

УТВЕРЖДАЮ

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


« 10 » _____ 2018 г.
А. Н. Шапунов
ВНИИФТРИ



Инструкция

Системы мобильного сканирования АГМ-МС3.100,
АГМ-МС3.101, АГМ-МС3.200, АГМ-МС3.201

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-18-051 МП

р. п. Менделеево

2018 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на системы мобильного сканирования АГМ-МС3.100, АГМ-МС3.101, АГМ-МС3.200, АГМ-МС3.201 (далее – сканеры), изготавливаемые ООО «АГМ Системы», Краснодар, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

Интервал между поверками – один год.

Сканеры предназначены для измерения приращения координат, а также для определения трехмерных координат точек земной поверхности, инженерных объектов и сооружений с борта транспортного средства (автомобильного, пешего, воздушного, в том числе беспилотного).

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр и опробование	7.1	да	да
2 Определение абсолютной погрешности измерений координат точек	7.2	да	да
4 Идентификация программного обеспечения (ПО)	7.3	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 сканер бракуется и направляется в ремонт.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Для поверки применять рабочие эталоны, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные характеристики средства поверки
7.2	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 – совокупность опорных пунктов в диапазоне от 1 до 30 км с известными значениями координат в системах координат ПЗ-90.11, ГСК-2011, WGS-84: предел допускаемой абсолютной погрешности измерений взаимного положения смежных пунктов в диапазоне длин от 1 до 30 км $(1+1 \cdot 10^{-7} \cdot L)$ мм, где L – расстояние между пунктами в мм; абсолютная погрешность определения координат геодезических пунктов не более 10 мм
7.2	Эталон длины 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 – тахеометр электронный – СКП измерений расстояний не более $(1+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D - измеряемое расстояние; Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 22 от 19.01.2016 г. - тахеометр электронный, доверительная погрешность (при доверительной вероятности 0,99) составляет от 0,4 до 2,0", СКП измерений расстояний не более $(1+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D - измеряемое расстояние

Продолжение таблицы 2

7.2	GNSS-приемник спутниковый геодезический многочастотный SIGMA: доверительные границы абсолютной погрешности определения длины базиса (при доверительной вероятности 0,997) $\pm 3 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане, $\pm 3 \cdot (5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте; доверительные границы абсолютной погрешности определения координат (при доверительной вероятности 0,997) ± 750 мм в плане, ± 1500 мм по высоте
Вспомогательные средства поверки	
7.2	Геодезические рефлекторные марки DG 3970 weiss фирмы Leica Geosystems или аналогичные им

3.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик сканера с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (знаки поверки).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в области пространственных и координатных измерений и изучившие настоящую методику, документацию на сканер и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (ЭД) на используемые средства поверки;
- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- правила по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-73 (Изд. «Недра», М., 1973 г.);
- ГОСТ 12.2.007.0-75;
- ГОСТ Р 50377 – 92.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

6.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих рабочим условиям применения эталонов и испытываемых сканеров:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 45 °С;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха до 80 %.

6.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность сканеров, эталонов и вспомогательных средств, достаточных для проведения поверки;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке СИ.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр и опробование

7.1.1. При внешнем осмотре сканера установить:

- 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;
- наличие маркировки согласно требованиям ЭД;

7.1.2 Проверить работоспособность сканера при пробном включении тестированием по встроенным программам, установленных в ЭД.

7.1.3 Результаты поверки считать положительными, если тестирование по встроенным программам прошло успешно, результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1.1.

7.2 Определение абсолютной погрешности определения координат точек

При проверке определяют метрологические характеристики сканера с вычислением координат наземных контрольных точек, ранее определённых от опорных базисных пунктов пространственного эталонного полигона эталоном длины 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 – высокоточным тахеометром электронным (далее - эталонный тахеометр).

7.2.1 Проверка сканером, установленного на автомобиле, в процессе проезда по специальным маршрутам

7.2.1.1 Составить план проезда с указанием маршрута и направления движения, а также указанием расположения контрольных меток.

7.2.1.2 Определить координаты контрольных точек от опорных базисных пунктов пространственного эталонного полигона при помощи эталонного тахеометра, установленного на опорный базовый пункт с известными координатами.

