

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин
«14» августа 2019 г.

Аппаратура геодезическая спутниковая
NovAtel модификаций
OEM719, OEM729, OEM7600, OEM7700, OEM7720

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 05-19

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую NovAtel модификаций OEM719, OEM729, OEM7600, OEM7700, OEM7720, производства «NovAtel Inc.», Канада, (далее – аппаратура) 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	Эталон не применяется
7.2	
7.3.1	Рабочий эталон 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2831 - фазовый светодальномер (электронный тахеометр) Рулетка измерительная металлическая UM3M (рег. № 67910-17)
7.3.2	
7.3.3	Рабочий эталон 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2831 - имитатор сигналов ГНСС.

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 эксплуатационную документацию на приборы и средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке.

4 Требования безопасности

При проведении поверки, должны соблюдаться требования по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на приборы и поверочное оборудование, правила по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки, а также правила 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 должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от -40 до +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

7.1.1 Проверить отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры.

7.1.2 Идентификация оборудования. Определение модификации аппаратуры производится через терминальную программу путем отправки на приемник запроса «LOG VERSION», приемник отправляет в ответ реплику, в которой содержится информация о модификации аппаратуры. Заводской номер аппаратуры нанесен непосредственно на печатную плату устройства.

7.1.3 Проверить наличие дополнительного оборудования, необходимого для проведения измерений, согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуру.

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, прибор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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 дополнительных принадлежностей, согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуру.;
- 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	OM7MR0504RN0000	WayPoint GrafNav/GrafNet
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	7.05.04	8.50

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, прибор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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 или двух контрольных длин базиса, определённых фазовым светодальномером (тахеометром электронным) 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2831 и действительные значения которых расположены в диапазоне от 0 до 3,0 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 или контрольной длины базиса, определённых фазовым светодальномером (тахеометром электронным) 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2831 и действительное значение которого расположено в диапазоне от 0 до 3,0 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 руководством по эксплуатации

при моделировании имитатором сигналов условий (сценария) неподвижности аппаратуры.
Собрать схему измерений с имитатором сигналов в соответствии с рисунком 1:

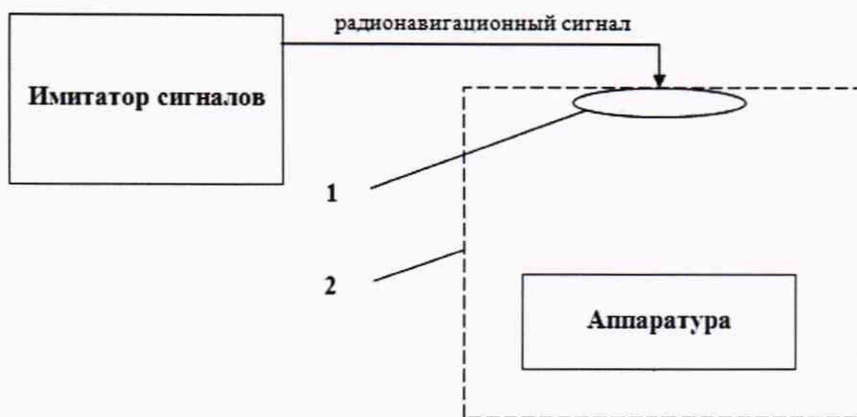


Рисунок 1 – Схема измерений

- 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 необходимом режиме согласно требованиям эксплуатационной документации. 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 эксплуатационной документации.

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;

$S_{0X,Y,H}$ - 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»

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

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 оформляют 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 оформляют 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 характеристики
Диапазон измерений длин базисов, м	от 0 до 30000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат на неподвижном основании (при доверительной вероятности 0,95), м: - в плане на частотах L1 (L1/ L2) - по высоте на частотах L1 (L1/ L2)	$\pm 1,5 (\pm 1,2)$ $\pm 2,5 (\pm 2,4)$
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	$\pm 2 \cdot (5,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0)$ $\pm 2 \cdot (20,0)$

где D – измеряемое расстояние в мм