СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

_____ В.А. Лапшинов
М.П.

«09» февраля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы воздушного сканирования AlphaAir

Методика поверки

МП-274-2024

г. Чехов
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки систем воздушного сканирования AlphaAir (далее – системы), 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 единицы длины методом непосредственного сличения в соответствии со структурой локальной поверочной схемы (Приложение Б к настоящей методике поверки), чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному специальному эталону: ГЭТ199-2024 - Государственный первичный специальный эталон единицы длины.

2. Перечень операций поверки средств 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	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 планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученным в процессе движения облакам точек при использовании дифференциального метода привязки траектории движения	Да	Да	10.1

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 20 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, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. 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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 20 до плюс 50 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д (рег.№ 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученным в процессе движения облакам точек при использовании дифференциального метода привязки траектории движения	Средство измерений длины в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2831 – фазовый светодальномер (дальномер, тахеометр), предел допускаемой абсолютной погрешности измерений длины не более $10+1{,}0\cdot10^{-6}\cdot L$ мм, где L – расстояние в мм.	Тахеометры электронные Leica TS16, Leica MS60, Leica TS60 I (мод. Leica TS60 I) (рег. № 61950-15)
	Вспомогательные средства: Средство фазовых измерений приращений координат по сигналам ГНСС – аппаратура геодезическая спутниковая, допускаемая погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» не более: в плане (15 мм + 1 мм/км), по высоте (15 мм + 1 мм/км);	Аппаратура геодезическая спутниковая PrinCe iBase (рег. № 89966-23)
	Марки-сферы диаметром не менее 200 мм;	Комплекты сфер для лазерного сканирования Trimbie Scanner Sphere, 230 мм, (6704-10-TR)
	Воздушный носитель для системы с характеристиками: - грузоподъёмность не менее 1550 (2500) г; - источник питания с напряжением от 13 до 27 В.	Беспилотный летательный аппарат CHCNAV BB4

Примечания:

1) Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке.

2) Допускается применение иных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

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 поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

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 Laserfw.

Запустить программное обеспечение.

Выбрать пункт «?», открыть меню «О программе». Номер версии отобразится в открывшемся окне.

9.2 Проверка программного обеспечения SmartGo

Необходимо в рабочей среде Android запустить программу SmartGo открыть меню «Настройки сканера», нажать кнопку «Подключиться», в верхнем правом углу нажимаем кнопку (i). Номер версии отобразится в строке «Версия ПО».

9.3 Проверка программного обеспечения CoPre

Запустить программное обеспечение.

Выбрать пункт «О программе», открыть меню «Версия». Номер версии отобразится в открывшемся окне.

9.4 Проверка программного обеспечения CoProcess

Запустить программное обеспечение.

Выбрать пункт «Справка», открыть меню «О программе». Номер версии отобразится в открывшемся окне.

9.5 Проверка программного обеспечения ТИМ КРЕДО 3D СКАН.

Запустить программное обеспечение.

Выбрать пункт «?», открыть меню «О программе». Номер версии отобразится в открывшемся окне.

9.6 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 планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученным в процессе движения облакам точек при использовании дифференциального метода привязки траектории движения

10.1.1 Для определения абсолютной погрешности планово-высотного положения объектов в заданной системе координат необходимо выбрать участок местности протяжённость которого не менее 200 метров. На данном участке не должны присутствовать объекты и сооружения, препятствующие или создающие опасность при выполнении воздушным носителем манёвров, связанных с проведением измерений;

10.1.2 Расположить в зоне проведения измерений два штатива на расстоянии не менее 200 метров друг от друга;

10.1.3 Установить тахеометр электронный на один штатив, а отражатель на другой штатив;

10.1.4 Провести измерение расстояния между точками, результат записать в протокол;

10.1.5 Принять точку, со штативом с установленным тахеометром за исходную точку №1 (Исх.1), обозначить её за начало условной системы координат;

10.1.6 Вычислить координаты второй исходной точки (Исх.2) с учётом измеренного расстояния до неё;

10.1.7 Установить три штатива с отражателями в зоне проведения измерений для определения планово-высотного положения контрольных точек (Т1, Т2, Т3). Данные точки расположить равномерно между исходными вдоль и на расстоянии от оси Исх.1 – Исх.2 от 1 до 20 метров. Примерная схема расположения точек приведена на рисунке 1;

