



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»

А. С. Никитин

« 24 » 02 2016 г.

Аппаратура геодезическая спутниковая
TOPCON NET-G5, TOPCON GR-5, TOPCON Hiper V, SOKKIA GRX2

Методика поверки

МП АПМ 87-15

г. Москва,
2016 г.

1. Введение

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую TOPCON NET-G5, TOPCON GR-5, TOPCON Hiper V, SOKKIA GRX2, производства ООО «НПП ИЗЭП», 107023, г. Москва, ул. М.Семеновская, д. 9 стр.8, РФ, (далее – аппаратура) и устанавливает методику её первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

2. Операции поверки

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

Таблица 1

№№ пункта	Наименование операции	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
8.1.	Внешний осмотр	Да	Да
8.2.	Опробование	Да	Да
8.3.	Определение абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика»	Да	Да
8.4.	Определение абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»	Да	Да
8.5.	Определение абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»	Да	Да

3. 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
8.1	Эталон не применяются
8.2	Эталон не применяются
8.3-8.5	Фазовый светодальномер (тахеометр электронный) 1 разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 Эталонный линейный базис по ГОСТ 8.503
8.3-8.4	Рулетка РЗНЗК по ГОСТ 7502-98

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

4. Требования к квалификации поверителей

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

5. 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).

6. Условия проведения поверки

При проведении поверки в полевых условиях должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 40 до плюс 65
- 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 и порывов ветра.

7. 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.

8. Проведение поверки

8.1. 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.

8.2. 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	MAGNET Office Tools	MAGNET Field
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	1	1

Для идентификации ПО MAGNET Office Tools, необходимо запустить программу и после ее успешной загрузки войти в меню «Справка», затем «О программе». В появившемся окне отображается наименование и версия ПО.

Для идентификации ПО MAGNET Field, установленного на контроллер, необходимо войти в контекстное меню, посредством нажатия на виртуальную клавишу с литерой «М» в левом верхнем углу дисплея и в появившемся списке выбираем меню «О программе». В появившемся окне программы отображается наименование и версия ПО.

8.3. Определение абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика» определяется путем многократных измерений (не менее 5) двух контрольных длин базиса, действительные значения которых расположены в диапазоне (0,1 – 3,0) км и определены электронным тахеометром 1 разряда.

Установить образцы аппаратуры над центрами пунктов базиса, и привести спутниковые антенны образцов к горизонтальной плоскости.

Включить аппаратуру и настроить её на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений, согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Убедиться в нормальном ее функционировании и отсутствии помех приему сигналов со спутников. При наличии помех устранить их.

Провести одновременные измерения на образцах аппаратуры при условиях, указанных в таблице 4. Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Выполнить обработку наблюдений с использованием штатного ПО к аппаратуре.

Абсолютная погрешность измерений каждого базиса вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

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

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 аппаратурой значение j длины базиса i измерением в плане / по высоте, мм;

n_j - число измерений j длины базиса.

Абсолютная погрешность измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах «Статика», «Быстрая Статика» не должна превышать значений, указанных в Приложении 2 к настоящей методике поверки.

Средняя квадратическая погрешность измерений каждой длины базиса определяется по формуле:

$$m_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{j_i} - L_{j_0})^2}{n_j}}$$

Средняя квадратическая погрешность измерений каждой длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая Статика» не должна превышать значений, указанных в Приложении 2 к настоящей методике поверки.

8.4. Определение абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Абсолютная погрешность измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяется не менее чем 10-и кратным измерением контрольной длины базиса, действительное значение которой расположено в диапазоне (0,1 - 3,0) км и определено тахеометром электронным 1 разряда.

Установить образцы аппаратуры над центрами пунктов базиса, и привести спутниковые антенны образцов к горизонтальной плоскости. Измерить высоту установки аппаратуры над центрами пунктов с помощью рулетки.

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

Убедиться в нормальном ее функционировании и отсутствии помех приему сигналов со спутников. При наличии помех устранить их.

Провести одновременные измерения на образцах аппаратуры при условиях, указанных в таблице 4. Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Абсолютная погрешность измерений контрольной линии вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

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

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.

Абсолютная погрешность измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)» не должна превышать значений, указанных в описании типа.

Средняя квадратическая погрешность измерений контрольной длины базиса определяется по формуле:

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

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)» не должна превышать значений, указанных в Приложении 2 к настоящей методике поверки.

