СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

_____ В.А. Лапшинов
М.П.

«18» сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы мобильного лазерного сканирования Автотех

Методика поверки

МП-998-2025

г. Чехов
2025 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки систем мобильного лазерного сканирования Автотех (далее – система, прибор), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единиц величин в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374 в части измерений длины методом прямых измерений или непосредственного сличения от рабочего эталона чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ199-2024, и в части измерений приращения координат методом прямых измерений от рабочего эталона чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к Государственному первичному специальному эталону координат местоположения ГЭТ218-2022.

2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение абсолютной погрешности измерений длин и приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат	Да	Да	10.1

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 10 до плюс 50.

Примечание – При проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений и средства поверки. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 10 °С до плюс 50 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
10	Рабочий эталон 1-го разряда – комплекс базисный эталонный или рабочий эталон 3-го разряда – полигон пространственный эталонный, в диапазоне значений приращений координат от 1 до 100 м, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений приращений координат $\Delta_{пр}$ не более ±5 мм, в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374	Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда в диапазоне значений от 0 до 30 м (комплекс базисный эталонный) 3.7.АЗТ.0016.2025; Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда в диапазоне значений от 10 до 500 м (комплекс базисный эталонный) и единицы длины и приращения координат 3 разряда в диапазоне значений от 6000 до 28500 м (полигон пространственный эталонный) 3.7.АЗТ.0017.2025
	Вспомогательное оборудование: Визирная марка для сканирования, диаметр не менее 200 мм; Средство измерений длины в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 – рулетка измерительная, КТ3 по ГОСТ 7502-98	Визирная марка для сканирования SCAN&GO TP16-S; Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн", рег. № 71665-18
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям описания типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) АВТОТЕХ СЪЕМКА.

Запустить программное обеспечение.

Войти в окно «Техподдержка», после открытия версия ПО будет отображаться в заголовке окна.

9.2 Проверка программного обеспечения ABTOTEX.CLOUDS.

Запустить программное обеспечение.

Версия отображается в заголовке окна программного обеспечения.

9.3 Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений длин и приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат

10.1.1 Абсолютная погрешность измерений приращений координат в условной системе координат определяется с использованием комплекса базисного эталонного (далее – комплекс) или полигона пространственного эталонного (далее – полигон), абсолютная погрешность измерений длин определяется с использованием комплекса базисного эталонного в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений.

10.1.2 Необходимо провести многократно, не менее пяти раз ($j \geq 5$), сканирование не менее чем трёх ($i \geq 3$) пар пунктов комплекса или полигона с известными значениями длин и приращений координат между ними, и значения эталонных (действительных) приращений координат между которыми равномерно охватывают весь диапазон измерений системой, включая его крайние точки с отклонением не более 10 %. В зависимости от величины измеряемых приращений координат выбирается комплекс (полигон) в составе которого находятся пункты, позволяющие воспроизвести необходимые значения в диапазоне измерений (Например: для проведения измерений в диапазоне измерений от 1 до 10 м применять эталон 3.7.АЗТ.0016.2025, проведения измерений в диапазоне измерений свыше 10 применять эталон 3.7.АЗТ.0017.2025).

10.1.3 Установить визирные марки для сканирования (далее – марки) на пункты комплекса (полигона), которые будут использоваться для измерений в соответствии с требованиями предыдущего пункта, выполнить горизонтирование марок в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Измерить вертикальную высоту установки каждой марки от центра пункта до геометрического центра марки с помощью рулетки измерительной. Марка представляет собой прямоугольный рабочий элемент размером 267×220 мм, на передней стороне которого расположена мишень размером 200×200 мм образованная из сходящегося под 90-градусным наклоном белых и черных полей, место пересечения которых является геометрическим центром марки, совмещённым с вертикальной осью вращения и установки на пункт, снабжённый соединителем с внутренним крепёжным элементом (резьба 5/8", фитинг), который позволяет устанавливать марку над центром пункта комплекса или полигона, осуществлять её центрирование и горизонтирование в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Пример марки приведён на рисунке 1.

