

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы оптические координатно-измерительные топометрические  
ATOS

### Назначение средства измерений

Системы оптические координатно-измерительные топометрические ATOS предназначены для измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы в цехах и лабораториях промышленных предприятий.

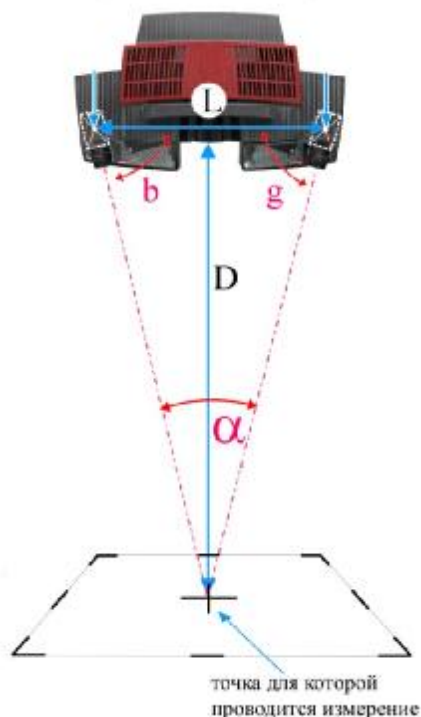
### Описание средства измерений

Системы оптические координатно-измерительные топометрические ATOS выпускаются следующих модификаций: ATOS I rev.01; ATOS II rev.01; ATOS II XL rev.01; ATOS IIe rev.01, ATOS IIe XL rev.01, ATOS III rev.01, ATOS III XL rev.01, ATOS Compact Scan 2M, ATOS Compact Scan XL 2M, ATOS Compact Scan 5M, ATOS Compact Scan XL 5M, ATOS II Triple Scan, ATOS II Triple Scan XL, ATOS III Triple Scan, ATOS III Triple Scan XL, ATOS Triple Scan 12M, ATOS Triple Scan XL 12M, ATOS II Triple Scan with ATOS Plus, ATOS III Triple Scan with ATOS Plus, ATOS Triple Scan 12M with ATOS Plus, ATOS Core отличающиеся друг от друга измерительными объемами, шагом дискретности между измеряемыми точками и разрешением матриц цифровых камер (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид системы оптической координатно-измерительной топометрической ATOS Triple Scan

Системы оптические координатно-измерительные топометрические ATOS состоят из ATOS сенсора с двумя камерами, модулем проектора, контроллером, блоком питания, компьютера и стойки для крепежа ATOS сенсора.



Принцип действия системы заключается в следующем: встроенный в сенсор ATOS проектор со светодиодным источником света, проецирует последовательные интерференционные изображения на объект измерения, которые фиксируются двумя камерами. Камеры осуществляют синхронную съемку объекта вместе со спроецированными интерференционными изображениями на нем. В результате чего получаются цифровые изображения (фотографии) одного вида (области) объекта, в пределах выбранного измерительного объема под двумя разными углами, состоящие от 2 до 12 миллионов точек каждая (в зависимости от разрешения матриц камер). Угол альфа – это угол между камерами, который известен системе. Он зависит от выбранного измерительного объема и устанавливается во время калибровки системы. Вычисление трехмерных координат каждой точки отдельного сканирования осуществляется по принципу триангулирования. Система определяет координаты точки путем вычисления длины одной

из сторон треугольника, образованных проектором и камерами по углу и стороне треугольника, образованного этой точкой и двумя другими известными точками (центры камер).

$$D = \frac{L \cdot \sin b \cdot \sin g}{\sin(b + g)}, \text{ где}$$

$L$  – расстояние между камерами, которое известно системе автоматически после установки камер (для каждого измерительного объема оно свое и устанавливается при калибровке системы), углы  $b$  и  $g$  вычисляются по формулам тригонометрии зная  $L$  и угол  $\alpha$ .

При объединении данных в единый массив, для каждой точки формируются трехмерные координаты точек поверхности сканируемого объекта в единой системе координат, которые вычисляются на основании кривых линий интерференционных изображений, полученных с камер.

После сканирования и обработки цифровых изображений, система получает данные с части поверхности объекта в виде массива («облака») точек. Для каждой точки известны ее трехмерные координаты.

На выполнение одного сканирования и обработку данных системе необходимо 2-3 секунды.

