

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

2022 г.

«ГСИ. Системы лазерного сканирования АГМ-МС1.  
Методика поверки»

МП 651-22-037

р.п. Менделеево.

2022 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на системы лазерного сканирования АГМ-МС1 (далее – системы), изготовленные ООО «АГМ Системы», г. Краснодар, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

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

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены диапазоны сканирования от 0,5 до 100 м для модификации АГМ-МС1.100 и от 0,5 до 200 м для модификации АГМ-МС1.200, значения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) должны находиться в границах  $\pm(15+0,5 \cdot 10^{-3} \cdot L)$  мм в плане и по высоте, где L – измеряемое расстояние, мм.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость систем к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018 по государственной поверочной схеме для координатно-временных измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 2831 от 29 декабря 2018 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции проведения поверки

| Наименование операции поверки   | Обязательность выполнения операций поверки при |                       | Номер раздела МП |
|---|--|-----------------------|------------------|
|   | 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 средств измерений   | да   | да                    | 10               |
| Определение диапазона сканирования и доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) | да   | да                    | 10.1             |
| Подтверждение соответствия метрологическим требованиям  | да   | да                    | 11               |

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 1, поверка прекращается, и система признается непригодной к применению.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих рабочим условиям применения эталонов и поверяемой системы:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 50 °С;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха до 80 %.

3.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:



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

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 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 системы 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 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Номер раздела МП | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки   | Перечень рекомендуемых средств поверки   |
|------------------|--|--|
| 10.1             | Средство измерений длины, рабочий эталон 2-го разряда – эталонные базисные комплексы, диапазон измерений длин до 5000 м, предел допускаемой абсолютной погрешности $0,6+1 \cdot 10^{-6} \cdot L$ 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 № 2831 от 29.12.2018 | Тахеометр электронный MS05AXII, регистрационный номер 76753-19 в Федеральном информационном фонде.<br>Полигон пространственный эталонный Краснодарский, регистрационный номер 53472-13 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство) |
|                  | Средство измерений приращений координат, диапазон измерений от 0,07 до 30 км, границы допускаемой абсолютной погрешности измерений приращений координат (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Кинематика в реальном времени» $\pm 2 \cdot (6+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане, $\pm 2 \cdot (10+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, где D - длина линии, вычисленная по измеренным приращениям координат в мм     | Аппаратура геодезическая спутниковая Система Ориент, регистрационный номер 86352-22 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)  |
| 3.1              | Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от -20 °С до 60 °С, давления от 840 гПа до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$ , температуры $\pm 0,2$ °С, давления $\pm 3$ 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 2

| Номер раздела МП  | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|--|
| <p>Примечания:</p> <p>Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.</p> <p>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.</p> |  |  |

## 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 системы установить:

- комплектность системы и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на систему, 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 поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае система бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При опробовании установить соответствие системы следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей (в соответствии с указаниями п.2.1 документа «Система лазерного сканирования АГМ-МС1. Руководство по эксплуатации» (далее - РЭ));
- работоспособность системы (в соответствии с указаниями п.2.2 РЭ).

Если перечисленные требования не выполняются, систему признают негодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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



## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) получить при подключении системы к персональному компьютеру средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные

| Идентификационные данные (признаки)                             | Значение                          |            |               |
|---|-----------------------------------|------------|---------------|
|   | Идентификационное наименование ПО | ms1_fw     | AGM ScanWorks |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО                       | 2.0 и выше                        | 5.0 и выше | 0.4.18 и выше |
| Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | -                                 | -          | -             |
| Алгоритм вычисления идентификатора ПО                           | -                                 | -          | -             |

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение диапазона сканирования и доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67)

10.1.1 Поверку проводить с системой, установленной на автомобиле, в процессе движения по заранее подготовленным маршрутам.

10.1.2 Определить и замаркировать не менее десяти контрольных точек ( $i \geq 10$ ), равномерно расположенных на площади не менее  $500 \times 500$  метров вблизи рабочего эталона 2-го разряда – эталонного базисного комплекса (далее - эталон) вдоль подготовленного маршрута светоотражающими марками во всем диапазоне сканирования, таким образом чтобы с выбранного пункта из состава эталона была прямая видимость на все эти контрольные точки.

10.1.3 Составить план движения с указанием маршрута и направления движения, а также указанием расположения контрольных точек.

