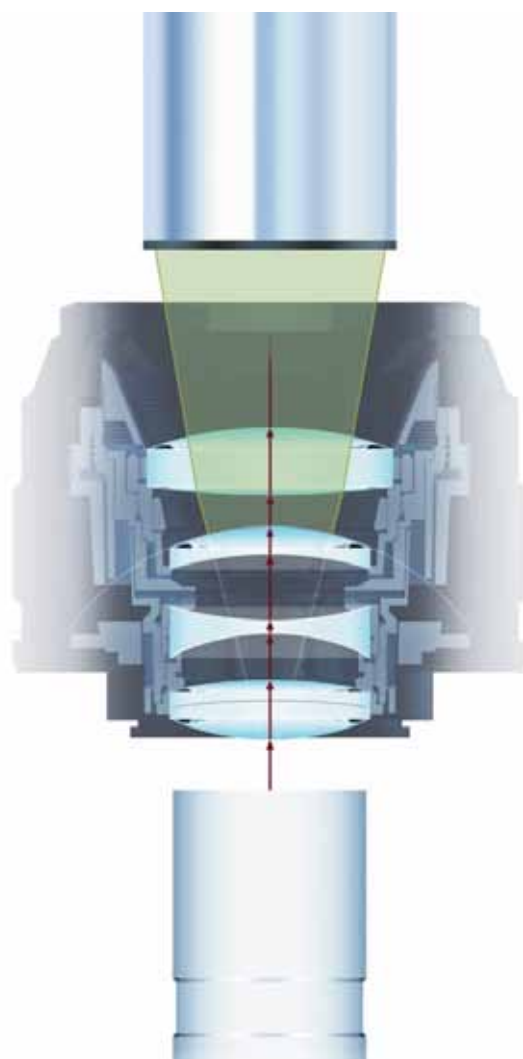




Научно-производственная фирма
«УРАН»
Новейшие измерительные технологии

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И СБОРКИ ОПТИКИ



Передовые технологии для оптической промышленности





Научно-производственная фирма
«УРАН»
Новейшие измерительные технологии

Оглавление

О компании ЗАО «НПФ «Уран»	3
Оборудование компании Mahr (Германия)	
Контурграфы-профилографы MarSurf® LD 130/260 Aspheric	4
Приборы серии MFU200 для бесконтактного контроля отклонения от формы оптических деталей различного типа	6
Интерферометры Физо Mahr ESDI	7
Оборудование компании NanoFocus (Германия)	
Бесконтактное измерение шероховатости и топографии деталей	8
Оборудование компании Trioptics (Германия)	
Интерферометры Тваймана-Грина серии uPhase®	10
Сферометры SpheroCompact® и SpheroTronic®	11
Автоколлиматоры TriAngle®	12
Гониометры PrismMaster®	14
Спектрогониометры SpectroMaster®	15
Приборы серии OptiSpheric® для оценки оптических параметров одиночных линз	16
Приборы серии OptiSurf® для бесконтактных измерений толщины линз и воздушных зазоров в объективах	17
Приборы серии OptiCentric® Metro для измерения погрешности центрирования оптических систем различного назначения	18
Приборы серии OptiCentric® Pro для склейки линз и вклейки линз в оправы	19
Центрировочные станции серии OptiCentric® Alignment turning station (ATS) для центрировки линз и объективов путем подрезки оправы	20
Приборы серии ImageMaster® для оценки качества изображения оптических систем	21
Приборы серии OptiTest® (визуальные коллиматоры, диоптрийные трубки и др.)	22



О компании ЗАО «НПФ «Уран»

С 1996 года **Научно-производственная фирма «УРАН»** осуществляет комплексное обеспечение метрологических служб, отделов технического контроля, инструментальных служб, технологических отделов, центральных измерительных лабораторий крупнейших промышленных предприятий России и ближнего зарубежья, а также центров стандартизации и метрологии.

Главными направлениями работы предприятия является внедрение, проектирование, производство и сервисное обслуживание высокоточного измерительного оборудования, модернизация и ремонт отечественных измерительных оптико-механических приборов, отсчетных узлов линейных перемещений координатных станков, а также координатно-измерительных машин.

С 2008 года **ЗАО НПФ «Уран»** является официальным дилером компании **Trioptics GmbH** – ведущего производителя контрольно-измерительного оборудования, применяемого на всех стадиях оптического производства – от изготовления оптических деталей до сборки сложных оптических систем – объективов, прицелов, телескопов.

В этой брошюре вы найдете информацию о приборах **Trioptics, Mahr** и **Nanofocus**, решающих такие измерительные и технологические задачи, как:

- измерение радиуса кривизны сферических деталей;
- высокоточное измерение малых угловых величин;
- измерение углов призм, а также измерение пирамидальности и угла наклона грани призмы к ее основанию;
- измерение показателя преломления оптического стекла;
- контроль качества изготовления плоских, сферических и асферических поверхностей;
- измерение погрешности центрирования линз, а также определение толщины линз и воздушных зазоров в объективах;
- сборка оптических систем любой сложности – склейка линз, вклейка линз в объективы, а также центрирование объективов путем подрезки оправы;
- комплексная оценка качества изображения оптических систем (измерение частотно-контрастной характеристики, контроль аберраций);
- бесконтактное измерение шероховатости и топографии деталей.

В брошюре представлены лишь основные сведения о приборах. Наши инженеры всегда готовы предоставить дополнительную информацию и подобрать комплектацию для решения ваших измерительных задач.

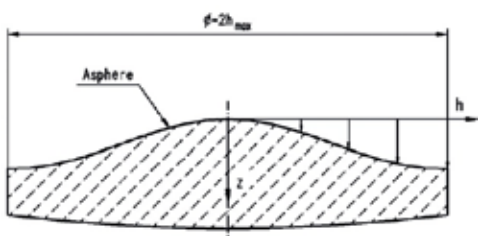
Высокоточное измерение и оценка 2D/3D параметров оптических компонентов

Контурографы-профилографы **MarSurf LD 130 Aspheric/ MarSurf LD 260 Aspheric**

Асферическая поверхность отличается от сферической и зачастую имеет произвольную форму. Величина асферической поверхности определяется по формуле:

$$z(h) = \frac{\frac{h^2}{R_0}}{1 + \sqrt{1 - (1+k) \left(\frac{h}{R_0}\right)^2}} + \sum_{m=2}^5 A_{2m} \cdot h^{2m}$$

где
 R_0 – радиус кривизны
 h – радиус области асферической поверхности
 k – константа конусности
 A_j – коэффициенты асферики



Для решения задач по минимизации размеров оптических систем в последнее время активно развивается производство асферических линз.