Затем выбирается следующая область на объекте, которую необходимо сканировать. Оптический сенсор, содержащий цифровые камеры, свободно перемещается вокруг объекта с помощью подвижной стойки крепления, при этом не требуется применение какого-либо дополнительного оборудования для точного перемещения и жесткого базирования сенсора в процессе сканирования объекта. Процесс сканирования повторяется до тех пор, пока с поверхности объекта не будут получены весь объем данных, достаточный для выполнения измерений в соответствии с заявленными требованиями.

Для сканирования крупногабаритных объектов (превышающих измерительный объем в три раза) система ATOS поставляется в конфигурациях XL или Plus, в комплекте с фотограмметрической системой TRITOP.

Для автоматического объединения данных, полученных в результате каждого отдельного сканирования в единый массив, применяется система маркеров, которые наклеиваются на поверхность объекта или рядом с ним. В процессе сканирования координаты центра маркеров вычисляются автоматически.

После завершения сканирования всего объекта система выполняет обработку полученного массива точек (полигонизацию), после чего можно приступить к выполнению измерений.

Для определения точности соответствия линейных и угловых величин, измеряемых системой, выполняется калибровка. Во время выполнения процедуры калибровки ПО определяет геометрические параметры, такие как положение и ориентацию каждой камеры, на основании записанных изображений с камеры, в дополнение определяется нелинейность оптики и параметры чипа матрицы камеры.

Калибровка системы выполняется с помощью специальных калибровочных объектов, несущих базовые маркеры: калибровочной панели (Рисунок 3 а) или калибровочного креста (Рисунок 3 б).

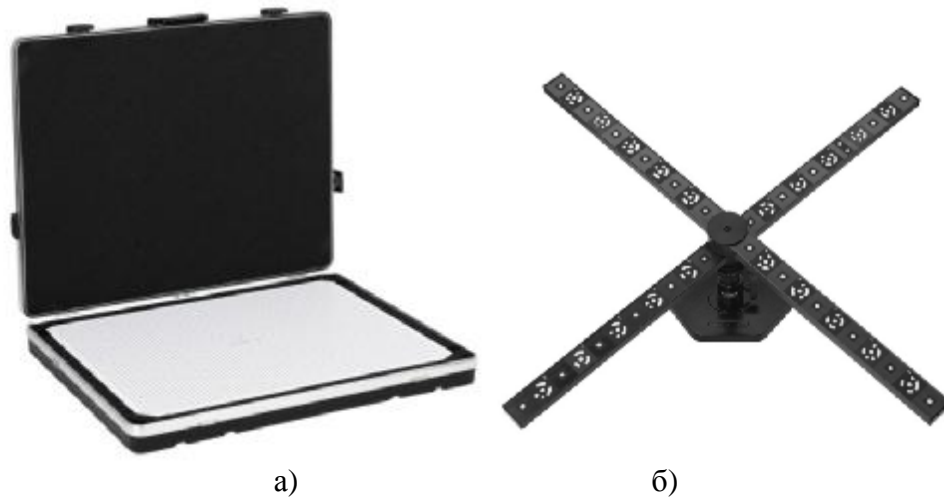


Рисунок 3 – Калибровочные объекты –  
а) калибровочная панель; б) калибровочный крест

Крест используется для больших измерительных объемов, панели для средних и малых измерительных объемов. Калибровка системы при помощи калибровочной панели обеспечивает определение положений расположенных на ней базовых маркеров и отклонение от плоскостности поверхности (отклонение формы) панели.

При калибровке с применением калибровочного перекрестия определяется только положение расположенных на нем базовых маркеров.

Калибровка системы выполняется в следующих случаях:

- Перед выполнением первого измерения соответствующий измерительный объем должен быть откалиброван;
- Если были изменены настройки объективов камер или положения камер относительно друг друга;
- Если ПО выдает сообщение о раскалибровке системы.

Измерительные системы ATOS позволяют:

1. Проведение и планирование измерений (Импорт планов измерений, создание примитивов на CAD данных и полигональной сетки, создание эквидистантных облаков точек по выделенным областям или вдоль кромок, создание элементов максимально вписанных и максимально описанных элементов по методу Гаусса и Чебышева и т.д.)