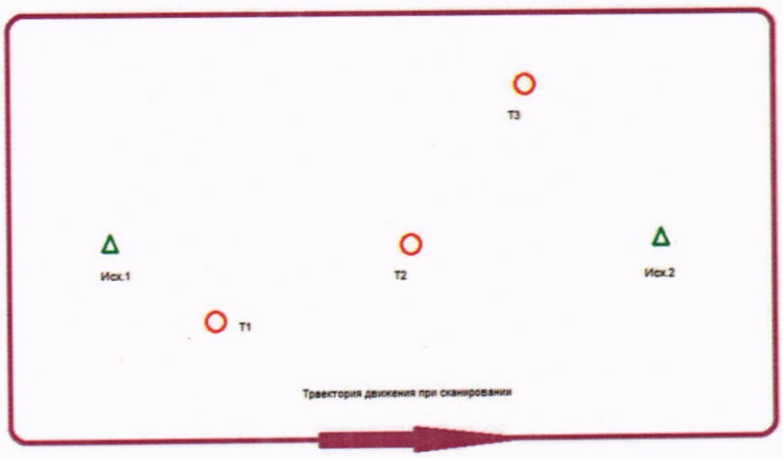

Рисунок 1. Схема расположения объектов сканирования.

10.1.8 С помощью тахеометра электронного определить планово-высотное положение контрольных точек;

10.1.9 Установить вместо отражателей марки-сферы для лазерного сканирования, диаметром не менее 200 мм;

10.1.10 Установить вместо тахеометра аппаратуру геодезическую спутниковую. Привести её в рабочее положение, установить значения координат исходной точки в условной системе, настроить на передачу данных дифференциальных поправок согласно руководству по эксплуатации;

10.1.11 Занести в протокол данные планово-высотного положения всех пяти точек;

10.1.12 Включить систему и привести её в рабочий режим согласно руководству по эксплуатации;

10.1.13 Провести пять независимых сканирований объектов двигаясь по траектории сканирования на высотах, равномерно распределенных по диапазону измерений дальности

дальномером лазерного сканера. В зависимости от технических характеристик носителя максимальная высота полёта может быть уменьшена;

10.1.14 Сохранить данные, полученные при сканировании;

10.1.15 Обработать данные, полученные при сканировании;

10.1.16 Локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированным маркам сферам;

10.1.17 Выполнить привязку полученного облака точек к пунктам с исходными координатами (Исх.1 и Исх.2);

10.1.18 Вычислить планово-высотное положение контрольных точек в заданной системе координат;

10.1.19 Вычислить приращение координат между эталонным значением и измеренным для каждой контрольной точки;

10.1.20 Определить абсолютную погрешность планово-высотного положения контрольных точек (приращения координат) для каждой контрольной точки при каждом сканировании;

10.1.21 СКО измерений σ_L определяется по формуле (1).

$$\delta_{Li} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(L_{ij} - \overline{L_i})^2}{n-1}} \quad (1)$$

где δ_{Li} – СКО измерений *i*-го приращения координат в плане/по высоте, мм;

L_{ij}– измеренное значение *i*-го приращения координат в плане/по высоте, мм;

$\overline{L_i}$ - среднее арифметическое из *n* измеренных значений приращений координат в плане/по высоте, мм;

n – число измерений.

10.1.22 Систематическая погрешность измерений вычисляется по формуле:

$$D_{Li} = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_{ij}}{n} - L_{0j}, \quad (2)$$

где D_{Li} – систематическая погрешность измерений *i*-го приращения координат в плане/по высоте, мм;

L_{ij}– измеренное значение *i*-го приращения координат в плане/по высоте, мм;

L_{0j} – эталонное значение i- го приращения координат в плане/по высоте, мм;

10.1.23 Абсолютная погрешность планово-высотного положения контрольных точек (приращения координат) определяется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле (3).

$$\Delta_{Li} = \pm(|D_{Li}| + 2 \cdot \delta_{Li}), \quad (3)$$

где Δ_{Li} – абсолютная погрешность измерений i-го приращения координат в плане/по высоте, мм. Знак абсолютной погрешности принимают тот же, что и при вычислении систематической погрешности измерений;

D_{Li} – систематическая погрешность измерений *i*-го приращения координат в плане/по высоте, мм;

δ_{Li} – СКО измерений *i*-го приращения координат в плане/по высоте, мм;

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

11. Оформление результатов поверки

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	
Модификация	AlphaAir 10	AlphaAir 15
Диапазон измерений дальности дальномером лазерного сканера*, м	от 1 до 800	от 1 до 1800
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученным в процессе движения облакам точек при использовании дифференциального метода привязки траектории движения**, мм		
- в плане	±50	
- по высоте	±50	
* - измерения на поверхность с отражательной способностью не менее 20 % ** - при удалении от базовой станции не более 10 км		

Приложение Б
(обязательное)

Структура локальной поверочной схемы