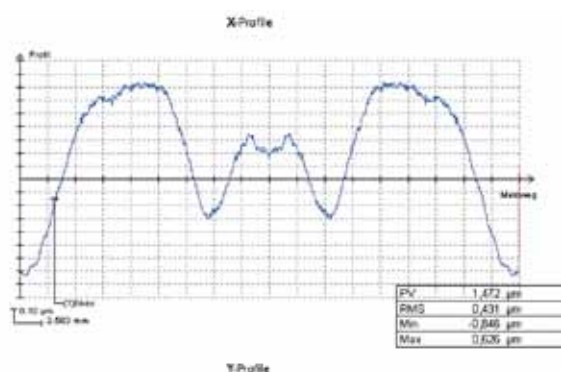
Процесс измерения

Перед началом измерения необходимо задать параметры ожидаемого асферического профиля. Программное обеспечение позволяет подобрать отдельные параметры, например радиус кривизны R_0 , константу конусности K и коэффициент асферичности A_j методом нахождения оптимального соответствия измеренных и заданных значений.

Полученные в результате измерения данные сравниваются с номинальными значениями профиля; полученная погрешность может передаваться в систему управления обрабатывающего станка для ввода коррекции.

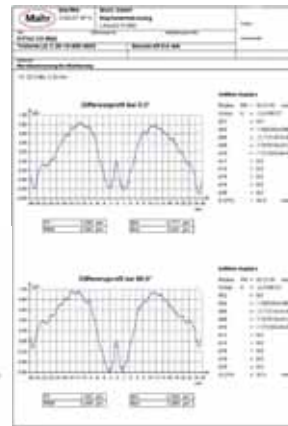
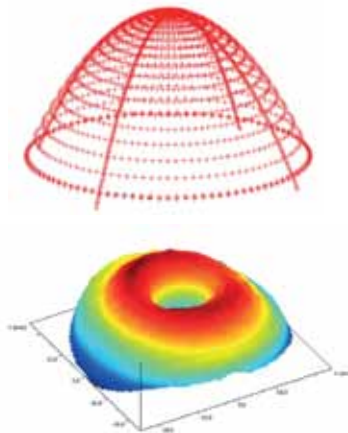
Принцип измерения

Для 2D измерения осуществляется линейное сканирование профиля, проходящего через зенит асферической поверхности.





Для 3D измерения сначала производится сканирование двух линейных профилей, проходящих через зенит асферической поверхности со смещением на 90°, а затем концентрических профилей за счет вращения оси стола.



Эти измерения используются для построения топографии. Величина отклонения от номинала отображается в протоколе разным цветом.

Особенности:

- в качестве результата отображаются параметры RMS, PV и погрешность подъема;
- возможность измерения прерывистых профилей, например, с отверстием в центре;
- кроме сферических, конических и асферических поверхностей могут быть измерены и оценены другие тела вращения;
- в качестве номинального профиля может быть использована таблица сагитт или трехмерное облако точек;
- результаты 2D сканирования и 3D топографии могут быть экспортированы в ПО станка для корректировки параметров обработки;
- системы MarSurf LD Aspheric 3D монтируются в виброизоляционную кабину, что позволяет исключить влияние вибраций и загрязнение измеряемых объектов;
- по сравнению с лазерным интерферометром, контактное измерение позволяет проводить 2D и 3D оценку «грубой» поверхности, обеспечивая контроль качества уже на ранних стадиях производства.

Технические характеристики

Характеристики горизонтальной оси (X)

Длина трассирования:	0,1...130 мм/260 мм
Скорость позиционирования:	0,02...200 мм/с
Скорость измерения:	0,02...10 мм/с
для измерения шероховатости рекомендуется:	0,1...0,5 мм/с
Расстояние между точками:	0,05...30 мкм, регулируемое
Макс. число точек на одно измерение:	2,6 млн (LD 130) 5,2 млн (LD 260)
Разрешение:	0,8 нм
Погрешность оси X:	$\pm(0,2+L/1000)$ мкм

Характеристики датчика (направление Z+/Z-)

Диапазон датчика:	13 мм (консоль 100 мм) 26 мм (консоль 200 мм)
Разрешение:	0,8 нм

Погрешность измерения контура

Измерение длины EA:	MPEEA = $\pm(1,0+L/150)$ мкм
Измерение радиуса Rk:	
R меньше 10 мм:	MPPER = $\pm 1,0$ мкм
10 мм < R < 30 мм:	MPPER = $\pm(0,17+R/12)$ мкм
R > 30 мм:	MPPER = $\pm(18+R/7)$ мкм

Опция трехмерного (3D)

Время измерения:	5...10 мин, для \varnothing до 100 мм
Ось вращения стола: скорость измерения и позиционирования:	< 120°/с
Ось вращения стола: радиальное и торцевое биение:	< 100 нм

Общие характеристики

Рабочая температура:	+ 15 °C до + 35 °C
Рекомендуемая температура:	(20 \pm 2) °C
Градиент температуры:	< 0,5 °C / час

Бесконтактное измерение геометрии оптических деталей

Приборы серии MFU200



Приборы данной серии позволяют бесконтактным способом с высокой степенью автоматизации измерить отклонение от формы таких оптических деталей, как сферические, асферические, тороидальные линзы, внеосевые зеркала, элементы с дифракционной структурой. Погрешность измерения параметра PV составляет не более 100 нм.

Станция обладает рядом уникальных конструктивных преимуществ:

машина оснащена **девятью ЧПУ осями**, четыре из которых имеют **высокоточные отсчетные шкалы**. Таким образом, все необходимые для измерения перемещения выполняются в автоматическом режиме. При этом центрировка и поиск зенита измеряемой линзы выполняются в автоматическом режиме. В результате значительно сокращается время каждого измерения, а участие оператора сводится к минимуму.

