

СОГЛАСОВАНО

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



*А.Н. Щипунов*  
\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов  
\_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_ 2023 г.

«ГСИ. Системы мобильного сканирования АГМ-МС5.  
Методика поверки»

МП 651-23-032

р.п. Менделеево.

2023 год

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на системы мобильного сканирования АГМ-МС5 (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-МС5.100), от 0,5 до 200 м (для модификации АГМ-МС5.200), от 1,2 до 300 м (для модификации АГМ-МС5.300), значения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) должны находиться в границах  $\pm(25+0,1 \cdot 10^{-3} \cdot L)$  мм в плане и по высоте, где L – расстояние до точки сканирования, 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 средств 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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	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

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 20 до плюс 55 °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 г.	Тахеометр электронный MS05AXII, регистрационный номер 76753-19 в Федеральном информационном фонде. Полигон пространственный эталонный Краснодарский, регистрационный номер 53472-13 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)
	Средство измерений длины, 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:                      Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.                      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 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 мобильного сканирования АГМ-МС5. 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 проверки 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	ms_fw	AGM ScanWorks	AGM ScanControl
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.0 и выше	4.0 и выше	2.0 и выше	1.12.0 и выше

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

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 Выбрать пункт из состава рабочего эталона 2-го разряда (далее - пункт № 1). Создать полевой стенд на местности размером не менее 500×500 метров. Определить и замаркировать светоотражающими марками не менее десяти контрольных точек ( $i \geq 10$ ), равномерно расположенных по всей площади полевого стенда, имеющих прямую видимость на пункт № 1.

10.1.2 Выбрать другой пункт (далее - пункт № 2) из состава рабочего эталона 2-го разряда таким образом, чтобы между пунктом № 1 и пунктом № 2 была прямая видимость. Установить на пункт № 1 тахеометр из состава рабочего эталона 2-го разряда (далее - эталон), задать эталону координаты пункта № 1 в заданной системе координат, навести эталон на пункт № 2 и выставить нулевое значение горизонтального угла (угол в плоскости проведения измерений). Определить координаты замаркированных контрольных точек полевого стенда в заданной системе координат в соответствии с руководством по эксплуатации на эталон.

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

10.1.4 Снять эталон с пункта № 1 и установить аппаратуру геодезическую спутниковую Система Ориент (далее - аппаратура) на вышеуказанный пункт № 1 в качестве базовой станции, ввести в базовую станцию координаты этого пункта № 1 (для работы в выбранной условной системе координат). Включить аппаратуру в режиме сбора данных в соответствии с руководством по эксплуатации на аппаратуру.

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

10.1.6 Выполнить проезд по составленному ранее маршруту со сканированием контрольных точек полевого стенда не менее 10 раз ( $j \geq 10$ ) во всем диапазоне сканирования, в том числе на минимальном и максимальном расстоянии сканирования со скоростью 1, 60, 120 км/ч.

10.1.7 После завершения движения по маршруту произвести передачу результатов измерений необработанных данных, полученных системой и аппаратурой в персональный компьютер.

10.1.8 Выполнить обработку данных, полученных в результате сканирования системой в созданной условной системе координат с использованием программ обработки фирмы-изготовителя в соответствии с указаниями главы 3 РЭ, и получить координаты контрольных точек тестового полигона.

10.1.9 Систематическую погрешность определения точек земной поверхности испытуемой системы для  $i$  – х контрольных точек по каждой координате вычислить, как разность между координатами контрольных точек с координатами этих же точек, полученными при сканировании по формулам (1):

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

где:  $X_{ijob}$ ,  $Y_{ijob}$ ,  $H_{ijob}$  – координаты, полученные из обработки сканирования на  $i$  – той контрольной точке на  $j$  – ом проезде;

$X_{iэт}$ ,  $Y_{iэт}$ ,  $H_{iэт}$  – координаты  $i$  – той контрольной точки определенные эталоном;

$n$  – количество перемещений вдоль маршрута.

Среднее квадратическое отклонение определения точек земной поверхности испытуемой системы для  $i$  – х контрольных точек по каждой координате вычислить по формулам (2):

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

где:  $\overline{X_{ijob}} = \frac{\sum_{j=1}^{10} X_{ijob}}{10}$  – среднее арифметическое значение измерений координат точек испытуемой системы.

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

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

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

10.1.11 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).

10.1.12 Результаты поверки считать положительными, если диапазоны сканирования от 0,5 до 100 м (для модификации АГМ-МС5.100), от 0,5 до 200 м (для модификации АГМ-МС5.200), от 1,2 до 300 м (для модификации АГМ-МС5.300), значения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в заданной системе координат (при доверительной вероятности 0,67) находятся в границах  $\pm(25+0,1 \cdot 10^{-3} \cdot L)$  мм в плане и по высоте, где  $L$  – расстояние до точки сканирования, мм.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки систем 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.

11.2 По заявлению владельца систем или лица, представившего их 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.

11.3 По заявлению владельца систем или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

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