

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«21» мая 2019 г.

Аппаратура геодезическая спутниковая NovAtel модификаций
PW7700, PW7200

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 04-19

г. Москва,
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую NovAtel модификаций PW7700, PW7200, производства «NovAtel Inc.», Канада, (далее – аппаратуру) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.3	-	-
Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Статика»	7.3.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»	7.3.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений координат на неподвижном основании	7.3.3	Да	Да

2 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.1; 7.2	Эталон не применяются
7.3.1; 7.3.2	Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 - фазовый светодальномер (тахеометр электронный) Вспомогательные средства поверки: Рулетка измерительная металлическая Fisco, мод. UM3M (рег. № 67910-17)
7.3.3	Имитатор сигналов СН-3803М (рег. № 54309-13)

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 и поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки, а также 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 поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться, следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С (20±5)

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и при температуре окружающей среды в диапазоне от минус 40 до плюс 85.

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на эталонные средства измерений;
- 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 механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры;
- наличие маркировки и комплектности, необходимой для проведения измерений, согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуру.

7.2 Опробование

7.2.1 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.

7.2.2 Идентификация ПО «WayPoint GrafNav/GrafNet» производится через интерфейс пользователя путем выбора пунктов меню «Help» -> «About GrafNav». В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

Идентификация встроенного МПО аппаратуры производится через терминальную программу путем отправки на приемник запроса «LOG VERSION», приемник отправляет в ответ реплику в которой содержится информация о версии программного обеспечения.

Номер версии и наименование ПО должно соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	WebUI 2.4	WayPoint GrafNav/GrafNet
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	7.05.04	8.50

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной погрешностей измерения длин базисов в режиме «Статика»

Абсолютная погрешность измерений длин базисов в режиме «Статика» определяется путем многократных измерений (не менее 5) двух эталонных интервалов линейного базиса по ГОСТ Р 8.750-2011 или двух контрольных длин базиса, определённых фазовым

светодальномером (тахеометром электронным) 1 разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 и действительные значения которых расположены в диапазоне от 0 до 3 км.

Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее 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 требованиям эксплуатационной документации.

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 эксплуатационной документации.

При использовании контрольных длин базиса, ещё раз измерить эталонным дальномером их значения. Результат измерений не должен отличаться от значения L_{j_0} , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному дальномеру. В случае если измеренная длина отличается от значения L_{j_0} , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, необходимо повторить съёмку аппаратурой заново.

Провести обработку данных с использованием штатного ПО к аппаратуре.

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

$$\Delta L_j = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j} - L_{j_0} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(L_{j_i} - \frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j} \right)^2}{n_j - 1}},$$

где ΔL_j – погрешность измерений j длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_{j_0} – эталонное значение j длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_{j_i} – измеренное поверяемой аппаратурой значение j длины базиса i измерением в плане/по высоте, мм;

n_j – число измерений j длины базиса.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Статика» не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Абсолютная погрешность измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяется путем многократных измерений (не менее 10) эталонного интервала линейного базиса по ГОСТ Р 8.750-2011 или контрольной длины базиса, определённой фазовым светодальномером (тахеометром электронным) 1 разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 и действительное значение которого расположено в диапазоне от 0 до 3 км.

Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее 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 требованиям эксплуатационной документации.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

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 эксплуатационной документации.

При использовании контрольной длины базиса, ещё раз измерить эталонным дальномером её значения. Результат измерений не должен отличаться от значения L_{j_0} , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному дальномеру. В случае если измеренная длина отличается от значения L_{j_0} , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, необходимо повторить съёмку аппаратурой заново.

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

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

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.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

7.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений координат на неподвижном основании

Абсолютная погрешность определения координат на неподвижном основании определяется с помощью имитатора сигналов космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Измерения следует выполнять в соответствии с эксплуатационной документацией при моделировании имитатором сигналов условий (сценария) неподвижности аппаратуры.

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

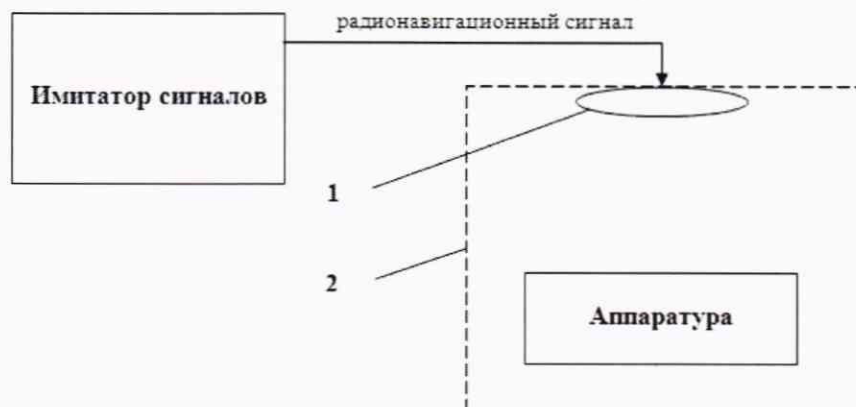


Рисунок 1 – Схема измерений

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 необходимом режиме 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:

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

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»

Значение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат на неподвижном основании не должно превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике проверки.

Таблица 5

Режим измерений	Количество спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
Статика	≥ 6	от 20 до 60	1
Кинематика, Кинематика в реальном времени (RTK)		от 0,05 до 0,20	
Измерение координат на неподвижном основании		120	
Поверка проводится при устойчивом закреплении поверяемой аппаратуры, открытом небосводе, отсутствии электромагнитных помех и многолучевого распространения сигнала 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 7 настоящей методики поверки с указанием числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с допускаемыми значениями.

8.2 При положительных результатах поверки, аппаратура признается годной к применению и на нее выдается свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) поверительного клейма.

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

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин базисов (при доверительной вероятности 0,95), мм в режимах: - «Статика»: - в плане - по высоте - «Кинематика в реальном времени (RTK)»: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (5,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10)$ $\pm 2 \cdot (20),$ где D – измеряемое расстояние в мм