Два высокоточных измерительных датчика – бесконтактный и контактный – делают возможным измерение большого числа параметров, а именно:

- контур,
- отклонение от формы,
- шероховатость поверхности,
- погрешность центрирования (отклонение оптической оси линзы от геометрической оси),
- биение торцевой поверхности,
- наклон основания линзы к ее сферической поверхности.

Режим активного слежения при измерении делает возможным контроль поверхностей неизвестной формы. В результате оператор получает трехмерное облако данных, которое затем может быть использовано для сравнения с CAD моделью. Данная технология особенно удобна при измерении внеосевых параболических зеркал.

Важной особенностью приборов серии **MFU200** является совместимость их программного обеспечения с программной оболочкой обрабатывающих станков, что позволяет передавать данные в станок и корректировать геометрию обрабатываемых деталей исходя из результатов их измерений.



Более подробные технические характеристики станции MFU200, варианты применения, примеры протоколов измерений Вы найдете в отдельной брошюре, размещенной на нашем сайте www.uran-spb.ru.

Измерение отклонения от формы оптических деталей

Интерферометры Mahr ESDI

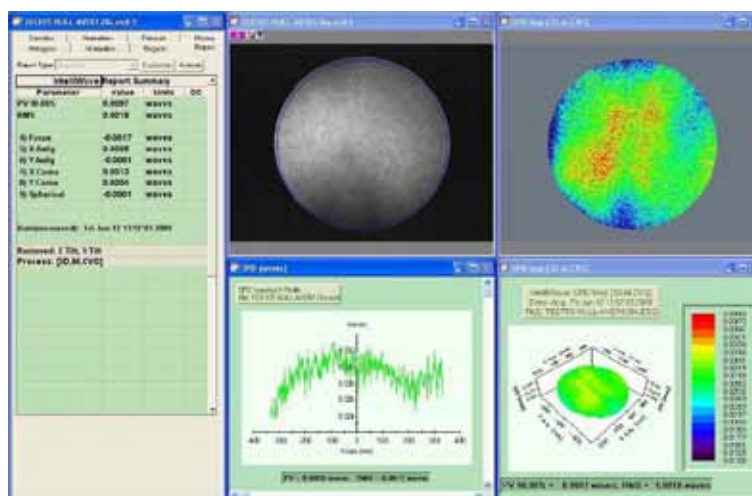


В 2015 году компания «Mahr» представила новую линейку приборов – интерферометры, созданные совместно с американской компанией ESDI. Эти приборы построены на основе хорошо зарекомендовавшей себя в области интерферометрических измерений оптической схемы Физо, обладающей такими преимуществами как более высокая по сравнению с другими схемами точность измерений, отсутствие необходимости периодической калибровки прибора перед измерениями, а также высокая устойчивость к вибрациям.

Интерферометры оснащены стандартным 4" байонетным креплением объективов и камерой с разрешением 1000x1000 пикселей, позволяющей регистрировать интерферограммы с плотностью до 250 полос. Полученная в заводских условиях погрешность отсчета составляет $\lambda/100$ (параметр PV). **Встроенное оптическое увеличение** позволяет сократить количество объективов при измерении сферических поверхностей. Например, при 4x-кратном увеличении и объективом с относительным отверстием $f/1,2$ можно измерять детали с относительным отверстием от $f/1,2$ до $f/4,8$.

Помимо этих преимуществ интерферометры ESDI обладают рядом других уникальных технологий не доступных в аналогичных приборах других производителей. **Нечувствительный к вибрациям патентованный метод фазового сдвига**, который реализован одновременной фиксацией трех интерферограмм при помощи трех камер. Данная методика делает интерферометры ESDI по-настоящему нечувствительными к вибрациям и температурным колебаниям, что позволяет использовать их как в лабораториях, так и в условиях производства. Помимо этой уникальной технологии прибор поддерживает классический метод фазового сдвига осуществляемый путем смещения опорного зеркала при помощи пьезодвигателя.

В случае измерения **асферических деталей** используются стандартные объективы со сферическим волновым фронтом и синтезированные компьютерные модели эталонной асферической поверхности. Эта методика избавляет от необходимости выполнять сшивание нескольких измерений или использовать компьютерные голограммы (CGH), изготавливаемые индивидуально для каждого типа асферических поверхностей.



Бесконтактное измерение шероховатости и топографии оптических деталей

Приборы производства **NanoFocus** (Германия)

Компания Nanofocus AG (Германия) один из ведущих производителей оборудования для бесконтактного контроля шероховатости и микрогеометрии поверхности.

С момента основания в 1994 г. компания Nanofocus AG разрабатывает, производит и успешно внедряет высокоточные оптические 3D измерительные системы, оснащенные собственным программным обеспечением.

Технологии компании успешно используются по всему миру в промышленных предприятиях и институтах, где необходим контроль и анализ структуры поверхности в микро и нанометровом диапазоне.

Оборудование компании Nanofocus может быть легко встроено в технологические процессы благодаря большому разнообразию датчиков и специальных конструкционных решений.

Все ключевые и запатентованные компоненты систем разрабатываются и производятся непосредственно компанией Nanofocus. Остальные компоненты систем поставляются только всемирно известными производителями, некоторые из них, на эксклюзивных условиях.

Продукцию компании можно разделить на три категории:

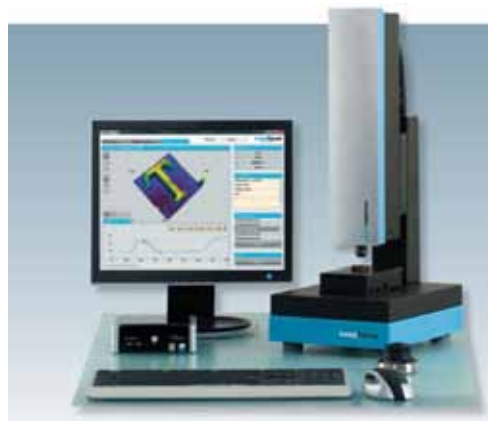


1. μsurf – данная серия приборов позволяет проводить автоматические измерения шероховатости, топографии, толщины слоя. Оборудование представлено в различном исполнении: от компактных мобильных систем и лабораторных решений до мультисенсорных систем на гранитном портале для использования вблизи производственных участков.