2. Осуществлять импорт CAD данных в стандартных форматах: IGES, VDA, STEP, JTOpen, STL и в специальных форматах: CATIAv4/v5, UG, Pro/E, Parasolid, автоматическое предварительное выравнивание относительно CAD, определение допусков на CAD модели, сравнение актуальных данных с номинальными CAD данными, определение системы координат: 3-2-1, наилучшего совпадения, RPS, плоскость-линия-точка, и др.

3. Создавать отчеты в виде интерактивных таблиц, настраиваемых шаблонов с логотипами и текстовыми выносками, мастер страницами для равномерного формирования стиля отчетов и т.д.

Особенностью системы является отслеживание внешних воздействий: интерактивный контроль калибровки сенсора, вибраций объекта, изменения освещенности и пр. Это позволяет, при необходимости, повторить сканирование и получить корректные данные.

### Программное обеспечение

ATOS Professional представляет собой встроенное программное обеспечение. ПО ATOS Professional позволяет производить измерения деталей, создавать системы координат на базе имеющихся данных, применять допуски (прямоугольные и GD&T), а также строить графические отчеты.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (защитный ключ-заглушка)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
ATOS Professional	ATOS Professional	v.7.X и выше	защитный ключ-заглушка	-

Программное обеспечение является неизменным. Средства для программирования или изменения метрологически значимых функций отсутствуют.

Главной защитой ПО является USB-ключ. HASP (программа, направленная на борьбу с нарушением авторских прав на ПО) использует 128-битное шифрование по алгоритму AES (симметричный алгоритм блочного шифрования информации), что предотвращает неавторизованное использование ПО.

Защита программного обеспечения систем оптических координатно-измерительных топометрических ATOS соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 1

Диапазон измерений установок, мм -по оси X -по оси Y -по оси Z	От 35 до 2000 от 30 до 1500 от 20 до 1500
Расстояние до измеряемого объекта, мм	От 420 до 2330
Время выполнения одного скана, с	2-3
Разрешающая способность камер, пикселей	От 200000 до 12000000
Габаритные размеры сенсорной головки, не более, мм -длина, -ширина(в зависимости от держателя камер) -высота	350 970 300
Масса сенсорной головки, не более, кг	16
Передача изображений и управляющих сигналов	Через интерфейс Ethernet Gigabit
Диапазон рабочих напряжений , В Потребляемая мощность, В·А	От 90 до 240 От 120 до 300
Лазерные указки: Мощность излучения, мВт, не более Длина волны, нм Класс безопасности	0,39 650 1
Диапазон рабочих температур, °C	От +5 до +40 без конденсации

Объемы измерений, предел допускаемых абсолютных погрешностей при измерении расстояний и отклонений формы, калибровочные средства конкретных модификаций системы приведены в таблице 2

Таблица 2

Модель		Расстояние между измеряемыми точками, мм	Объем измерений: ось X, ось Y, ось Z, мм	Калибровочный объект	Предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении отклонений формы, мм	Предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении длины, мм
ATOS 12M with ATOS plus	400	0,206	850x640x640	панель	0,009	0,033
		0,136	560x420x420	панель	0,007	0,024
		0,076	320x240x240	панель	0,005	0,016
	SO	0,042	170x130x130	панель	0,003	0,008
ATOS 12M	400	0,206	850x640x640	панель	0,009	0,033
		0,136	560x420x420	панель	0,007	0,024
		0,076	320x240x240	панель	0,005	0,016
	SO	0,042	170x130x130	панель	0,003	0,008
ATOS III Rev.02 with ATOS plus	800	0,608	2000x1500x1500	панель	0,040	0,253
		0,397	1400x1050x1050	панель	0,021	0,128
		0,329	1000x750x750	панель	0,011	0,043
		0,199	560x420x420	панель	0,008	0,029
		0,329	1000x750x750	крест	0,011	0,065
		0,199	560x420x420	крест	0,008	0,043
	400	0,399	1400x1050x1050	панель	0,026	0,155
		0,332	1000x750x750	панель	0,015	0,058
		0,213	700x530x520	панель	0,008	0,028
		0,176	560x420x420	панель	0,007	0,024
		0,104	320x240x240	панель	0,005	0,016
		0,053	170x130x130	панель	0,004	0,011
		0,332	1000x750x750	крест	0,015	0,086
		0,213	700x530x520	крест	0,008	0,043
0,176	560x420x420	крест	0,007	0,036		

