

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов
2025 г.

«ГСИ. Сканеры лазерные трехмерные АТЛАС С100.
Методика поверки»

МП 651-25-043

пгт. Менделеево.

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на сканеры лазерные трехмерные АТЛАС С100 (далее - сканеры), изготовленные ООО «Атлас», Россия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости сканеров к Государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон сканирования, м	от 1,0 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат ¹⁾ , мм	$\pm 0,5$ ²⁾ $\pm 0,9$ ³⁾
Примечание: ¹⁾ Сканер обеспечивает заявленную точность определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат (прямоугольной системе координат) при отражательной способности поверхности объекта сканирования более 15%. ²⁾ В диапазоне измерений от 1,0 до 25 м включ. ³⁾ В диапазоне измерений св. 25 до 50 м включ.	

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость сканеров к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 7 июня 2024 г.

Методика поверки реализуется посредством методов непосредственных сличений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Проверка диапазона сканирования и определение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат	да	да	10.1
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и сканеры признаются непригодными к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих условиям применения эталонов, средств измерений и поверяемого сканера:

- температура окружающего воздуха от плюс 5 °С до плюс 45 °С.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка сканера осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

4.2 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области геодезических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на сканер и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки применять средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Проверка диапазона сканирования и определение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат	Средство измерений длины, рабочий эталон 1-го разряда – комплексы базисные эталонные, диапазон измерений длин от 0 до 6000 м, предел допускаемой абсолютной погрешности приращений координат $\pm 0,2 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot L$ мм, где L - измеряемая длина в мм, по государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1374 от 7 июня 2024 г.	Государственный первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2024
	Сферы для сканирования, диаметр не менее 150 мм (вспомогательное оборудование)	
	Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от -20 °С до +60 °С, давления от 840 до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$, температуры $\pm 0,2$ °С, давления ± 3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечания: 1) Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. 2) Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к Государственным первичным эталонам единиц величин.		

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее - ЭД) на используемые средства поверки;
- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- ГОСТ 12.1.040-83 «ССТБ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре сканеров установить:

- комплектность сканеров и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на сканеры, наличие поясняющих надписей;
- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей;
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты операции поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае сканеры бракуются, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность сканеров в соответствии с эксплуатационной документацией (далее - ЭД);
- проверить наличие сведений о результатах поверки средств измерений (вспомогательных средств поверки), включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- сканеры и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

8.2 При опробовании установить соответствие сканеров следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность сканеров (в соответствии с указаниями пункта «Сканирование в

«Автономном режиме» документа «Сканеры лазерные трехмерные АТЛАС С100. Руководство по эксплуатации» (далее - РЭ).

Если перечисленные требования не выполняются, сканеры признают негодными к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.3 Результаты операции поверки считать положительными, если результаты опробования и проверки работоспособности удовлетворяют п.п. 8.1, 8.2.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) «СканЭкспресс» следует получить после запуска ПО «СканЭкспресс» на внешнем персональном компьютере (в главном окне программы). Идентификационное наименование и идентификационный номер ПО «СканКлиент» следует получить при подключении сканера к персональному компьютеру и получению лог файла, который находится по адресу c:\Users\User\AppData\Roaming\Атлас\СканКлиент 1.1\log\ScanClient_info.log.

Результаты операции поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 4. Таблица 4 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	СканКлиент	СканЭкспресс
Идентификационное наименование ПО	СканКлиент	СканЭкспресс
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.1.1.21 и выше	1.1.1.22 и выше

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона сканирования и абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат выполняется на Государственном первичном специальном эталоне единицы длины ГЭТ 199-2024 (далее - ГЭТ 199-2024). Для проверки диапазона сканирования и определения абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат провести подготовительные работы, выполнив следующие операции:

Выбрать из состава ГЭТ 199-2024 шесть сфер ($i = 1 \dots 6$) размещенных на измерительном базисе эталонного измерительного комплекса в диапазоне длин до 60 м на основе фемтосекундного лазера и измерительного базиса (далее – ЭИК), расположенных в диапазоне измерений сканера от 1 до 50 м. При этом максимальное и минимальное расстояние от поверяемого сканера до сфер должно соответствовать минимальному и максимальному диапазону сканирования сканера. Принять данные шесть сфер за эталонные сферы.

Дополнительно выбрать из состава ГЭТ 199-2024 размещенных на ЭИК еще три сферы ($i = 7 \dots 9$), расположенные в диапазоне измерений сканера от 1 до 50 м. Принять данные три сферы за контрольные сферы, предназначенные для ориентирования результатов измерений сканера в условной системе координат.