μsurf mobile – мобильная система была разработана специально для контроля крупногабаритных деталей.

Вес прибора всего 5.5 кг. Оснащение моторизованными осями x,y,z позволяет быстро и точно произвести измерения непосредственно на детали.

μsurf explorer – компактный конфокальный микроскоп, который является удобным решением, как для лабораторий, так и для производственных участков.





μsurf cylinder – это хорошо зарекомендовавшая себя конфокальная система для автоматического контроля топографии и шероховатости поверхности на стенках цилиндра.

2. **μscan** – использование этой технологии дает возможность измерять топографию и шероховатость поверхности в 100 раз быстрее, чем обычные контактные системы. Это позволяет сохранить время и снизить производственные затраты.



μscan select – гранитная конструкция системы и высокоточные направляющие гарантируют высокую повторяемость и точность измерений. Возможны измерения крупногабаритных и тяжелых деталей.



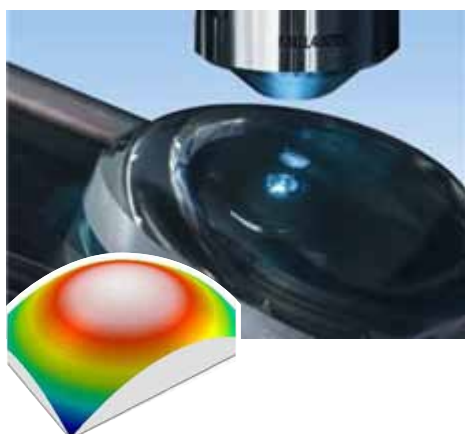
3. **μsprint** – датчики серии **μsprint** обеспечивают высочайшую скорость сканирования и являются идеальным решением задач, требующих высокой производительности оборудования.

μsprint topographer – высокая скорость сканирования этой системы нашла свое применение в таких отраслях промышленности как автомобилестроение, медицина, микроэлектроника и пр.

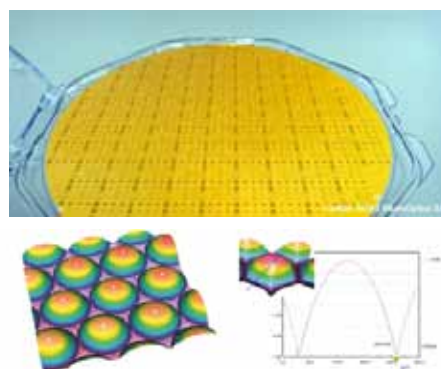
Приборы компании **Nanofocus** успешно используются также и для контроля оптических компонентов. Благодаря своим запатентованным технологиям компания добивается лучших результатов среди аналогичных приборов по бесконтактному контролю шероховатости на прозрачных, полированных поверхностях, а также поверхностях, имеющих высокую отражающую способность.



Линзы



Микролинзы



Измерение отклонения от плоскостности отражающих поверхностей Контроль качества поверхности сферических зеркал

Интерферометры **μPhase®**



Для контроля отклонения от формы различных светоотражающих (в т.ч. с покрытием) деталей **Trioptics** предлагает недорогие, компактные интерферометры, востребованные в самых различных областях машиностроения и приборостроения.

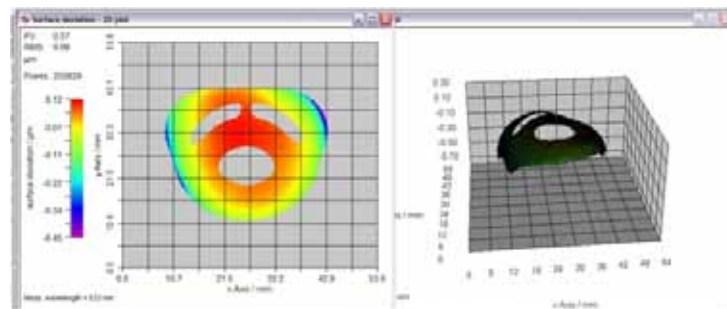


При помощи интерферометра могут быть решены такие задачи как контроль формы топливных форсунок инжекторного двигателя, качества изготовления радиаторов лазерных диодов высокой мощности, наконечников оптоволоконных световодов, искусственных линз, пресс-форм, цилиндрических и асферических линз.

Ключевыми особенностями интерферометров **Trioptics** является:

- высокое разрешение камеры (1000x1000 пикселей);
- малая погрешность ($\geq \lambda/35$ PV) и высокая повторяемость измерений ($\geq \lambda/400$ PV, $\geq \lambda/6500$ RMS);
- встроенная система смены фильтров для адаптации к поверхностям с коэффициентом отражения от 0,3 до 100%;
- устойчивость к внешним вибрациям;
- малое время измерения (математическая оценка результата измерения в ПО менее 1 с);
- возможность измерений в любом направлении независимо от положения камеры, что позволяет использовать датчик с различными стойками.

Модульный принцип прибора позволяет оптимально подобрать объективы, стойку и необходимые программные модули для решения именно вашей измерительной задачи!



Измерение радиусов кривизны выпуклых и вогнутых сферических поверхностей, контроль пробных стекол

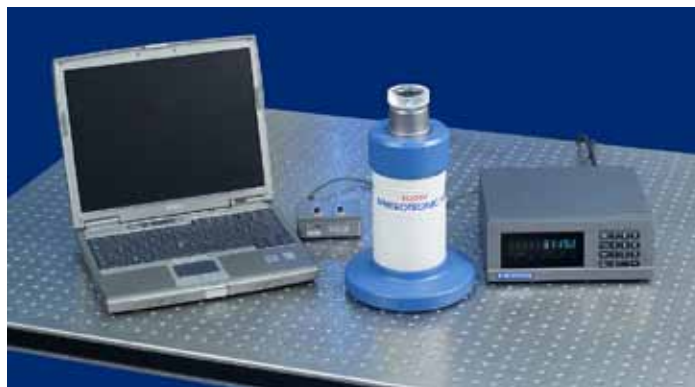
Ручные и автоматизированные сферометры **SpheroCompact** и **SpheroTronic®**

Одним из ключевых параметров при изготовлении сферических деталей различного назначения, таких как линзы, стекла или пластины, является радиус кривизны. Наиболее простым, а следовательно, быстрым и надежным способом его контроля является использование контактного сферометра, вычисляющего радиус кривизны как функцию величины перемещения линейного датчика.

