

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора,
Руководитель Метрологического центра
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«09» июня 2023 г.

МП АПМ 22-23

«ГСИ. Аппаратура геодезическая спутниковая PrinCe iBase.
Методика поверки»

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки аппаратуры геодезической спутниковой PrinCe iBase (далее – аппаратура), производства Shanghai Huace Navigation Technology Ltd., КНР, используемой в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.1 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины базиса, м	от 0 до 30000
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах: - «Статика», «Быстрая статика», мм - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм: - в плане - по высоте - «Дифференциальный кодовый (DGPS)», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режимах: - «Статика», «Быстрая статика», мм - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм: - в плане - по высоте - «Дифференциальный кодовый (DGPS)», мм: - в плане - по высоте	$2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Примечание: D – измеряемое расстояние в мм.	

1.2 Аппаратура до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежит первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр аппаратуры.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр аппаратуры, находящийся в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 199-2018 - ГПСЭ единицы длины.

1.6 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки аппаратуры должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)»	Да	Да	10.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25.

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков и порывов ветра при температуре от -40 до +60 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки аппаратуры достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10.1	Рабочие эталоны 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г., № 2831 – фазовый светодальномер (тахеометр), эталонный базисный комплекс	Тахеометр электронный Leica TS30 (рег. № 82995-21)
10.1	Рабочий эталон 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от «29» декабря 2018 г. – лента измерительная	Лента измерительная эталонная 3-го разряда рег. № 36469-07
Вспомогательное оборудование		
10.1	Средство измерений длины по Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от «29» декабря 2018 г. – рулетка измерительная металлическая	Рулетка измерительная металлическая UM5M (рег. № 22003-07)
8, 9, 10.1	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от -45 до +65 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (рег. № 46434-11)
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на аппаратуру и средства поверки, 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).

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида аппаратуры описанию типа средств измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние

на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п.3;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- аппаратуру и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией и выдержать при условиях, указанных в п.3 не менее 4 ч.;
- аппаратуру и средства поверки должны быть установлены в условиях, обеспечивающих отсутствия механических воздействий (вибрация, деформация, сдвиги).

8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность движения подвижных деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) выполняется в следующем порядке:

- для идентификации ПО «LandStar», установленного на контроллер, следует запустить ПО, нажать на кнопку «⇒», выбрать пункт «О программе». Номер версии отобразится в строке «Landstar»;

- для идентификации МПО, установленного в аппаратуру, необходимо подключиться к аппаратуре, используя ПО «LandStar» и выбрать пункт «Инфо» на вкладке «Настр.». Номер версии отобразится в строке «МПО»;

- для идентификации ПО «СНС Geomatics Office 2», установленного на ПК, необходимо запустить ПО, в главном экране выбрать вкладку «Поддержка», затем выбрать пункт «О программе».

Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать данным, приведённым в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	МПО	LandStar	СНС Geomatics Office 2
Идентификационное наименование ПО			
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 2.2.1.3	не ниже 8.0.1.20230516	не ниже 2.2.0.121
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	-	-	-

Если перечисленные требования не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений**10.1 Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базисов в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)»**

Диапазон, абсолютная погрешность и средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)» определяются путем многократных измерений (не менее 5 для режимов «Статика», «Быстрая статика» и не менее 10 для режимов «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)») двух контрольных длин базиса, определённых лентой измерительной 3 разряда и 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 3 км.

Абсолютная погрешность измерений длин базисов для больших длин определяется в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)» по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3 км до 30 км, в соответствии с п. 6.4. МИ 2408-97 «Аппаратура пользователей космических навигационных систем геодезическая. Методика поверки».

Установить испытываемую аппаратуру на пункте при помощи адаптера для закрепления на штативе таким образом, чтобы ось внешней ГНСС-антенны была вертикальной и находилась над центром пункта.

В качестве базовой станции допускается использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км, значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей которого не превышают значения, указанные в Приложении А настоящей методики поверки.

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 поверяемой аппаратурой при условиях, указанных в таблице 5 настоящей методики поверки.

Таблица 5

Режим измерений	Количество спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
«Статика», «Быстрая статика»	≥ 6	от 20,0 до 60,0	1
«Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)»		от 0,05 до 0,20*	
Испытания проводятся при устойчивом закреплении испытываемой аппаратуры, открытом небосводе, отсутствии электромагнитных помех и многолучевого распространения сигнала спутников, а также при хорошей конфигурации спутниковых группировок.			
* – после выполнения инициализации или достижения сходимости			

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации. Результат измерений не должен отличаться от значения L_{j_0} , полученного до начала съёмки аппаратурой,

более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае, если измеренная длина базиса 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.

Для определения абсолютной погрешности измерений длин базисов для больших длин следует последовательно устанавливать аппаратуру на пунктах, образующих треугольник и согласно руководству по эксплуатации выполнить измерения и вычислить приращения координат между пунктами.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Абсолютная погрешность измерений каждой длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)» определяется по формуле:

Абсолютная погрешность измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) определяется по формуле:

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

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:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (L_{ji} - L_{j_0})^2}{n_j}}$$

где m – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса;

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

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

n_j – число измерений j длины базиса.

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 таблице 1.

Значения диапазона, абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика с постобработкой», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)» не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

Если требования данного пункта не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки аппаратура признается пригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, аппаратура признается непригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 2 категории
ООО «Автопрогресс – М»



С.К. Нагорнов