

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А. С. Никитин

«16» мая 2017 г.

Аппаратура геодезическая спутниковая
Trimble R1

Методика поверки

МП АПМ 42-17

г. Москва,
2017 г.

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую Trimble R1 (далее – аппаратура), производства «Trimble Inc.», США и устанавливает методику её первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

| №№ пункта | Наименование операции | Проведение операций при | |
|-----------|---|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 7.1. | Внешний осмотр | Да | Да |
| 7.2. | Опробование | Да | Да |
| 7.3. | Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей определения координат в режиме «Навигационный» | Да | Да |
| 7.4. | Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)» | Да | Да |

2 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны, приведённые в таблице 2.

Таблица 2.

| № пункта документа по поверке | Наименование эталонов и их основные метрологические и технические характеристики |
|-------------------------------|---|
| 7.1 | Эталон не применяются |
| 7.2 | Эталон не применяются |
| 7.3 | Имитатор сигналов СН-3805М, рег. № 54308-13 |
| 7.4 | Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 - фазовый светодальномер (тахеометр электронный) Линейные базисы по ГОСТ Р 8.750-2011 Рулетка РЗНЗК, КТ 3 по ГОСТ 7502-98. |

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на аппаратуру, имеющие достаточные знания и опыт работы с ней.

4 Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на аппаратуру, поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки и правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., № 2/21).

5. Условия проведения поверки

При проведении поверки в должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С..... (20±5)
- относительная влажность воздуха, %..... не более 80
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.).....84,0..106,7 (630..800)

- изменение температуры окружающей среды во время измерений, °С/чне более 2

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и при температуре окружающей среды в пределах, указанных в руководстве по эксплуатации аппаратуры.

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- аппаратуру и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- аппаратура должна быть установлена на специальных основаниях (фундаментах) или штативах, не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуру.

7.2 Опробование

При опробовании должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов аппаратуры;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов;
- идентификационные данные программного обеспечения (далее - ПО) должны соответствовать данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3.

| Идентификационное наименование ПО | МПО | Trimble TerraFlex | Trimble TerraSync | Trimble GPS Pathfinder Office |
|--|------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже | 4.96 | 3.4.7 | 5.80 | 5.80 |

Для идентификации МПО, установленного в приемник, необходимо запустить ПО «Trimble TerraSync», в главном меню программы выбрать раздел «Статус», затем выбрать пункт «Приемник». В качестве альтернативы в ПО «Trimble GNSS Status», установленном на мобильном устройстве, в главном меню программы необходимо выбрать пункт «Detailed Status».

Для идентификации ПО «Trimble TerraFlex», установленного на контроллере или другом внешнем устройстве, следует запустить ПО в главном меню программы выбрать пункт «О программе».

Для идентификации ПО «Trimble TerraSync», установленного на ПК или контроллере, следует запустить ПО – номер версии высвечивается при запуске программы. В качестве альтернативы, в главном меню программы выбрать раздел «Статус», затем выбрать пункт «О программе».

Для идентификации ПО «Trimble GPS Pathfinder Office», установленного на ПК, необходимо запустить ПО – номер версии высвечивается при запуске программы. В качестве альтернативы, в главном меню программы выбрать раздел «Помощь», затем выбрать пункт «О программе».

7.3 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей определения координат в режиме «Навигационный»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности определения координат в режиме «Навигационный» определяются с помощью имитатора сигналов космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Измерения следует выполнять в соответствии с руководством по эксплуатации при моделировании имитатором сигналов условий (сценария) неподвижности аппаратуры.

Собрать схему измерений с имитатором сигналов в соответствии с рисунком 1:

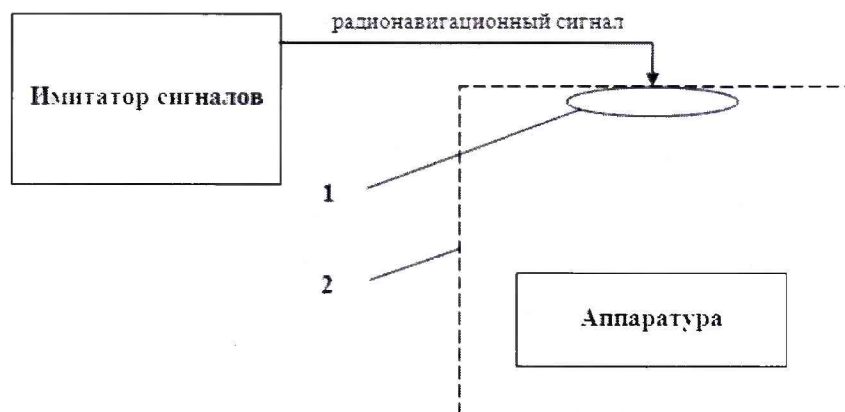


Рисунок 1 – Схема измерений

- 1 – переизлучающая антенна;
- 2 – экранированная камера (из состава имитатора сигналов)

Составить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 4. Отслеживать значение геометрического фактора PDOP (не должно превышать 4).