Благодаря высокой точности измерений сферометры Trioptics могут использоваться для калибровки плоскопараллельных пластин, измерений деталей с полированными и шлифованными поверхностями, контроля радиуса металлических и стеклянных шаров.

Ключевыми особенностями сферометров Trioptics являются высокое разрешение отсчета линейного датчика, использование колец из нержавеющей стали с шариками из карбида вольфрама для размещения измеряемых деталей, а также применение калибровочных пластин с погрешностью изготовления $\lambda/10$ и точнее. Все это обеспечивает измерение радиуса кривизны с погрешностью до 0,005 %.

К преимуществам сферометров Trioptics можно отнести регистрацию измеренных значений при помощи ПК, возможность создания и вывода на печать измерительных протоколов, а также автоматическое определение выпуклой и вогнутой поверхности. Все это позволяет освоить работу со сферометром без длительного обучения и устранить влияние на результат таких субъективных факторов, как острота зрения оператора, степень усталости и т.д.



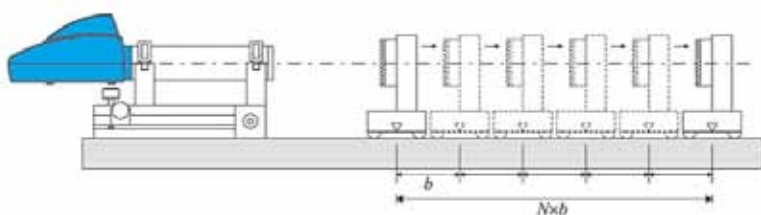
	SpheroCompact	Super-Spherotronic HR	Ultra-Spherotronic
Тип прибора	ручной	автоматический	
Измерение выпуклого радиуса, мм	от +2,5 до ∞	от +3 до ∞	
Измерение вогнутого радиуса, мм	от -4 до ∞	от -6 до ∞	
Ход линейного датчика, мм	± 15	± 30	
Диаметр измеряемого изделия, мм	от 5 до 500	от 6 до 500	
Погрешность измерения, %	0,05	0,01	0,005

Точные измерения малых угловых величин

Прецизионные электронные автоколлиматоры **TriAngle®**

Автоколлиматоры широко применяются на предприятиях машиностроения и оптическом производстве для измерения отклонения от прямолинейности направляющих, отклонения от плоскостности разметочных и поверочных плит, настройки станков и машин, анализа вибраций и температурных колебаний, а также измерения углов оптических клиньев

Конструктивными особенностями автоколлиматоров TriAngle являются наличие встроенного источника света (в стандартном исполнении это зеленый светодиод, излучающий свет с длиной волны 525 нм), наличие установленного внутри корпуса прибора тест-объекта (перекрестия), проецируемого в бесконечность и встроенная ПЗС-матрица размером 1/2" или 2/3" для определения смещения отраженного от контролируемой поверхности тест-объекта. Сигнал с автоколлиматора передается по высокоскоростному протоколу FireWire 1394 и обрабатывается в измерительном ПО.



Измерение отклонения от прямолинейности плиты при помощи автоколлиматора и зеркала.

Для решения специальных задач, а также для работы в особых условиях **Trioptycs** предлагает специальные версии автоколлиматоров:

TriAngle Focus – фокусирующий автоколлиматор для измерений криволинейных поверхностей

TriAngle HiSpeed – автоколлиматор, позволяющий выполнять измерения со скоростью до 10 кГц. Прибор оснащается позиционно-чувствительным фотодетектором (PSD) вместо ПЗС-матрицы, обладающим малой величиной теплового рассеяния, что позволяет использовать его в специальных условиях, например в вакууме.

TriAngle UltraSpec – прибор для самых точных измерений.

TriAngle Laser – автоколлиматор с лазером в качестве источника освещения (длина волны 635 нм) для измерений поверхностей с низким коэффициентом отражения. Идеально подходят для измерений при большом удалении контролируемой поверхности.

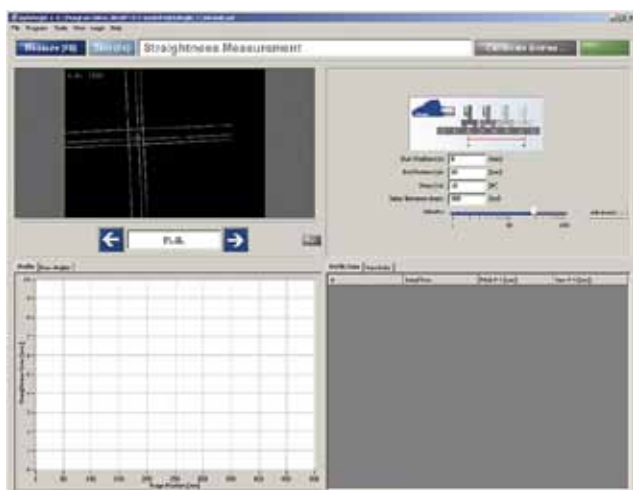
Основные технические характеристики автоколлиматоров серии **TriAngle**:

Артикул	Модель	Поле зрения гор. (x) × верт. (y) (угл. с)	Разреш. (угл. с)	Повторяемость (угл. с)	Погрешность (угл. с)
3-103-061	TA 100-38	6630 × 4920	0.1	0.3	2.5
3-103-062	TA 150-38	4420 × 3280			1.7
3-103-063	TA 200-38	3310 × 2460	0.01	0.2	1.3
3-103-064	TA 300-38	2210 × 1640		0.1	0.75
3-103-065	TA 300-57			0.05	0.4
3-103-066	TA 500-57	1320 × 980		0.025	0.2
3-103-068	TA 1000-115	660 × 490			
3-103-069	TA 1000-140				

Для удобства работы с приборами и адаптации к различным условиям Trioptics предлагает различные дополнительные приспособления, такие как держатели для автоколлиматоров с возможностью регулировки наклона по двум осям, зеркало для отражения проецируемого тест-объекта, необходимое при контроле направляющих на предмет отклонения от прямолинейности, устройство лазерного выравнивания, позволяющее визуально определить место проецирования перекрестия.