10.2 Для определения координат центров сфер закрепить машину координатно-измерительную Hexagon Absolute Arm 8745-6 (далее – МКИП) из состава ГЭТ 199-2024 на измерительной каретке ЭИК. В соответствии с руководством по эксплуатации на ЭИК переместить измерительную каретку с размещенной на ней МКИП в нулевое положение измерительного базиса, соответствующее 0-му реперному узлу сигнала интерференции фемтосекундного лазера из состава ЭИК. Соединить МКИП посредством беспроводной связи WI-FI с ПК типа «ноутбук» и запустить штатное программное обеспечение МКИП. При выполнении этой процедуры автоматически будет задано начало условной системы координат.

Примечание.

Условная система координат – это прямоугольная система координат, начало которой соответствует положению МКИП в 0-м положении измерительного базиса, где ось Z направлена по оси вращения измерительного плеча МКИП, ось X расположена вдоль линии

измерительного базиса, ось Y дополняет систему до правой. Схема расположения координатных осей представлена на рис.1.

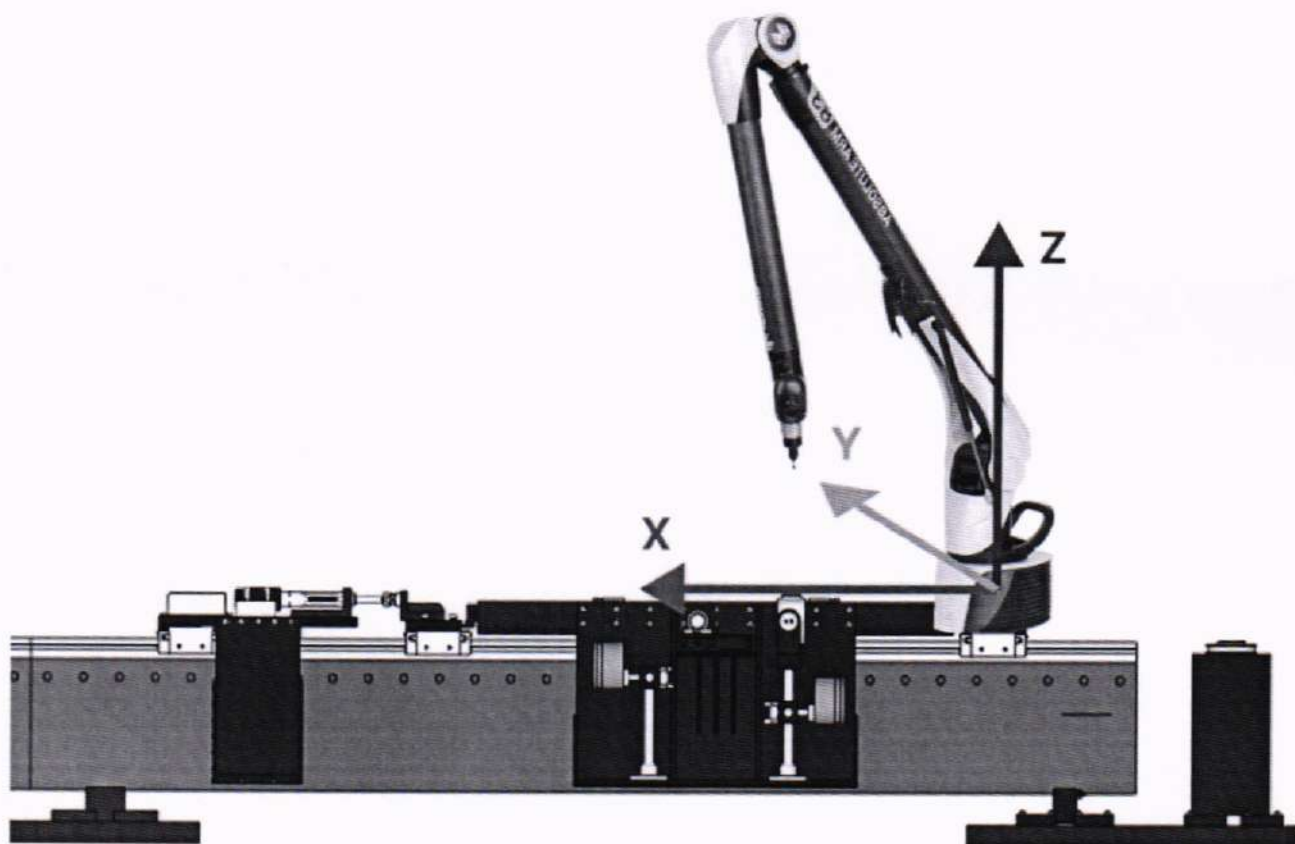


Рис.1 – Схема расположения координатных осей условной системы координат

Измерить действительные значения координат $X_{i \text{ действ.}}$, $Y_{i \text{ действ.}}$, $Z_{i \text{ действ.}}$ центра ($j=1..n$, n не менее 10) 1-й сферы n раз, ближайшей к положению МКИП в 0-м положении измерительной каретки. Для определения координат центра сферы выполнить измерения не менее 9 точек на поверхности сферы контактным щупом МКИП: четыре точки на экваторе сферы, четыре точки на широте 45 градусов и одна точка в полюсе сферы, как показано на рис. 2. Результаты измерений сохранить в штатном программном обеспечении МКИП.



Рис.2 – Порядок определения координат центра сферы при помощи МКИП

В соответствии с РЭ на ЭИК переместить измерительную каретку в реперный узел, ближайший к i ($i = 2 \dots 9$) сфере и провести расчет эталонной дистанции с использованием средств измерений Эталонного измерительного комплекса в диапазоне длин до 60 м на основе фемтосекундного лазера и измерительного базиса. Значение эталонной дистанции, соответствующее значению координаты X местоположения МКИП в реперном узле, ближайшем к i ($i = 2 \dots 9$) сфере, ввести в штатное программное обеспечение МКИП.

Измерить действительные значения координат $X_{i \text{ действ.}}$, $Y_{i \text{ действ.}}$, $Z_{i \text{ действ.}}$ центра i ($i = 2 \dots 9$) сферы n раз ($j = 1 \dots n$, n не менее 10). Результаты измерений сохранить в штатном программном обеспечении МКИП.

10.3 Установить в специальное посадочное место (специальное посадочное место – это устройство принудительного центрирования находящееся в начале ЭИК) сканер. Подключить сканер к ПК с запущенным программным обеспечением (далее - ПО) «Скан Экспресс». Включить сканер в соответствии с главой «Сканирование в «Автономном режиме» РЭ.

