микроканалов. а) – исходная профилограмма, б-д) – увеличенные зоны. Синие точки – точки границ микроканалов, выделенные автоматически с помощью встроенных алгоритмов

### Области применения:

Оптико-механическая промышленность, машиностроение, авиастроение, радиоэлектронная, и пр., везде, где необходимо измерение рельефа поверхности изделий, полученных в процессе 3D микро-формообразования, например, травления, лазерной микрообработки, напыления, литографии, эрозионной обработки, полировки.

**Уровень практической реализации:** Изготовлены и поставлены заказчику опытные образцы. В Институте накоплен опыт мелкосерийного производства систем аналогичной сложности.

**Патентная защита:**

1. Патент РФ № 149457 Устройство контроля положения плоскости изделия для систем автофокусировки.
2. Свидетельства о гос. регистрации программ ЭВМ:  
№ 2014613984 Программа для контроля качества лазерной микрообработки MarkInspektor;
3. № 2015616114 Программа для контроля качества прецизионной лазерной микрообработки оптических элементов (формирования сеток, масок, шкал) Profilometer.
4. Подана заявка № 2015112796/28 Способ изготовления многофункциональных прецизионных оптических прицельных сеток методом лазерной абляции с запуском.

**Коммерческие предложения:**

Совместное производство, продажа изделий. Гарантийное обслуживание от 1 года, послегарантийное обслуживание может быть проведено по соглашению с заказчиком.

**Ориентировочная стоимость:** От 5 до 10 млн. рублей в зависимости от аппаратной комплектации и требуемых модулей обработки пространственных данных