Дополнительные принадлежности для автоколлиматоров



Программное обеспечение OptiAngle, устанавливаемое на ПК или ноутбук, позволяет выводить изображение с камеры в режиме реального времени, отображать текущие значения углов и сохранять результаты измерения, формируя при необходимости протокол измерений. Программа имеет гибкие настройки перечня выводимых на экран данных, что позволяет адаптировать ее как для лабораторных исследований, так и для контроля на производстве.

ПО «OptiAngle»

Измерения углов призм

Гониометры **PrismMaster®**

Компания **Trioptics**, являющаяся мировым лидером в области производства измерительного и технологического оборудования для оптической промышленности, предлагает вашему вниманию новые модели гониометров – **PrismMaster® 150** и **PrismMaster® 300**.

Новые модели гониометров обладают рядом преимуществ перед приборами предыдущего поколения. Автоколлиматор с широким полем зрения 3000x2200 угл. секунд позволяет измерять детали без регулировки наклона стола. А такие реализованные программными средствами опции, как измерение углов в проходящем свете и вычисление показателя преломления, избавляют от необходимости использовать второй коллиматор. Все это позволяет выполнять измерения с высокой точностью, избегая длительной процедуры настройки прибора.

Высокоточные автоматизированные гониометры серии **PrismMaster®** предназначены для измерения углов призм, пирамидальной погрешности, а также погрешности наклона грани призмы к основанию. Столик на высокоточном воздушном подшипнике (осевое/радиальное биение менее 50 нм) и прецизионные угловые энкодеры позволяют достичь погрешности измерения углов $\pm 0,2$ угл. секунды и погрешности измерения пирамидальности – $\pm 1,0$ угл. секунды.



Технические характеристики гониометров **PrismMaster®** приведены в таблице:

	PrismMaster® 300 HR $\pm 0,2$	PrismMaster® 300 $\pm 0,5$
Погрешность измерения угла, угл. с		
Погрешность измерения пирамидальности, угл. с	$\pm 1,0$	
Разрешение электронного автоколлиматора, угл. с	0,01	
Апертура автоколлиматора, мм	45	
Поле зрения автоколлиматора, угл. с	3000 x 2200	
Диаметр предметного столика, мм	200	
Минимальная площадь измеряемой детали, мм ²	1,5	
Максимальная масса измеряемой детали, кг	25	
Габариты прибора (ДхШхВ), мм	790x460x306	

Измерение показателя преломления оптических материалов

Спектрогониометры **SpectroMaster®**



Специальный прибор, позволяющий измерять значение показателя преломления призм, кристаллов по методу наименьшего отклонения. Основой системы является прецизионный гониометр для точного определения угла при вершине в нормальном сечении призмы.

Прибор рассчитан для работы в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах. Подробные технические характеристики приведены в таблице.

	SpectroMaster HR Universal	SpectroMaster HR Compact
Диапазон длин волн (стандартная комплектация), нм	УФ (194,2 – 334,1), видимый (365,0 – 1013,0), коротковолновый ИК (1529,6 – 2325,4) диапазоны	Видимый диапазон
Диапазон длин волн (опционально), нм	Средневолновый и длинноволновый ИК (3000-12000) диапазоны	УФ и ближний ИК
Погрешность измерения показателя преломления	УФ: 3×10^{-6} Видимый: 2×10^{-6} ИК: 5×10^{-6}	Видимый: 5×10^{-6}
Используемые датчики	УФ: ФЭУ Видимый: ПЗС-камера ИК: полупроводниковый PbS- датчик	ПЗС-камера



Ключевыми особенностями спектрогониометров Trioptics являются наличие таких узлов как поворотный стол на воздушном подшипнике (биение менее 0,05 мкм) для точного измерения угла при вершине призмы, внеосевые параболические зеркала с качеством изготовления поверхности $\lambda/10$ для формирования параллельного пучка света, пьезодвигатель с высоким разрешением отсчета, обеспечивающий высокую скорость и точность установки коллиматора в требуемое положение. Для точного выделения длины волны прибор оснащается турелью для установки 8 галогенных ламп, а также устройством смены узкополосных интерференционных фильтров.

Комплексная оценка оптических параметров линз

Приборы серии **OptiSpheric®**



OptiSpheric является промышленным стандартом для проверки качества изготовления одиночных линз и сложных оптических систем в условиях лаборатории и производства. Станция представляет собой многофункциональный управляемый персональным компьютером прибор для комплексной оценки таких оптических параметров, как **эффективное фокусное расстояние (EFL)**, **частотно-контрастная характеристика (MTF)**, **задний рабочий отрезок (BFL)**, **радиус кривизны (R)**, **рабочий отрезок (FFL)**.



Станция является модульной и может быть оснащена дополнениями для измерения углов оптических клиньев, плоскопараллельных пластин и призм, погрешности центрирования сферических линз в отраженном и проходящем свете, погрешности центрирования асферических линз, толщины линз, волнового фронта.

Технические характеристики станции приведены в таблице.

Диаметр измеряемых линз, мм	0 – 35
Измерение эффективного фокусного расстояния	
Диапазон измеряемых значений, мм	от +5 до +1500 мм; от -5 до -1200 мм
Погрешность измерения	0,1 – 0,3 % в диапазоне от 5 до 25 мм; 0,03 – 0,1 % в диапазоне от 25 до 500 мм; 0,05 – 0,3 % в диапазоне от 500 до 1000 мм;
Время измерения, мм	первое измерение: от 5 до 8 секунд; последующие измерения: от 3 до 5 секунд;
Измерение ЧКХ	
Диапазон длин волн, нм	400 – 1000
Пространственная частота, линий/мм	0 – 500
Повторяемость измерений, %	1
Погрешность измерений, %	2
Измерение рабочего отрезка, заднего рабочего отрезка и радиуса кривизны	
Повторяемость измерения, %	0,02 – 0,2
Погрешность измерения, %	0,03 – 0,3
Измерение погрешности центрирования	
Повторяемость измерения	0,1 мкм или 1 угл. секунда
Погрешность измерения	0,2 мкм или 2 угл. секунды
Время измерения, с	3 – 15
Угловые измерения	
Разрешение, угл. секунды	0,01
Повторяемость, угл. секунды	0,2
Погрешность измерения, угл. секунды	1

Измерение толщины линз и воздушных зазоров в объективах

Приборы серии **OptiSurf®**



OptiSurf – это система, основанная на низкокогерентной интерферометрии, позволяющая бесконтактным способом измерять как толщину линз, так и воздушные зазоры в собранных объективах с погрешностью $\pm 0,15$ мкм. Данный прибор незаменим в случае, когда требуется в кратчайшие сроки определить взаимное расположение линз в сложных оптических системах без их разбора.