10.4 Выполнить сканирование сфер ($i = 1 \dots 9$) десять раз ($j = 10$) в соответствии с Приложением 4 «Проведение измерений» РЭ.

10.5 В соответствии с п. 6.1.6 Приложения № 5 РЭ определить координаты центров всех отсканированных сфер используя ПО «Скан Экспресс», при этом, в качестве типа мишени выбрать «Сферические». На основе координат контрольных сфер, полученных при выполнении вышеописанной операции, выполнить ориентирование (ориентирование измерительных данных по контрольным сферам – это процедура пространственного перемещения результатов измерений (вычисленных координат центров сфер) в заданную условную систему координат путем вычисления и применения аффинного преобразования на основе набора контрольных сфер.) полученных измерительных данных в заданной условной системе координат.

10.6 Вычислить абсолютную погрешность определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат для координат X_{ij} , Y_{ij} , Z_{ij} по формулам (1):

$$\begin{aligned} \Delta X_{ij} &= X_{ij} - X_{i \text{ действ.}} \\ \Delta Y_{ij} &= Y_{ij} - Y_{i \text{ действ.}} \\ \Delta Z_{ij} &= Z_{ij} - Z_{i \text{ действ.}} \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

где: X_{ij} , Y_{ij} , Z_{ij} – координаты, полученные из обработки сканирования i – ой сферы на j - ом сканировании.

10.7 Вычислить абсолютную погрешность определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат по формуле (2):

$$\Delta_{coord_{ij}} = \sqrt{(\Delta X_{ij})^2 + (\Delta Y_{ij})^2 + (\Delta Z_{ij})^2} \quad . \quad (2)$$

Максимальные значения абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат считаются значениями абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат ($\Delta_{coord_{ij}}$) поверяемого сканера.

10.8 Результаты операции поверки считать положительными, если в диапазоне сканирования от 1 до 25 м включительно, значения абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат находятся в пределах $\pm 0,5$ мм, в диапазоне сканирования свыше 25 до 50 м включительно, значения абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат находятся в пределах $\pm 0,9$ мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

11.2 Сведения о результатах поверки сканера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.3 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.4 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.5 Способ защиты сканера от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отделения НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.М. Каверин

Заместитель начальника отделения
по научной работе НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 И.С. Сильвестров

Начальник отдела № 83
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.В. Мазуркевич