

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«21» июля 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Аппаратура геодезическая спутниковая
Leica GMX910, Leica iCG30

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 39-20

г. Москва,
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую Leica GMX910, Leica iCG30, производства «Leica Geosystems AG», Швейцария, (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 – Операции поверки

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 и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика»	7.3.1	Да	Да*
Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»	7.3.2	Да	Да*
Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»	7.3.4	Да	Да*

* В случае применения аппаратуры для работ, не требующих использования всех режимов измерений при периодической поверке по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка аппаратуры по сокращенному числу режимов измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки

2 Средства поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.1	Эталоны не применяются
7.2	
7.3.1	Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831 - фазовый светодальномер (тахеометр)
	Вспомогательные средства поверки:
7.3.2	Средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 1 до 30 км с погрешностью измерений приращений координат не более: в режиме «Статика»: - в плане $(3+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм - по высоте $(5+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»:
7.3.3	- в плане $(8+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм - по высоте $(15+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в режиме Дифференциальные кодовые измерения (DGPS): - в плане $(250+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм - по высоте $(250+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние в мм.

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 +65.

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.

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 принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов.

7.2.2 Для идентификации номера версии и наименования ПО провести следующие процедуры:

Для ВПО (встроенного программного обеспечения) модификации Leica GMX910:

- в ПО «Leica GNSS Spider» зайти в «Local Site Server», далее во вкладку «Site», далее выбрать пункт «Sensor comm 1», в столбце «Firmware Version» отображается версия встроенного программного обеспечения GMX910.

Для ВПО (встроенного программного обеспечения) модификации Leica iCG30:

- соединить приёмник iCG30 и контроллер Leica CC80, запустить ПО «Leica ICON Site», в окне «Установки» выбрать пункт «Устройства», далее выбрать профиль приёмника iCG30, нажать стрелку вправо, далее выбрать пункт «Загрузка ПО», в котором контролировать версию встроенного программного обеспечения iCG30.

Для ПО «Leica ICON Site»:

- запустить программу, зайти в меню «Система», далее выбрать «О программе»;
- в окне справа отображается наименование и версия ПО.

Для ПО «Leica Geo Office»:

- запустить программу, зайти в меню «Справка», далее выбрать «О программе»;
- в появившемся окне программы отображается наименование и версия ПО.

Для ПО «Leica Infinity»:

- запустить программу, зайти в меню «Help & Support», далее выбрать «About Leica Infinity»;

- в появившемся окне программы отображается наименование и версия ПО.

Для ПО «Leica GNSS Spider»:

- запустить программу, зайти в меню «Help», далее выбрать «About»;
- в появившемся окне программы отображается наименование и версия ПО.

Номер версии и наименование программного обеспечения должны соответствовать данным, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационное наименование ПО	ВПО (для модификации Leica GMX910)	ВПО (для модификации Leica iCG30)	Leica ICON Site	Leica Geo Office	Leica Infinity	Leica GNSS Spider
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	7.403	7.05	5.7.0	8.40	3.3.1	7.5.1

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 погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика» определяются путем многократных измерений (не менее 5) двух интервалов эталонного базисного комплекса или двух контрольных длин базиса, определённых фазовым светодальномером (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831 и действительные значения которых расположены в диапазоне от 0 до 30 км.

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

В качестве базовой станции использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30 км с погрешностью измерений приращений координат в режиме «Статика» не более:

- в плане $(3+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм;
- по высоте $(5+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм,

где D – измеряемое расстояние в мм.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям 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 программы.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

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:

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

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

n_j – число измерений j длины базиса.

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса определяется по формуле:

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

m – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса.

Значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений для каждой длины базиса в режиме «Статика» не должны превышать значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике поверки.

Абсолютная погрешность измерений длины базиса, длина которого находится в диапазоне от 3 до 30 км для больших длин допускается определять в режиме «Статика» по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3 до 30 км, в соответствии с п. 6.4. МИ 2408-97 «Аппаратура пользователей космических навигационных систем геодезическая. Методика поверки».

Следует последовательно устанавливать аппаратуру на пунктах, образующих треугольник и согласно руководству по эксплуатации выполнить измерения и вычислить приращения координат между пунктами.

Сумма приращений координат (невязка координат) не должна превышать значений, вычисленных по формуле:

$$W_{X,Y,Z} = \sqrt{(\Delta_{1X,Y,Z})^2 + (\Delta_{2X,Y,Z})^2 + (\Delta_{3X,Y,Z})^2},$$

где $W_{X,Y,Z}$ - невязка координат в плане/по высоте, мм;

$\Delta_{iX,Y,Z}$ - допустимые значения погрешности приращений координат для i стороны треугольника в плане/по высоте, мм, приведенных в Приложении А к настоящей методике проверки.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяются путем многократных измерений (не менее 10) интервала эталонного базисного комплекса или контрольной длины базиса, определённой фазовым светодальномером (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831 и действительное значение которого расположено в диапазоне от 0 до 30 км.

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

В качестве базовой станции использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30 км с погрешностью измерений приращений координат в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» не более:

- в плане $(8+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм;
- по высоте $(15+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм,

где D – измеряемое расстояние в мм.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям 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 программы.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

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.

Провести обработку данных с использованием штатного ПО к аппаратуре.

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

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

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.

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса определяется по формуле:

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

m – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса.

Значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» не должно превышать значения, приведенного в Приложении А к настоящей методике поверки.

7.3.3 Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» определяются путем многократных измерений (не менее 10) интервала эталонного базисного комплекса или контрольной длины базиса, определённой фазовым светодальномером (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831 и действительное значение которого расположено в диапазоне от 0 до 30 км.

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

В качестве базовой станции использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30 км с погрешностью измерений приращений координат в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» не более:

- в плане $(250+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм;
 - по высоте $(250+1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм,
- где D – измеряемое расстояние в мм.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям 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 программы.

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.

Провести обработку данных с использованием штатного ПО к аппаратуре.

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

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

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.

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса определяется по формуле:

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

m – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса.

Значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.


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	
	Leica GMX910	Leica iCG30
Диапазон измерений длины базиса, м	от 0 до 30 000	
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95), мм:		
- в режиме «Статика»:		
- в плане	$\pm 2 \cdot (3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$	-
- по высоте	$\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$,	-
- в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»:		
- в плане	$\pm 2 \cdot (8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$	$\pm 2 \cdot (10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
- по высоте	$\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$	$\pm 2 \cdot (20 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
- в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»:		
- в плане	$\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$	-
- по высоте	$\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$	-
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса мм:		
- в режиме «Статика»:		
- в плане	$3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$	-
- по высоте	$5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$,	-
- в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»:		
- в плане	$8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$	$10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$
- по высоте	$15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$	$20 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$
- в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»:		
- в плане	$250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$	-
- по высоте	$250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$,	-
	где D – измеряемое расстояние в мм	где D – измеряемое расстояние в мм