	SO	0,095	320x240x240	панель	0,006	0,019
		0,055	170x130x130	панель	0,003	0,008
		0,031	100x75x70	панель	0,003	0,005
		0,017	60x45x40	панель	0,002	0,004
		0,012	38x29x15	панель	0,002	0,003
ATOSIIIRev.02	800	0,608	2000x1500x1500	панель	0,040	0,253
		0,397	1400x1050x1050	панель	0,021	0,128
		0,329	1000x750x750	панель	0,011	0,043
		0,199	560x420x420	панель	0,008	0,029
		0,329	1000x750x750	крест	0,011	0,065
		0,199	560x420x420	крест	0,008	0,043
	400	0,399	1400x1050x1050	панель	0,026	0,155
		0,332	1000x750x750	панель	0,015	0,058
		0,213	700x530x520	панель	0,008	0,028
		0,176	560x420x420	панель	0,007	0,024
		0,104	320x240x240	панель	0,005	0,016
		0,053	170x130x130	панель	0,004	0,011
		0,332	1000x750x750	крест	0,015	0,086
		0,213	700x530x520	крест	0,008	0,043
	SO	0,176	560x420x420	крест	0,007	0,036
		0,095	320x240x240	панель	0,006	0,019
		0,055	170x130x130	панель	0,003	0,008
		0,031	100x75x70	панель	0,003	0,005
		0,017	60x45x40	панель	0,002	0,004
	ATOS II Rev.02 with ATOS plus	800	0,012	38x29x15	панель	0,002
0,789			2000x1500x1500	панель	0,047	0,297
0,610			1400x1050x1050	панель	0,024	0,149
0,413			1000x750x750	панель	0,013	0,050
0,233			560x420x420	панель	0,009	0,032
0,413			1000x750x750	крест	0,013	0,075
0,233	560x420x420	крест	0,009	0,049		

	400	0,617	1400x1050x1050	панель	0,030	0,183	
		0,411	1000x750x750	панель	0,018	0,068	
		0,335	700x530x530	панель	0,009	0,033	
		0,226	560x420x420	панель	0,008	0,027	
		0,126	320x240x240	панель	0,006	0,018	
		0,070	170x130x130	панель	0,004	0,012	
		0,411	1000x750x750	крест	0,018	0,101	
		0,335	700x530x530	крест	0,009	0,050	
		0,226	560x420x420	крест	0,008	0,041	
	SO	0,124	320x240x240	панель	0,007	0,022	
		0,071	170x130x130	панель	0,003	0,009	
		0,045	100x75x70	панель	0,003	0,006	
		0,023	60x45x40	панель	0,003	0,004	
		0,015	38x29x15	панель	0,002	0,004	
	ATOS II Rev.02	800	0,789	2000x1500x1500	панель	0,047	0,297
			0,610	1400x1050x1050	панель	0,024	0,149
			0,413	1000x750x750	панель	0,013	0,050
			0,233	560x420x420	панель	0,009	0,032
			0,413	1000x750x750	крест	0,013	0,075
0,233			560x420x420	крест	0,009	0,049	
400		0,617	1400x1050x1050	панель	0,030	0,183	
		0,411	1000x750x750	панель	0,018	0,068	
		0,335	700x530x530	панель	0,009	0,033	
		0,226	560x420x420	панель	0,008	0,027	
		0,126	320x240x240	панель	0,006	0,018	
		0,070	170x130x130	панель	0,004	0,012	
		0,411	1000x750x750	крест	0,018	0,101	
		0,335	700x530x530	крест	0,009	0,050	
		0,226	560x420x420	крест	0,008	0,041	