Минимальное значение толщины линзы (или воздушного слоя), которое может быть измерено системой составляет 20 мкм, а скорость измерения участка 100 мм – менее 11 секунд.

По выбору доступны приборы для анализа как небольших систем, оптический путь которых составляет менее 40 мм, так и крупногабаритных прицелов и телескопов с длиной оптического пути до 800 мм.

Для удобства работы программное обеспечение, поставляемое с приборами **OptiSurf**, поддерживает импорт оптической схемы из Zemax-файлов. Также пользователям доступен каталог, содержащий значения группового показателя преломления более чем 2100 марок оптического стекла, **в том числе марки стекол производства Лыткаринского завода оптического стекла (ЛЗОС), марки из каталогов Ohara и Schott.**

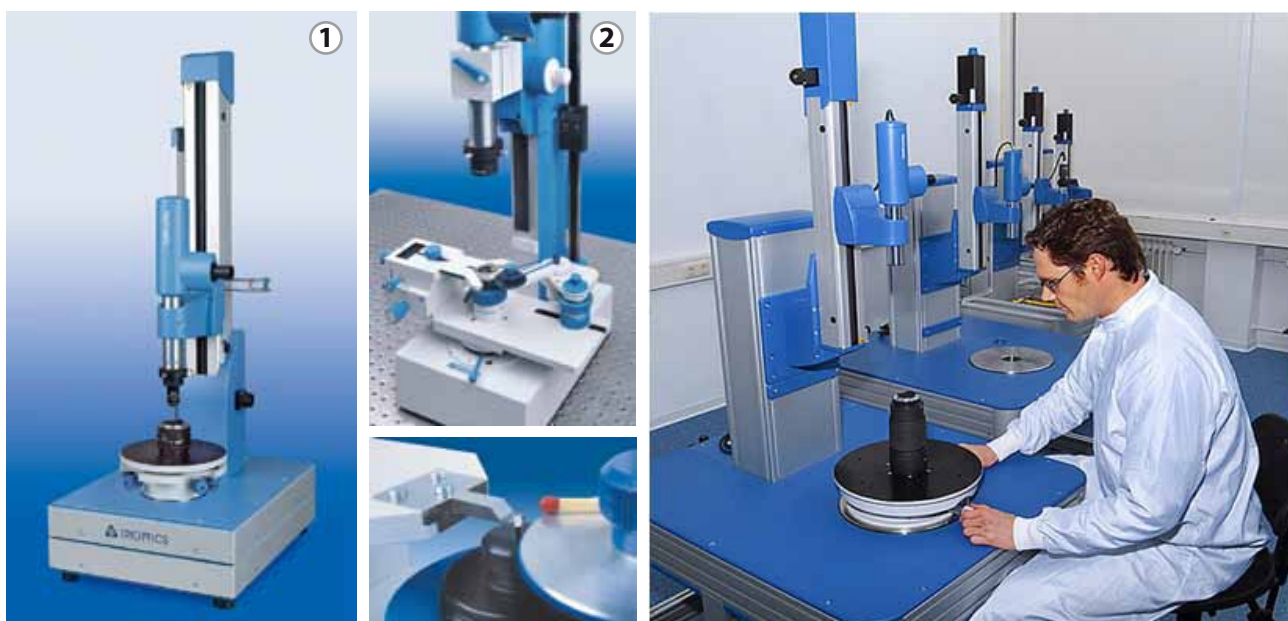


Для контроля изделий, требующих горизонтального расположения, имеется специальная модель прибора.

Измерение погрешности центрирования оптических систем

Приборы серии **OptiCentric Metro**[®]

Необходимым условием определения погрешности центрирования является вращение линзы (или объектива), для чего прибор оснащается воздушным подшипником, вращающим объектив на поворотно-наклонном столе (рис. 1) или устройством вакуумного удержания (рис. 2), которое вращает линзу на специальном пластиковом патроне.



Широкий модельный ряд и богатый выбор принадлежностей позволяют адаптировать приборы данной серии к любому производству – от изготовления малых линз размером с головку спички до сборки крупногабаритных объективов, востребованных в астрономии и оборонной промышленности.

С точки зрения конструктивного исполнения прибор может быть укомплектован как одним коллиматором, позволяющим измерять погрешности центрирования одной или нескольких линз в режиме отраженного света, так и двумя коллиматорами – для общей оценки оптической системы в проходящем свете.

Для расширения возможностей стандартного программного обеспечения доступны более 10 программных дополнений, позволяющих дать визуальную оценку смещения линз в объективе, измерять наиболее важные оптические параметры линз, такие как фокусное расстояние и рабочий отрезок, или определить наклон асферической поверхности линзы к ее оптической оси.

Система OptiCentric 3D, объединяющая в себе возможности приборов OptiCentric и OptiSurf, дает возможность комплексной оценки положения каждой линзы в собранном объективе.

Склейка линз и вклейка линз в оправы

Приборы серии **OptiCentric Pro**[®]



Для выполнения таких важных технологических задач, как склейка оптических деталей, **Trioptics** предлагает два комплексных решения – **Cementing station** для склейки дуплетов и триплетов и **Bonding station** для сборки объективов путем последовательной вклейки линз в оправу.