7.2.1.3 Установить антенну опорной GNSS-станции над геодезическим пунктом из состава пространственного эталонного полигона с известными координатами, включить станцию в режиме сбора данных на время выполнения проверочного проезда.

7.2.1.4 Привести испытываемый сканер в рабочее состояние и выполнить тестирование готовности по встроенным программам.

7.2.1.5 Выполнить проверочный проезд по специальной схеме движения автомобиля.

7.2.1.6 После завершения проезда перенести на стационарный компьютер необработанные данные, полученные сканером, и данные с опорной GNSS-станции.

7.2.1.7 Выполнить обработку полученных данных с использованием программ изготовителя и получить координаты контрольных точек.

7.2.1.8 По результатам обработки вычислить абсолютную погрешность определения координат контрольных точек полигона по широте, долготе и высоте. Погрешность определить как разность между координатами контрольных точек, определенных с помощью эталонного тахеометра, и координатами этих же точек, полученными из результатов обработки по формулам (1):

$$\begin{aligned}\Delta B &= B_{об} - B_{эт} , \\ \Delta L &= L_{об} - L_{эт} , \\ \Delta H &= H_{об} - H_{эт} ,\end{aligned}\quad (1)$$

где $B_{т}$, $L_{т}$, $H_{т}$ – координаты, полученные с помощью эталонного тахеометра;

$B_{об}$, $L_{об}$, $H_{об}$, - координаты, полученные сканером;

ΔH - абсолютная погрешность определения координат точек по высоте.

Абсолютную погрешность определения координат точек в плане определить по формуле (2):

$$\Delta_{пл} = \sqrt{(\Delta B)^2 + (\Delta L)^2} \quad (2)$$

7.2.1.9 Повторить операции п.п. 7.2.6 – 7.2.9 при скоростях движения транспортного средства 20, 50, 80 км/ч.

7.2.1.10 Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности определения координат точек находятся в границах $\pm(15+1,0 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм в плане и $\pm(15+1,0 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм по высоте для модификаций сканеров АГМ-МС3.100 и АГМ-МС3.200, и $\pm(15+0,5 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм в плане и $\pm(15+0,5 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм по высоте для модификаций сканеров АГМ-МС3.101 и АГМ-МС3.201.

7.2.2 Проверка сканером, закрепленного на квадрокоптере, в процессе пролета по специальным маршрутам

7.2.2.1 Выбрать 4 опорных пункта (контрольных точки) из состава эталона, которые условно находятся на разных концах 2-х линий, размещённых относительно друг друга под прямым углом. В результате будут получены курсовые линии $0^\circ - 180^\circ$ (контрольные точки 1, 2) и $90^\circ - 270^\circ$ (контрольные точки 3, 4). Между контрольными точками 1, 2 и 3, 4 вдоль линий $0^\circ - 180^\circ$ и $90^\circ - 270^\circ$ должно находиться ещё от 16 до 30 дополнительных контрольных точек. Длина каждой линии должна быть от 5 до 7 км.

7.2.2.2 При несоблюдении данных требований выполнить создание тестового полигона с помощью эталонного тахеометра и GNSS-приемника спутникового геодезического

многочастотного SIGMA (далее – GNSS-приемник SIGMA) и определить координаты дополнительных контрольных точек в системах координат ПЗ-90.11, ГСК-2011, WGS-84.

7.2.2.3 Для определения координат дополнительных контрольных точек тестового полигона относительно контрольных точек эталона установить два GNSS-приемника SIGMA на курсовой линии 0° - 180° (контрольные точки 1, 2), а два других приемника на курсовой линии 90° - 270° (контрольные точки 3, 4) таким образом, чтобы приемники находились в 10 - 200 м от концов курсовой линии. Длина курсовой линии должна быть от 5 до 7 км.

7.2.2.4 Для точной разбивки, начального ориентирования и определения взаимного положения контрольных точек используется эталонный тахеометр, который устанавливается на пересечении условных линий, проведенных через точки 1, 2 и 3, 4.

7.2.2.5 Далее, в соответствии с ЭД, а также исходя из условий наблюдений, выполнить спутниковые измерения с помощью используемых GNSS-приемников SIGMA. Затем провести совместную обработку полученной измерительной информации с использованием точных эфемерид и данных с исходных (базовых) пунктов из пространственного эталонного полигона с помощью специального ПО.