	SO	0,124	320x240x240	панель	0,007	0,022
		0,071	170x130x130	панель	0,003	0,009
		0,045	100x75x70	панель	0,003	0,006
		0,023	60x45x40	панель	0,003	0,004
		0,015	38x29x15	панель	0,002	0,004
ATOS Compact Scan 5M	500	0,481	1200x900x900	панель	0,026	0,105
		0,325	800x600x600	панель	0,019	0,075
		0,243	600x450x450	панель	0,011	0,040
		0,124	300x230x230	панель	0,007	0,025
		0,481	1200x900x900	крест	0,039	0,210
		0,325	800x600x600	крест	0,029	0,150
		0,243	600x450x450	крест	0,011	0,080
		0,124	300x230x230	крест	0,007	0,050
	300	0,250	600x450x450	панель	0,010	0,035
		0,124	300x230x230	панель	0,006	0,020
		0,062	150x110x110	панель	0,005	0,013
		0,250	600x450x450	крест	0,010	0,070
		0,124	300x230x230	крест	0,006	0,040
	SO	0,063	150x110x110	панель	0,004	0,010
		0,029	70x50x50	панель	0,003	0,006
0,017		40x30x20	панель	0,002	0,004	
ATOS Compact Scan 2M	500	0,615	1000x750x750	панель	0,026	0,109
		0,308	500x380x380	панель	0,011	0,041
		0,156	250x190x190	панель	0,007	0,026
		0,615	1000x750x750	крест	0,039	0,218
		0,308	500x380x380	крест	0,011	0,083
		0,156	250x190x190	крест	0,007	0,051
	300	0,309	500x380x380	панель	0,010	0,036
		0,153	250x190x190	панель	0,006	0,021
		0,075	125x90x90	панель	0,005	0,013

	SO	0,309	500x380x380	крест	0,010	0,073
		0,153	250x190x190	крест	0,006	0,041
		0,079	125x90x90	панель	0,004	0,010
		0,037	60x50x50	панель	0,003	0,006
		0,021	35x30x20	панель	0,002	0,004
ATOSIIIRev.01	600	1,000	2000x2000x2000		0,069	0,208
		0,750	1500x1500x1500		0,043	0,119
		0,500	1000x1000x1000		0,015	0,054
		0,250	500x500x500		0,009	0,030
		0,150	300x300x300		0,007	0,020
	400	0,750	1500x1500x1500		0,054	0,158
		0,500	1000x1000x1000		0,031	0,082
		0,250	500x500x500		0,009	0,030
		0,150	300x300x300		0,007	0,020
		0,070	150x150x130		0,005	0,012
	SO	0,150	300x300x300		0,008	0,026
		0,070	150x150x130		0,005	0,015
		0,050	100x100x80		0,005	0,011
		0,030	65x65x45		0,004	0,009
		0,015	30x30x13		0,003	0,007
ATOS SO 4M Rev.01	SO	0,150	300x300x300		0,008	0,026
		0,070	150x150x130		0,005	0,015
		0,050	100x100x80		0,005	0,011
		0,030	65x65x45		0,004	0,009
		0,015	30x30x13		0,005	0,007
ATOS IIe Rev.01	600	1,430	2000x1600x1600		0,066	0,189
		1,000	1400x1120x1120		0,024	0,090
		0,700	1000x800x800		0,018	0,065
		0,500	700x560x560		0,014	0,047
		0,350	500x400x400		0,011	0,035
		0,250	350x280x280		0,008	0,026
		0,170	250x200x200		0,007	0,020
		0,120	175x140x135		0,006	0,015

	400	1,000	1400x1120x1120		0,048	0,134	
		0,700	1000x800x800		0,036	0,098	
		0,500	700x560x560		0,027	0,071	
		0,350	500x400x400		0,011	0,035	
		0,250	350x280x280		0,008	0,026	
		0,170	250x200x200		0,007	0,020	
		0,120	175x140x135		0,006	0,015	
		0,080	120x96x80		0,005	0,012	
	SO	0,170	250x200x200		0,010	0,030	
		0,120	175x140x135		0,006	0,015	
		0,080	120x96x80		0,005	0,012	
		0,060	90x72x55		0,004	0,010	
		0,040	55x44x30		0,004	0,008	
	ATOS II Rev.01	600	1,430	2000x1600x1600		0,066	0,189
			1,000	1400x1120x1120		0,024	0,090
0,700			1000x800x800		0,018	0,065	
0,500			700x560x560		0,014	0,047	
0,350			500x400x400		0,011	0,035	
0,250			350x280x280		0,008	0,026	
0,170			250x200x200		0,007	0,020	
0,120			175x140x135		0,006	0,015	
400		1,000	1400x1120x1120		0,048	0,134	
		0,700	1000x800x800		0,036	0,098	
		0,500	700x560x560		0,027	0,071	
		0,350	500x400x400		0,011	0,035	
		0,250	350x280x280		0,008	0,026	
		0,170	250x200x200		0,007	0,020	
		0,120	175x140x135		0,006	0,015	
	0,080	120x96x80		0,005	0,012		