В случае использования **Cementing station** центры кривизны двух линз совмещаются вдоль одной прямой, что позволяет избежать необходимости выравнивания положения нижней линзы относительно оси вращения. Склеивание может осуществляться как в ручном режиме (нижняя линза при этом удерживается при помощи V-образной пластины), так и автоматически при помощи станции для автоматического выравнивания (см. рисунок слева). Погрешность выравнивания линз относительно друг друга при этом составляет менее 1 мкм. Процесс склейки управляется при помощи ПО. При необходимости прибор оснащается ультрафиолетовыми светодиодами для фиксации положения линз относительно друг друга.



Технология вклейки линз в оправы, реализованная в **Bonding station**, применяется там, где не подходит традиционная завальцовка линз. В этом случае необходимо выравнивание оптической оси линзы относительно геометрической оси оправы. Станция может комплектоваться как одним приводом для смещения линзы сверху, так и тремя пьезоманипуляторами для воздействия на линзы через отверстия в оправе. Диаметр вклеиваемых линз может достигать 800 мм, а вес 1500 кг. Погрешность выравнивания составляет менее 2,5 мкм. Как и в случае с **Cementing station**, параметры вклейки настраиваются в специальном программном обеспечении; выравнивание линзы заканчивается фиксацией клея при помощи ультрафиолетовых светодиодов. Суммарное время вклейки линзы составляет менее 2 минут.

Центрирование объективов путем подрезки оправы

Приборы серии **OptiCentric Alignment Turning®**



В случае, если требуется получить наивысшую точность при сборке оптики или там, где использование клея недопустимо (например, в аэрокосмической промышленности, когда имеют место большие температурные колебания или вибрации), **Trioptics** предлагает технологию центрирования собранных объективов путем подрезки оправы **Alignment Turning**. При этом геометрическая ось оправы совмещается с оптической осью объектива. Погрешность центрирования составляет менее 0,5 мкм, а диаметр центрируемых объективов – до 400 мм. Станция подрезки работает со всеми часто используемыми материалами оправы, такими как сталь, латунь, алюминий.



Центрируемый объектив измеряется с двух сторон, что обеспечивает более точное и быстрое измерение, а также делает возможным измерение оптических систем с покрытием.

Для измерения диаметра оправы, а также определения величины рабочего отрезка станция комплектуется контактным или бесконтактным датчиком определения расстояний.

Характеристики станции для подрезки объектива ATS 400

Тип станции	Станция на основе приборов серии OptiCentric с двумя автоколлиматорами и вертикальным расположением центрируемых объективов. Оси X, Y и ось шпинделя на воздушных подшипниках. ПО для управления центровкой и отображения результатов в режиме реального времени
Характеристика обрабатываемых деталей	диаметр линзы – до 400 мм, масса – до 30 кг
Инструмент подрезки оправы	алмазные резцы
Погрешность центрирования, мкм	менее 0,5
Отклонение от формы оправы, мкм	менее 0,5 (для стали); менее 0,2 (для латуни)
Производительность станции	10-15 изделий в час (в зависимости от материала оправы и массы линзы)

Контроль качества изображения оптических систем

Приборы серии **ImageMaster®**



Приборы серии ImageMaster великолепно подходят для измерения частотно-контрастной характеристики (ЧКХ) оптических систем любой сложности, применяемых в научных и исследовательских целях, в оборонной и аэрокосмической промышленности, в медицине и на производстве объективов.

Конфигурация прибора может быть подобрана для работы с оптическими системами, настроенными на бесконечность (объективы цифрового фотоаппарата), конечными (увеличительная оптика) и афокальными (телескопы, бинокляры) системами в диапазоне от УФ (< 200 нм) до дальней ИК-области (14 мкм). При этом световой диаметр исследуемой системы может варьироваться в диапазоне от нескольких миллиметров до 800 мм, а ЭФР – от 1 до 2000 мм.

Погрешность измерения ЧКХ на приборах серии ImageMaster является наивысшей среди аналогичных приборов на рынке и составляет 2%.

Помимо ЧКХ, прибор может измерять такие параметры, как:

- эффективное фокусное расстояние;
- задний рабочий отрезок;
- дисторсия;
- кривизна поля изображения;
- хроматические aberrации;
- астигматизм;
- коэффициент пропускания;
- виньетирование;
- поле зрения;
- глубина фокуса и т.д.



Для измерений ЧКХ вне оси приборы оснащаются криволинейной направляющей, обеспечивающей поворот приемной части вплоть до 180 градусов.

Для крупносерийного производства линз Trioptics предлагает приборы серии ImageMaster Pro, позволяющие измерять ЧКХ линз на паллетах с погрешностью 1% ЧКХ на оси (и 2% ЧКХ вне оси) и скоростью измерения 1,5 секунды на одну линзу.

Визуальные оптические средства измерения

Приборы серии **OptiTest®**

В серию Optitest вошли приборы и комплектующие различного назначения, широко применяемые на оптическом производстве. Это и классические визуальные автоколлиматоры, отсчет положения перекрестия в которых осуществляется при помощи окуляров, ахроматы (фокусирующие насадки), необходимые при работе со сферическими поверхностями, тест-объекты (в т.ч. сетки и миры), источники освещения, а также диоптрийные трубки, предназначенные для измерения оптической силы в диоптриях.



Диоптрийные трубки:



Тип	Увеличение, крат	Поле обзора, град	Высота Н, мм	Диапазон измерения, диоптрии	Градировка, диоптрии	Погрешность, диоптрии
DPT-5/+5			75-92	от -5 до +5	0,2	0,1
DPT-3/+1	2,7	13	82-90	от -3 до +1	0,1	0,05
DPT-1/+3			77-83	от +3 до -1	0,1	
DPT-5/+5			75-92	от -5 до +5	0,1	
DPT +/-1,6	6,3	5,6	80-86	от +1,6 до -1,6	0,2	0,1
DPT -6/+4	2,7	13	75-92	от -6 до +4	0,2	



Научно-производственная фирма
«УРАН»
Новейшие измерительные технологии



ЗАО НПФ «УРАН»
198099 Россия
г. Санкт-Петербург
ул. Промышленная, д.5

Телефон: +7 812 335 09 75
Факс: +7 812 335 09 76

Сайт: www.uran-spb.ru
Почта: info@uran-spb.ru