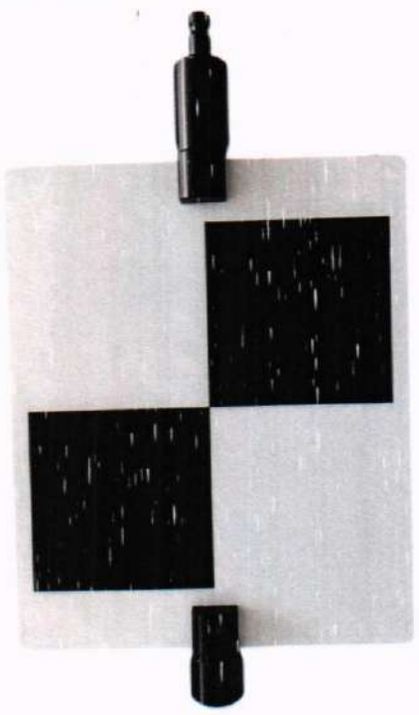


Рисунок 1 – Визирная марка для сканирования SCAN&GO TP16-S

10.1.4 Создать план траектории движения системы согласно рекомендациям руководства по эксплуатации. Пример траектории для сканирования приведён на рисунке 2.



Рисунок 2 – Траектория для сканирования

10.1.5 В соответствии с руководством по эксплуатации через устройство оператора инициализировать систему и затем запустить процедуру сканирования.

10.1.6 Выполнить сканирование пунктов комплекса (полигона) по указанным траекториям на равноудалённом расстоянии от пунктов при скорости движения транспортного средства 5 и 50 км/ч.

10.1.7 Вернуться в начало маршрута для замыкания траектории и для завершения съемки повторно выполнить инициализацию системы в обратном порядке.

10.1.8 Повторить измерения по двум предыдущим пунктам ещё четыре раза.

10.1.9 После завершения сканирования, в соответствии с руководством по эксплуатации скачать и с помощью программного обеспечения выполнить обработку данных, полученных в результате сканирования в созданной условной системе координат (УСК).

Для определения абсолютной погрешности измерений приращений координат результаты измерений СМЛС должны быть представлены в условной системе координат, соответствующей УСК комплекса (полигона), в соответствии с методикой аттестации применяемого данного рабочего эталона.

Ориентирование УСК выполняют следующим образом:

- ось Z устанавливают параллельно вертикальному направлению, соответствующему оси Z УСК эталонного комплекса (полигона);
- положительное направление оси Y устанавливают в соответствии с направлением от исходного геодезического пункта к ориентирному геодезическому пункту комплекса (полигона), установленному методикой аттестации рабочего эталона для соответствующей группы базисных линий;
- ось X устанавливают перпендикулярно оси Y в горизонтальной плоскости в соответствии с направлением и знаками осей УСК рабочего эталона;
- направления и знаки осей X, Y и Z должны соответствовать направлениям и знакам осей УСК комплекса (полигона).

Приведение результатов измерений СМЛС к УСК комплекса (полигона) выполняют средствами программного обеспечения АВТОТЕХ.CLOUDS.

При преобразовании допускаются только операции, не изменяющие взаимные расстояния между точками облака. Коэффициент масштаба принимают равным 1. Масштабирование, аффинная деформация облака точек, применение алгоритмов ICP, «best fit», преобразований подобия с определяемым коэффициентом масштаба и иных способов корректировки геометрии облака точек по действительным значениям координат или приращений координат контрольных пунктов не допускаются.

10.1.10 Локализовать через программное обеспечение точки облака, относящиеся к поверхности каждой отсканированной марки, провести построение плоскости и определить на полученной плоскости точку, соответствующую геометрическому центру марки. Для каждой марки определить измеренные СМЛС координаты ее геометрического центра.