Абсолютная погрешность определения координат дополнительных контрольных точек относительно опорных базовых пунктов не должна превышать 5 мм.

7.2.2.6 С помощью эталонного тахеометра проложить два хода полигонометрии от точки 1 к точке 2 и от точки 3 к точке 4 таким образом, чтобы вдоль курсовых линий 0° - 180° и 90° - 270° были получены координаты дополнительных 16 - 30 контрольных точек с погрешностью относительно точек 1, 2, 3, 4 не более 5 мм.

7.2.2.7 Замаркировать контрольные точки с известными значениями координат рефлекторными марками (не менее 20 точек).

7.2.2.8 Составить план полёта с указанием маршрута и направления движения, а также указанием расположения контрольных точек. Маршрут полёта должен выглядеть следующим образом:

- в направлении курсовой линии 0° на минимальной рабочей высоте;
- в направлении курсовой линии 180° на средних рабочих высотах;
- в направлении курсовой линии 90° на средних рабочих высотах;
- в направлении курсовой линии 270° на максимальной рабочей высоте.

7.2.2.9 Установить сканер на воздушное судно, подключить его к бортовой сети согласно руководству по эксплуатации.

7.2.2.10 Привести сканер в рабочее состояние и выполнить тестирование его готовности по встроенным программам.

7.2.2.11 Произвести полёты по ранее выбранным маршрутам со сканированием контрольных точек земной поверхности в диапазоне заявленных высот. Произвести не менее 10 полётов.

7.2.2.12 После завершения полётов перенести в базовый компьютер необработанные данные, полученные сканером.

7.2.3 Выполнить обработку полученных данных с использованием программ изготовителя и получить набор измеренных данных по каждой координате.

7.2.3.1 Абсолютную погрешность определения координат точек земной поверхности поверяемого сканера вычислить как разность между координатами контрольных точек, полученных из результатов обработки сканирования, и эталонными координатами этих же контрольных точек по формулам (3):

$$\begin{aligned} \Delta B_i &= B_{iоб} - B_{iэм} \quad , \\ \Delta L_i &= L_{iоб} - L_{iэм} \quad , \\ \Delta H_i &= H_{iоб} - H_{iэм} \quad , \end{aligned} \quad (3)$$

где $B_{iоб}$, $L_{iоб}$, $H_{iоб}$ – координаты точек, полученные из обработки сканирования на i – ой контрольной точке с помощью испытуемого сканера;

$B_{iэм}$, $L_{iэм}$, $H_{iэм}$ – эталонные координаты точек.

7.2.3.2 Перевести значения абсолютной погрешности определения координат точек земной поверхности в плане (широты и долготы) из угловых секунд в метры по формулам (4):

- для широты:

$$\Delta B_i(\text{м}) = \text{arcl}'' \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B_i)^3}} \cdot \Delta B_i(\text{угл. с.}) , \quad (4)$$

- для долготы: (4)

$$\Delta L_i(\text{м}) = \text{arcl}'' \frac{a(1-e^2) \cos B_i}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B_i)^3}} \cdot \Delta L_i(\text{угл. с.}) , \quad (5)$$

где a – большая полуось эллипсоида, м;

e – первый эксцентриситет эллипсоида;

$l'' = 0,000004848136811095359933$ радиан ($\text{arc } l''$).

7.2.3.3 Определить по полученным данным относительное положение пунктов в плане по формуле (6):

$$\Delta \text{пл. } i = \sqrt{(\Delta B_i)^2 + (\Delta L_i)^2}. \quad (6)$$

7.2.3.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности определения координат точек находятся в границах $\pm(15+1,0 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм в плане и $\pm(15+1,0 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм по высоте для модификаций сканеров АГМ-МС3.100 и АГМ-МС3.200, и $\pm(15+0,5 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм в плане и $\pm(15+0,5 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм по высоте для модификаций сканеров АГМ-МС3.101 и АГМ-МС3.201.

7.4 Идентификация ПО

7.4.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер ПО получить при подключении сканера 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 (признаки)	Значение		
	Идентификационное наименование ПО	ms7_fw	AGM ScanWorks
Номер версии (идентификационный номер ПО)	2.0 и выше	4.0 и выше	8.5 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки сканеров выдается свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки сканер к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Заместитель начальника НИО-8 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела № 83 ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.С. Сильвестров

А.В. Мазуркевич