	SO	0,170	250x200x200		0,010	0,030	
		0,120	175x140x135		0,006	0,015	
		0,080	120x96x80		0,005	0,012	
		0,060	90x72x55		0,004	0,010	
		0,040	55x44x30		0,004	0,008	
		0,020	30x24x13		0,003	0,007	
ATOS I Rev.02	700	1,000	1000x800x800		0,041	0,106	
		0,500	500x400x400		0,022	0,055	
		0,250	250x200x200		0,012	0,030	
	350	0,500	500x400x400		0,022	0,055	
		0,250	250x200x200		0,012	0,030	
		0,130	125x100x90		0,008	0,017	
	SO	0,250	250x200x200		0,012	0,030	
		0,130	125x100x90		0,008	0,017	
		0,070	65x50x30		0,005	0,011	
		0,040	40x30x15		0,004	0,008	
	ATOS I Rev.02 (2M)	350	0,310	500x400x400		0,022	0,055
			0,220	350x280x280		0,016	0,040
0,150			250x200x200		0,012	0,030	
0,070			120x96x80		0,007	0,017	
SO		0,070	120x96x80		0,007	0,017	
		0,060	90x72x55		0,006	0,014	
		0,030	55x44x30		0,005	0,010	
ATOS Core	45	0,030	45x30x30			0,004	
	135	0,090	185x140x140			0,007	
	300	0,180	300x230x230			0,017	
	500	0,310	500x380x380			0,063	

### **Знак утверждения типа**

Знак утверждения типа наносится на руководство по эксплуатации систем оптических координатно-измерительных топометрических ATOS типографским способом и на измерительную головку методом наклейки

### **Комплектность средства измерений**

В комплект поставки систем оптических координатно-измерительных топометрических ATOS входят:

1. комплект системы ATOS:
  - измерительная головка ATOS, проектор со светодиодным источником света, корпус с двумя лазерными указками, две цифровые камеры;
  - комплект оптики на один измерительный объём;
  - встроенный блок управления с 10м кабелями для управления измерительной головкой;
  - вспомогательные принадлежности: комплект инструмента для настройки объективов и камер.
2. цифровая фотокамера (для конфигурации XL или Plus);
3. системный контроллер на базе персонального компьютера или ноутбука (в зависимости от конфигурации);
4. пакет специального программного обеспечения ATOS;
5. пакет специального программного обеспечения TRITOP (для конфигурации XL или Plus);
6. штатив;
7. комплект специальных приспособлений (адаптеров) (в зависимости от конфигурации);
8. комплект самоклеящихся точечных маркеров;
9. руководство по эксплуатации;
10. протоколы испытаний системы ATOS на заводе изготовителе GOM.

### **Поверка**

осуществляется по документу МП 54916-13 «Системы оптические координатно-измерительные топометрические ATOS. Методика поверки» утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в январе 2013 г.

Основные средства поверки: комплект мер для поверки систем оптических координатно-измерительных топометрических ATOS.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Метод измерений изложен в документе «Системы оптические координатно-измерительные топометрические ATOS. Руководство по эксплуатации»

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам оптическим координатно-измерительным топометрическим ATOS**

ГОСТ Р 8.763-2011 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-9}$  до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм».

Техническая документация фирмы GOM mbH, Германия.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям

**Изготовитель**

Фирма GOM mbH, Германия.  
Mittelweg 7-8 38106 Braunschweig Germany  
Тел:+49 (0) 531 390 29 0; Факс:+49 (0) 531 390 29 15; [www.gom.com](http://www.gom.com)

**Заявитель**

ОАО «Национальный институт авиационных технологий» (ОАО НИАТ), г. Москва  
127051, г. Москва, ул.Петровка, д.24  
Тел. +7 (495) 311-1198  
Факс. +7 (495) 311-8139  
E-mail: [info@niat-ntk.ru](mailto:info@niat-ntk.ru)

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений (ГЦИ СИ) ФГУП «ВНИИМС», г. Москва,  
Аттестат аккредитации Госреестр № 30004-08 от 27.06.2008г.  
Адрес: 119361, г.Москва, ул.Озерная, д.46  
Тел./факс: (495) 437-55-77 / 437-56-66.  
E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru), [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.