

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 механическому (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:

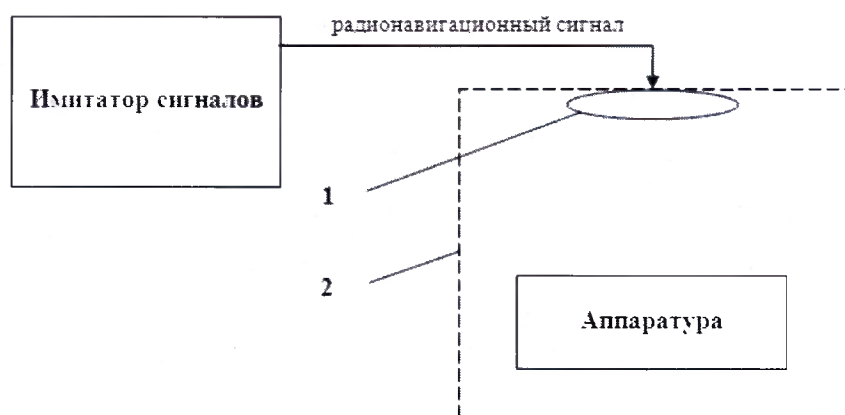


Рисунок 1 – Схема измерений

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:

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

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

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

$S_{i_{X,Y,H}}$ - 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