

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на системы воздушного сканирования АГМ-BC50, АГМ-BC55 (далее – системы), изготовленные фирмой ООО «АГМ Системы», Краснодар, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – один год.

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 | 7.1 | да | да |
| 2 Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов | 7.2 | да | да |
| 2 Определение абсолютной погрешности определения координат точек | 7.3 | да | да |
| 4 Идентификация программного обеспечения | 7.4 | да | да |

Поверка систем осуществляется в полном объеме. Возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений для данных СИ не предусматривается.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

| Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки. Разряд по Государственной поверочной схеме. Основные метрологические характеристики | Номер пункта методики поверки |
|---|-------------------------------|
| Рабочий эталон 1-го разряда – эталонные комплекты СИ приращений координат в диапазоне длин от 1 до 50 км 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, предел абсолютной допускаемой погрешности измерений взаимного положения смежных пунктов $(1+5 \cdot 10^{-7} \cdot L)$ мм, где L – расстояние между пунктами в мм, предел допускаемой погрешности хранения абсолютных координат Δ , не более 0,02 м Тахеометр электронный эталонный Leica TM 30, допускаемое СКО измерений углов – 0,5", допускаемое СКО измерений расстояний $(0,6+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, регистрационный номер 40890-09 в Федеральном информационном фонде | 7.3 |

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

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

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области геодезических средств измерений и

изучившие настоящую методику, документацию на сканеры 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 (далее – ЭД) на используемые средства поверки;
- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- ГОСТ 12.1.040-83 «ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

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

- температура окружающего воздуха от -5 до 40 °С;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха до 80 %.

6.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность систем, в соответствии с ЭД;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке СИ;
- системы и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр и опробование

7.1.1. При внешнем осмотре систем установить:

- комплектность системы и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на системы, наличие поясняющих надписей;
- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей (при наличии);
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий (отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики);
- наличие и исправность съёмных накопителей измерительной информации (если они конструктивно предусмотрены) или управляющего ПЭВМ (в соответствии с ЭД);

Если перечисленные требования не выполняются, системы признают негодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.1.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1.1.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании должно быть установлено соответствие систем следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность систем во всех функциональных режимах;

Если перечисленные требования не выполняются, системы признают негодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.2.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты опробования удовлетворяют п. 7.2.1.

7.3 Определение абсолютной погрешности определения координат точек (при доверительной вероятности 0,67)

7.3.1 Абсолютная погрешность определения координат точек определяется на рабочем эталоне 1-го разряда – эталонных комплектах СИ приращений координат в диапазоне длин от 1 до 50 км (далее – эталон).

7.3.2 Выбрать 4 опорных пункта (контрольных точки) из состава эталона, которые находятся на разных концах 2-х линий, размещённых относительно друг друга под прямым углом. В результате 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 $90^\circ - 270^\circ$ необходимо определить (выбрать) ещё 16-30 дополнительных контрольных точек. Длина каждой линии должна быть 5-7 км.

7.3.3 При невозможности выбора опорных пунктов, обеспечивающих выполнение требований п.7.3.2, выполнить создание тестового полигона с помощью тахеометра электронного эталонного, например Leica TM 30 (далее - тахеометр) и GNSS-приемников, входящих в состав эталона, и определить координаты дополнительных контрольных точек. Для этого установить тахеометр на штатив, выбрать первую контрольную точку, расстояние до которой 2,5-3,5 км, установить на ней GNSS-приемник, развернуть тахеометр на 90° , выбрать вторую контрольную точку, расстояние до которой 2,5-3,5 км установить на ней GNSS-приемник, и т.д. с шагом 90° создать 4 контрольных точки. Для контроля повторно измерить горизонтальные углы между точками 1, 2, 3, 4. При этом отклонение углов от 90° не должно превышать угловой точности тахеометра (в данном случае $0,5''$).

7.3.4 Далее, в соответствии с ЭД на эталон выполняются спутниковые измерения с помощью используемых GNSS-приемников, проводится совместная обработка полученной измерительной информации, с использованием точных эфемерид и данных с исходных (базовых) пунктов из состава эталона.

7.3.5 С помощью тахеометра прокладываются два хода полигонометрии от точки 1 к точке 2 и от точки 3 к точке 4 таким образом, чтобы вдоль курсовых линий $0^\circ - 180^\circ$ и $90^\circ - 270^\circ$ были получены координаты 16 - 30 дополнительных контрольных точек любым доступным методом (например линейно-угловой засечкой) с погрешностью относительно точек 1, 2, 3, 4 не более 5 мм.

7.3.6 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.

7.3.7 Установить систему на воздушное судно, подключить ее к бортовой сети согласно ЭД.

7.3.8 Привести систему в рабочее состояние и выполнить тестирование готовности по встроенным программам согласно ЭД. Инициализировать работу системы в системе координат тестового полигона согласно ЭД.

7.3.9 Произвести сканирование контрольных точек земной поверхности в диапазоне заявленных высот по заранее выбранным маршрутам. Произвести не менее 10 пролетов.

7.3.10 После завершения полётов перенести в базовый компьютер необработанные данные, полученные системой.

7.3.11 Выполнить обработку полученных данных с использованием программ фирмы изготовителя и получить координаты всех точек тестового полигона.

7.3.12 Перевести координаты точек земной поверхности (широты и долготы) из угловых секунд в метры по формулам (1):

- для широты:

$$B(M) = \text{arc}1'' \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta B(c), \quad (1)$$

- для долготы:

$$L(M) = \text{arc}1'' \frac{a(1-e^2)\cos B}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta L(c),$$

где: a – большая полуось эллипсоида, м;

e – первый эксцентриситет эллипсоида;

$1'' = 0,000004848136811095359933$ радиан ($\text{arc}1''$).

7.3.13 Систематическую погрешности определений координат точек испытываемой системы вычислить, как разность между координатами контрольных и дополнительных точек калибровочного полигона с координатами этих же точек, полученными при сканировании по формулам (2):

$$\begin{aligned} M_{B_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (B_{ijоб} - B_{iэт})}{n} \\ M_{L_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (L_{ijоб} - L_{iэт})}{n} \\ M_{H_i} &= \frac{\sum_{j=1}^n (H_{ijоб} - H_{iэт})}{n} \end{aligned} \quad (2)$$

где: $B_{ijоб}$, $L_{ijоб}$, $H_{ijоб}$ – координаты, полученные из обработки сканирования на i – ой контрольной точке калибровочного полигона на j – ом пролете;

$B_{iэт}$, $L_{iэт}$, $H_{iэт}$ – координаты калибровочного полигона на i – ой контрольной точке.

Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности определений координат точек испытываемой системы вычисляется по формуле (3):

$$\begin{aligned} \sigma_{B_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (B_{ijоб} - \overline{B_{ijобт}})^2}{n-1}} \\ \sigma_{L_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_{ijоб} - \overline{L_{ijобт}})^2}{n-1}} \\ \sigma_{H_i} &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (H_{ijоб} - \overline{H_{ijобт}})^2}{n-1}} \end{aligned} \quad (3)$$

где: $\overline{B_{ijоб}} = \frac{\sum_{i=1}^n B_{ijоб}}{n}$ – среднее арифметическое значение определений координат точек испытываемой системы.

7.3.14 Определить абсолютную погрешность определений координат точек (при доверительной вероятности 0,67) в плане и высоте по формулам (4) и (5):

$$P_{пл.i} = \sqrt{(M_{B_i})^2 + (M_{L_i})^2} + \sqrt{(\sigma_{B_i})^2 + (\sigma_{L_i})^2}, \quad (4)$$

$$P_{в.i} = \pm (|M_{H_i}| + \sigma_{H_i}), \quad (5)$$

7.3.15 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности определения координат точек (при доверительной вероятности 0,67) находятся в границах ± 32 мм в плане и по высоте.

7.4 Идентификация программного обеспечения

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

7.4.2 Результаты занести в протокол.

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 | VS55_fw | AGM Control | AGM FlightPlan | AGM ScanWorks |
| Номер версии (идентификационный номер ПО) | 2.0 и выше | 1.0 и выше | 1.0 и выше | 4.0 и выше | 8.5 и выше |

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки система признается годной к применению и на ней выдается свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и / или поверительного клейма.

8.2 При отрицательных результатах поверки система признается не пригодной к применению и на нее выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин непригодности.

Заместитель генерального
директора - начальник НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Денисенко

Заместитель начальника НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.С. Сильвестров

Начальник отдела № 83 ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Мазуркевич