10.1.4 Выбрать два пункта из состава эталона, вблизи замаркированных контрольных точек. Задать произвольные координаты одному из пунктов (на пример:  $X=0,000$ ,  $Y=0,000$ ,  $H=0,000$ ) и произвольное направление на другой пункт (на пример: 0 градусов, 0 минут. 0 секунд), тем самым создав условную систему координат. Установить на пункт с заданными координатами тахеометр из состава эталона и определить координаты замаркированных контрольных точек в полученной условной системе координат в соответствии с руководством по эксплуатации на тахеометр.

10.1.5 Снять тахеометр с пункта и установить аппаратуру геодезическую спутниковую Система Ориент (далее - аппаратура) на вышеуказанный пункт в качестве базовой станции, включить аппаратуру в режиме сбора данных в соответствии с руководством по эксплуатации на аппаратуру.

10.1.6 Привести поверяемую систему в рабочее состояние и выполнить тестирование готовности по встроенным программам в соответствии с указаниями главы 2 РЭ.

10.1.7 Проследовать по составленному ранее маршруту со сканированием контрольных точек не менее 10 раз ( $j \geq 10$ ) со скоростью 1, 20, 60, 120 км/ч.

10.1.8 После завершения движения по маршруту результаты измерений системы и базовой станции перенести в персональный компьютер.

10.1.9 Выполнить обработку данных полученных системой с использованием программ фирмы изготовителя и получить координаты контрольных точек эталона, используя измерительную информацию базовой станции в соответствии с указаниями главы 3 РЭ.

10.1.10 Систематическую погрешность определения точек земной поверхности в заданной системе координат поверяемой системы для  $i$  – тых контрольных точек по каждой координате вычислить, как разность между координатами контрольных точек с координатами этих же точек, полученными при сканировании по формулам (1):

$$\begin{aligned} M_{X_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ijоб} - X_{iэТ})}{n}, \\ M_{Y_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ijоб} - Y_{iэТ})}{n}, \\ M_{H_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (H_{ijоб} - H_{iэТ})}{n}, \end{aligned} \quad (1)$$

где:  $X_{ijоб}$ ,  $Y_{ijоб}$ ,  $H_{ijоб}$  – координаты, полученные из обработки сканирования на  $i$  – ой контрольной точке на  $j$  - ом перемещении;

$X_{iэТ}$ ,  $Y_{iэТ}$ ,  $H_{iэТ}$  – координаты  $i$  – ой контрольной точки определенные фазовым светодальномером из состава эталона;

$n$  – количество перемещений вдоль маршрута.

Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности определения точек земной поверхности в заданной системе координат для  $i$  – тых контрольных точек по каждой координате поверяемой системы вычисляется по формуле (2):

$$\begin{aligned} \sigma_{X_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_{ijоб} - \overline{X_{ijоб}})^2}{n-1}}, \\ \sigma_{Y_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ijоб} - \overline{Y_{ijоб}})^2}{n-1}}, \\ \sigma_{H_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (H_{ijоб} - \overline{H_{ijоб}})^2}{n-1}}, \end{aligned} \quad (2)$$

где:  $\overline{X_{ijоб}} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ijоб}}{n}$  – среднее арифметическое значение измерений координат точек поверяемой системы.

10.1.11 Определить доверительные границы абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) для  $i$  – тых контрольных точек в плане и высоте по формулам (3) и (4):

$$\Pi_{пл.i} = \sqrt{(M_{X_i})^2 + (M_{Y_i})^2 + (\sigma_{X_i})^2 + (\sigma_{Y_i})^2}, \quad (3)$$

$$\Pi_{в.i} = \pm (|M_{H_i}| + \sigma_{H_i}). \quad (4)$$

10.1.12 Максимальным значением доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) считается максимальное значение доверительной границы абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) испытываемых систем из полученных по формулам (3) и (4).

10.1.13 Результаты проверки считать положительными, если диапазоны сканирования от 0,5 до 100 м для модификации АГМ-МС1.100 и от 0,5 до 200 м для модификации АГМ-МС1.200, значения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек



земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) находятся в границах  $\pm(15+0,5 \cdot 10^{-3} \cdot L)$  мм в плане и по высоте, где L – измеряемое расстояние, мм.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Процедура обработки результатов измерений метрологических характеристик приведена в п. 10.1.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки систем подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца систем или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт систем вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Результаты поверки оформить в соответствии с приказом № 2510 от 31.07.2020 г. Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

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