10.1.11 Произвести вычисления приращений координат $\Delta(X,Y,Z)_{ij}$ между геометрическими центрами марок, для этого в программном обеспечении необходимо последовательно выбрать точки, соответствующие центрам марок. Результат измеренных приращений координат отобразиться на экране в появившемся окне. Пример результата измерений приведён на рисунке 3.



Рисунок 3 – Пример отображение значений приращений координат в программном обеспечении

При выполнении центрирования марки, в соответствии с её конструкцией, вертикальная ось, проходящая через ее геометрический центр, совмещается с центром пункта комплекса (полигона). В связи с этим высота установки марки не влияет на значения приращений координат по осям X и Y. Высоту h_i геометрического центра марки над центром соответствующего пункта измеряют рулеткой измерительной и заносят значение в протокол испытаний.

10.1.12 Абсолютная погрешность измерений приращений координат в условной системе координат определяется по формулам

$$\begin{aligned} \Delta x_{ij} &= \Delta X_{ij} - \Delta X_{i0} \\ \Delta y_{ij} &= \Delta Y_{ij} - \Delta Y_{i0} \\ \Delta z_{ij} &= \Delta Z_{ij} + (h_{i1} - h_{i2}) - \Delta Z_{i0} \end{aligned} \quad (1)$$

где $\Delta(x,y)_{ij}$ – абсолютная погрешность измерений приращений координат по соответствующей оси системы координат на i-й пункт комплекса (между исходным и определяемым пунктами), j-м приёмом, мм;

Δz_{ij} – абсолютная погрешность измерений приращений координат по оси Z системы координат на i-й пункт комплекса (между исходным и определяемым пунктами), j-м приёмом, мм, вычисленная с учётом приведения геометрических центров марок к системе высот комплекса (полигона);

h_{i1} – высота от центра исходного пункта комплекса (полигона) до геометрического центра марки, установленной на исходном пункте i-й линии, мм;

h_{i2} – высота от центра определяемого пункта комплекса (полигона) до геометрического центра марки, установленной на определяемом пункте i-й линии, мм.

$\Delta(X,Y)_{ij}$ – измеренные СМЛС значения приращений координат по соответствующей оси системы координат на i-й пункт комплекса (между исходным и определяемым пунктами), j-м

приёмом, мм;

ΔZ_{ij} – измеренные СМЛС значения приращений координат по оси Z между геометрическими центрами марок, установленных на исходном и определяемом пунктах i-й линии, j-м приемом, мм;

$\Delta(X,Y,Z)_{i0}$ – эталонные (действительные) значения приращений координат по соответствующей оси системы координат на i-й пункт комплекса (между исходным и определяемым пунктами) в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации), мм.

Исходный и определяемый пункты назначают в соответствии с направлением эталонного (действительного) значения приращения координат, приведенного в протоколе поверки (аттестации) комплекса (полигона).

10.1.13 Абсолютная погрешность измерений длин определяется по формуле

$$\Delta L_{ij} = L_{ij} - L_{i0} \quad (2)$$

где ΔL_{ij} – абсолютная погрешность измерений i-й длины j-м приёмом, мм;

L_{i0}– эталонное (действительное) значение i-й длины базисной линии, в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации) на комплекс базисный эталонный, мм;

L_{ij}– измеренное средством измерений значение i-й длины j-м приёмом, мм, определённое по формуле

$$L_{ij} = \sqrt{\Delta X_{ij}^2 + \Delta Y_{ij}^2 + \left[\Delta Z_{ij} + \left(h_{i1} - h_{i2}\right)\right]^2} \quad (3)$$

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений длин и приращений координат считаются значениями абсолютной погрешности измерений системой.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение абсолютной погрешности измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11. Оформление результатов поверки

По заявлению владельца или лица, предоставившего средство измерений на поверку, результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология» К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длин и приращений координат, м	от 1 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин*, мм	±50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений приращений координат в условной системе координат по каждой из осей координат*, мм	±30
* При скорости движения транспортного средства не более 50 км/ч	