8.5. Определение абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»

Абсолютная погрешность измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» определяется не менее чем 10-и кратным измерением контрольной длины базиса, действительное значение которой расположено в диапазоне (0,1-3,0) км и определено тахеометром электронным 1 разряда.

Установить образцы аппаратуры над центрами пунктов эталонного базиса, и привести спутниковые антенны образцов к горизонтальной плоскости. Измерить высоту установки аппаратуры над центрами пунктов с помощью рулетки.

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

Убедиться в нормальном ее функционировании и отсутствии помех приему сигналов со спутников. При наличии помех устранить их.

Провести одновременные измерения на образцах аппаратуры при условиях, указанных в таблице 4. Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Абсолютная погрешность измерений контрольной линии вычисляется как сумма систематической и случайной погрешностей по выражению:

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

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.

Абсолютная погрешность измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» не должна превышать значений, указанных в описании типа.

Средняя квадратическая погрешность измерений контрольной длины базиса определяется по формуле:

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

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» не должна превышать значений, указанных в Приложении 2 к настоящей методике поверки.

Таблица 4

Режим измерений	Кол-во спутников, шт	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
Статика	≥ 6	30÷60	1
Быстрая статика		5÷15	
Кинематика		0,05÷0,20	
Кинематика в реальном времени (RTK)			
Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»			

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.

9. Оформление результатов поверки

9.1. 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 1.

9.2. 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.

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

Инженер ООО «Автопрогресс-М»



Скрипкина Т.А.

Результаты поверки в режиме «Кинематика»:

Эталонное значение базиса, мм		Результат измерений, мм		Погрешность измерений, мм		Заявляемое требование абсолютной погрешности, не более, мм	
в плане	по высоте	в плане	по высоте	в плане	по высоте	в плане	по высоте

Результаты поверки в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»:

Эталонное значение базиса, мм		Результат измерений, мм		Погрешность измерений, мм		Заявляемое требование абсолютной погрешности, не более, мм	
в плане	по высоте	в плане	по высоте	в плане	по высоте	в плане	по высоте

Результаты испытаний в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»:

Эталонное значение базиса, мм		Результат измерений, мм		Погрешность измерений, мм		Заявляемое требование абсолютной погрешности, не более, мм	
в плане	по высоте	в плане	по высоте	в плане	по высоте	в плане	по высоте

Средняя квадратическая погрешность измерений, в плане, мм – ...

Заявляемое требование средней квадратической погрешности, в плане, мм – ...

Средняя квадратическая погрешность измерений, по высоте, мм – ...

Заявляемое требование средней квадратической погрешности, по высоте, мм – ...

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (Обязательное)

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	TOPCON NET-G5	TOPCON GR-5
Диапазон измерений длины базиса, м	от 0 до 30 000	
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Статика», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, $\pm 2 \cdot (3,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, где D – измеряемое расстояние в мм	
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Статика», мм: - в плане - по высоте	$3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$, $3,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$, где D – измеряемое расстояние в мм	
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Быстрая статика», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, где D – измеряемое расстояние в мм	
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Быстрая статика», мм: - в плане - по высоте	$3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$, $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$, где D – измеряемое расстояние в мм	
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Кинематика», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, $\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, где D – измеряемое расстояние в мм	$\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, где D – измеряемое расстояние в мм
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика», мм: - в плане - по высоте	$8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$, $15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$, где D – измеряемое расстояние в мм	$5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$, $10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D$, где D – измеряемое расстояние в мм

<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$\pm 2 \cdot (8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ $\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>	$\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D),$
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$8 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ $15 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>	$5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ $10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D,$
<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 		$\pm 2 \cdot 400$ $\pm 2 \cdot 600$
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 		400 600

Наименование характеристики	Значение характеристики	
Модификация	TOPCON Hiper V	SOKKIA GRX2
Диапазон измерений длины базиса, м	от 0 до 30 000	
<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Статика», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$\pm 2 \cdot (3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ $\pm 2 \cdot (3,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>	
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Статика», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ $3,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>	

<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Быстрая статика», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$\pm 2 \cdot (3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Быстрая статика», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>
<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Кинематика», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$\pm 2 \cdot (10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ $\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ $15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>
<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$\pm 2 \cdot (10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ $\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ $15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ <p>где D – измеряемое расстояние в мм</p>
<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	$\pm 2 \cdot 400$ $\pm 2 \cdot 600$
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в плане - по высоте 	400 600