

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«16» декабря 2019 г.

Аппаратура геодезическая спутниковая  
PrinCe i90

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

МП АПМ 57-19

г. Москва,  
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую PrinCe i90, производства «Shanghai Huace Navigation Technology Ltd», КНР (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

№ п/п	Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3	-	-
3.1	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режимах «Статика», «Быстрая статика»	7.3.1	Да	Да
3.2	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом угла наклона	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»	7.3.4	Да	Да

## 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	Фазовый светодальномер (тахеометр) или эталонный базисный комплекс 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831; Рулетка измерительная металлическая УМЗМ (рег. № 67910-17)
7.3.2	
7.3.3	Фазовый светодальномер (тахеометр) или эталонный базисный комплекс 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831; Рулетка измерительная металлическая УМЗМ (рег. № 67910-17) Квадрант оптический КО-60М, $\pm 120^\circ$ , ПГ $\pm 30''$ (рег. №26905-04)
7.3.4	Фазовый светодальномер (тахеометр) или эталонный базисный

<p>комплекс 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831;          Рулетка измерительная металлическая УМЗМ (рег. № 67910-17)</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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 должны соблюдаться, следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С (от -45 до +75)

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов .

### 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 комплектность, 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 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом:



- для идентификации ПО «LandStar 7», установленного на контроллер, следует запустить ПО, перейти на вкладку «Настройки», открыть меню «ПО». Номер версии высвечивается в первой строке данного меню;

- для идентификации МПО «update\_i90\_v2.0.7\_b20190617.bin», установленного в аппаратуру, следует запустить аппаратуру, затем нажать кнопку «Fn» для выбора меню «Info» затем нажать кнопку «Питание».. Номер версии высветится в строке «Version»;

- для идентификации ПО «СНС Geomatics Office», установленного на ПК, необходимо запустить ПО, в главном экране выбрать вкладку «Поддержка», затем выбрать пункт «О программе».

Номер версии должен соответствовать данным приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	Идентификационное наименование ПО	update_i90_v2.0.7_b20190617.bin	LandStar 7
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	2.0.7	7.3.3.20191011	2.1.0.699

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режимах «Статика», «Быстрая статика»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длин базисов в режиме «Статика», «Быстрая статика» определяются путем многократных измерений (не менее 5) эталонного базисного комплекса 2 разряда 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 30,0 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 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.

При использовании контрольных длин базиса, ещё раз измерить эталонным тахеометром 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:

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

где  $\Delta L_j$  – 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 каждой из длин базиса определяется по формуле:

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

где  $m_j$  – средняя квадратическая погрешность измерений  $j$  длины базиса.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений для каждой из длин базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика» не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

### 7.3.2 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (РТК)»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (РТК)» определяются путем многократных измерений (не менее 10) эталонного базисного комплекса 2 разряда 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 30,0 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 руководства по эксплуатации.

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 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.

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

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



где  $\Delta L$  – 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:

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

где  $m$  – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (РТК)» не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

### 7.3.3 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (РТК)» с учетом угла наклона

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (РТК)» определяются путем многократных измерений (не менее 10) эталонного базисного комплекса 2 разряда 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 30,0 км.

Установить испытываемые образцы аппаратуры над центрами пунктов, расположенных на концах эталонного базиса и привести аппаратуру к горизонтальной плоскости. Один из образцов аппаратуры необходимо установить на веху.

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.

Наклоняя один из образцов аппаратуры в диапазоне от 0 до 85 °, не менее, чем в 5, фиксируемых при помощи квадранта, точках, провести одновременные измерения расстояния на образцах аппаратуры при условиях, указанных в таблице 4 настоящей методики поверки.

Затем вернуть наклоненный образец в горизонтальное положение.

Повернуть на 120° в горизонтальной плоскости.

Повторить процедуру 3 раза, до возвращения наклоненного образца в исходное положение.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

При использовании контрольной длины базиса, ещё раз измерить тахеометром её значения. Результат измерений не должен отличаться от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную тахеометру. 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:

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

- где  $\Delta L$  – 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:

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

где  $m$  – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом угла наклона должны соответствовать значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

#### 7.3.4 Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» определяются путем многократных измерений (не менее 10) эталонного базисного комплекса 2 разряда 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 30,0 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 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.

При использовании контрольной длины базиса, ещё раз измерить эталонным тахеометром 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  $\Delta L$  – 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 (DGPS)» не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

Таблица 4

Режим измерений	Кол-во спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
Статика, Быстрая статика	$\geq 6$	от 20 до 60	1
Кинематика, Кинематика в реальном времени (RTK)		от 0,05 до 0,20	
Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»			
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
Диапазон измерений длины базиса, м	от 0 до 30000
<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах, мм:</p> <p>- «Статика», «Быстрая статика», мм:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)</math></p> <p>- «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>\pm 2 \cdot (8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)</math></p> <p>- «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учётом наклона аппаратуры, мм*:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>\pm 2 \cdot (13 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot \alpha)</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>\pm 2 \cdot (18 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot \alpha)</math></p> <p>- «Дифференциальный кодовый (DGPS)», мм:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>\pm 2 \cdot (500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)</math>,</p> <p style="text-align: right;">где D – измеряемое расстояние в мм, α – угол наклона аппаратуры в градусах</p>	
<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме, мм:</p> <p>- «Статика», «Быстрая статика», мм:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D</math></p> <p>- «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D</math></p> <p>- «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учётом наклона аппаратуры, мм*:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>13 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot \alpha</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>18 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot \alpha</math></p> <p>- «Дифференциальный кодовый (DGPS)», мм:</p> <p style="padding-left: 20px;">- в плане <math>250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- по высоте <math>500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D</math>,</p> <p style="text-align: right;">где D – измеряемое расстояние в мм, α – угол наклона аппаратуры в градусах</p>	
* - допускается наклон от 0 до 85 °	