Таблица 4

| Наименование параметра имитации | Значение параметра имитации |
|---|--------------------------------|
| Формируемые спутниковые навигационные сигналы | ГЛОНАСС и GPS (код C/A без SA) |
| Продолжительность | 120 мин. |
| Количество каналов: | |
| ГЛОНАСС | 8 |
| GPS | 8 |
| Параметры среды распространения навигационных сигналов: | |
| тропосфера | отсутствует |
| ионосфера | присутствует |
| Координаты в системе координат WGS-84: | |
| - широта | 60°00'000000 N |
| - долгота | 030°00'000000 E |
| - высота, м | 100,00 |
| - высота геоида, м | 18,00 |

Запустить сценарий имитации.

Включить образцы аппаратуры и настроить их на сбор данных (измерений) в режиме «Навигационный» согласно требованиям руководства по эксплуатации. Настроить образцы аппаратуры на выдачу результатов измерений в протоколе NMEA. Осуществить запись измерений в формате NMEA сообщений с частотой 1 Гц в течение 120 минут, при условиях, указанных в таблице 5.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Провести постобработку собранных данных с помощью прикладного ПО на ПК.

Абсолютная погрешность измерения вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

$$\Delta_{X,Y,H} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_{iX,Y,H}}{n_{X,Y,H}} - S_{0X,Y,H} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{iX,Y,H} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{iX,Y,H}}{n_{X,Y,H}})^2}{n-1}}$$

где $\Delta_{X,Y,H}$ - погрешность измерений координат X, Y, H, мм;

$S_{0X,Y,H}$ - эталонные значения координат X, Y, H задаваемые имитатором сигналов, мм;

$S_{iX,Y,H}$ - измеренные аппаратурой значения координат X, Y, H, мм;

$n_{X,Y,H}$ - число измерений координат X, Y, H.

Примечание.

X, Y - прямоугольные координаты, полученные преобразованием сферических координат (широта, долгота,) по алгоритму ГОСТ Р 51794-2001 «Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек»

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений координат в режиме «Навигационный» должны соответствовать значениям, приведенным в Приложении 1 к настоящей методике поверки.

7.4 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)» определяется не менее чем 10-и кратным измерением контрольной длины базиса, действительное значения которой расположено в диапазоне от 0,1 до 3,0 км и определено электронным тахеометром 1 разряда по ГОСТ Р 8.750-2011.

Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требования руководства по эксплуатации.

Убедиться в правильности функционирования и отсутствии помех приему сигнала со спутников.

Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 4 настоящей методики.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Ещё раз измерить эталонным тахеометром длину базиса. Результат измерений не должен отличаться от значения L_0 , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если измеренная длина базиса отличается от значения L_0 , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить съёмку аппаратурой заново.

Абсолютная погрешность измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) определяется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta L = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n})^2}{n-1}}$$

где ΔL – погрешность измерений длины базиса в плане/по высоте, мм;
 L_0 – эталонное значение длины базиса в плане/по высоте, мм;
 L_i – измеренное аппаратурой значение длины базиса i измерением в плане/по высоте, мм;
 n – число измерений длины базиса.

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса определяется по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_0)^2}{n}}$$

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)» должны соответствовать значениям, приведенным в Приложении 1 к настоящей методике поверки.

Таблица 5

| Режим измерений | Количество спутников, шт. | Время измерений, мин. | Интервал между эпохами, с |
|---|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)» | ≥ 6 | 0,05÷0,20 | 1 |
| «Навигационный» | | 120 | |

Поверка проводится при устойчивом закреплении аппаратуры над пунктами, открытом небосводе, отсутствии электромагнитных помех и многолучевого распространения сигналов спутников, а также при хорошей конфигурации спутниковых группировок.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 8 настоящей методики поверки с указанием числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с допускаемыми значениями.

Рекомендуемый образец протокола поверки приведен в Приложении.

8.2 При положительных результатах поверки аппаратура признается годной к применению, и на неё выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки, и (или) оттиска поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки аппаратура признается непригодной к применению, и на неё выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



К.А. Ревин

Приложение 1 (обязательное)

Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|--|
| <p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Навигационный», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте | <p>±9000 ±15000</p> |
| <p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса¹⁾ (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане | <p>$\pm 2 \cdot (750 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ где D – измеряемое расстояние в мм</p> |
| <p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений координат в режиме «Навигационный», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте | <p>4500 7500</p> |
| <p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса¹⁾ в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане | <p>$750 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ где D – измеряемое расстояние в мм</p> |
| <p>¹⁾ - при длине базиса от 0 до 30 км</p> | |

Приложение 2 (рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ№

Дата и время проведения поверки:

Условия проведения поверки:

Аппаратура геодезическая спутниковая Trimble R1, зав. № _____

Внешний осмотр:

| Требования | Результаты поверки |
|---|--------------------|
| отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры | |
| наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуру | |

Опробование:

| Требования | Результаты поверки |
|---|--------------------|
| отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов аппаратуры | |
| правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей | |
| работоспособность всех функциональных режимов | |
| наименование ПО, номер его версии | |

Результаты поверки в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)»

| Измерение длины базиса | | |
|-----------------------------------|--|-------------------------|
| № изм. | Значение контрольного базиса в плане, мм | Результат измерения, мм |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| Среднее значение | | |
| Сист. составляющая | | |
| Случ. составляющая (2σ) | | |
| Абсолютная погрешность | | |
| Заявляемое значение, не более, мм | | |
| СКП, мм | | |
| Заявляемое значение, не более, мм | | |

Результаты поверки в режиме «Навигационный» предоставляются в форме отчёта, выдаваемого программным обеспечением имитатора сигналов космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS