

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

« 12 » 03

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система высокоточного взаимного позиционирования  
объектов по сигналам ГНСС ИВЯФ.466453.067

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-20-049 МП

р. п. Менделеево

2021 г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на систему высокоточного взаимного позиционирования объектов по сигналам ГНСС ИВЯФ.466453.067 (далее - система) в заводском номером 1418782558, изготовленную АО «Российские космические системы», г. Москва, и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – один год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,67	7.3	да	да
4 Идентификация программного обеспечения	7.4	да	да

2.2 В случае получения отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенной в таблице 1, поверка прекращается и система бракуется.

2.3 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Для поверки применять рабочие эталоны, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3	Рабочий эталон 3-го разряда - эталонные базисы и эталонные пространственные полигоны в диапазоне длин до 4000 км в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2831, предел допускаемой абсолютной погрешности эталонных базисов и эталонных пространственных полигонов $\Delta$ – от 1,5 до 300 мм; Линейка измерительная металлическая 300 мм по ГОСТ 427-75, регистрационный номер № 66266-16 в Федеральном информационном фонде; Рулетка измерительная металлическая 2 м 2 разряда по ГОСТ 7502-98, регистрационный номер № 46391-11 в Федеральном информационном фонде; Термогигрометры ИВА-6Н-КП-Д, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С; регистрационный номер № 46434-11 в Федеральном информационном фонде.

3.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик системы с требуемой точностью.

3.3 Применяемые при поверке СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (знаки поверки).

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 К проведению поверки системы допускается инженерно-технический персонал с высшим или средним техническим образованием аттестованный как поверители, ознакомленный с эксплуатационным документом (ЭД).

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в ЭД на используемые средства поверки;
- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- ГОСТ 12.1.040-83 «ССТБ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

#### **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ**

6.1 Поверку проводить в рабочих условиях применения эталонов и испытываемой системы:

- температура окружающего воздуха:
  - для оборудования, располагаемого вне отапливаемого помещения от минус 40 до плюс 50 °С;
  - для оборудования, располагаемого внутри отапливаемого помещения от плюс 10 до плюс 35 °С;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха, не более 80 %.

6.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке средств измерений;
- система и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

#### **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

7.1 Внешний осмотр

7.1.1. При внешнем осмотре системы установить:

- комплектность системы и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на систему, наличие поясняющих надписей;
- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей (при наличии);
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий (отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики);
- наличие и исправность съёмных накопителей измерительной информации (если они конструктивно предусмотрены) или управляющего ПЭВМ (в соответствии с ЭД);

Если перечисленные требования не выполняются, систему признают негодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.1.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1.1.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании должно быть установлено соответствие системы следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность системы во всех функциональных режимах;

Если перечисленные требования не выполняются, систему признают негодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.2.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты опробования удовлетворяют п. 7.2.1.

7.3 Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,67.

7.3.1 Для определения абсолютной погрешности измерений длины базиса в этом режиме следует выбрать три пункта кинематической сети эталонного геодезического стенда.

Установить на центральном пункте стенда один из внешних измерительных модулей испытуемой системы и привести его в рабочее состояние в соответствии с РЭ.

Второй измерительный модуль испытуемой системы поочередно устанавливать на выбранных пунктах сети эталонного геодезического стенда. Произвести совместные измерения обоими измерительными модулями в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», используя сигналы ГЛОНАСС/GPS, выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ.

Используя линии связи и телекоммуникационное оборудование, произвести передачу полученных результатов измерений на персональный компьютер (ПК), на котором установлено штатное ПО «Расчет взаимного положения в реальном времени», с помощью данного ПО произвести обработку выполненных результатов измерений, используя сигналы всех ГНСС и получить координаты пунктов.

Вычислить приращения координат между пунктами по формулам (1):

$$\begin{aligned}\Delta B_{изм_{ji}} &= B_{a_{ji}} - B_{b_{ji}}, \\ \Delta L_{изм_{ji}} &= L_{a_{ji}} - L_{b_{ji}}, \\ \Delta H_{изм_{ji}} &= H_{a_{ji}} - H_{b_{ji}},\end{aligned}\quad (1)$$

где  $B_{ji}$ ,  $L_{ji}$ ,  $H_{ji}$  – значения координат пункта, полученные в  $j$ -ый прием измерений;

$a_j$ ,  $b_j$ , ... – номера пунктов в  $j$ -ый прием измерений;

$j$  – номер приема измерения;

$i$  – номер базисной линии;

$\Delta B$ ;  $\Delta L$ ;  $\Delta H$  – приращения координат между пунктами в плане и по высоте.

Перевести значения приращения координат в плане (широты и долготы) из угловых секунд в метры по формулам (2):

- для широты:

$$\Delta B_{изм_{j(м)}} = \text{arc}1'' \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta B(c),$$

- для долготы:

$$\Delta L_{изм_{j(м)}} = \text{arc}1'' \frac{a(1-e^2)\cos B}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta L(c),$$

где  $a$  – большая полуось эллипсоида, м;

$e$  – первый эксцентриситет эллипсоида;

$1'' = 0,000004848136811095359933$  радиан ( $\text{arc} 1''$ ).

Определить по полученным данным расстояние, полученное по  $i$ -ой линии с помощью испытуемого приемника в  $j$ -ом приеме измерений между пункта в плане по формуле (3):

$$S_{изм_{ji}} = \sqrt{(\Delta B_{изм_{ji}(м)})^2 + (\Delta L_{изм_{ji}(м)})^2}, \quad (3)$$

и по высоте  $\Delta H_{изм_{ji}}$  по формуле (1).

Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане по формулам (4) и (5):

$$\Delta S_{ji} = S_{изм_{ji}} - S_{ист_i} , \quad (4)$$

$$dS_i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta S_{ji} , \quad (5)$$

где  $S_{изм_{ji}}$  – измеренная длина базиса;  $S_{ист_i}$  – действительное значение длины базиса;  $j$  – номер измерения;  $N$  – количество измерений.

Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса по высоте по формулам (6), (7):

$$\Delta H_{ji} = H_{изм_{ji}} - H_{ист_i} , \quad (6)$$

$$dH_i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta H_{ji} , \quad (7)$$

где  $H_{изм_{ji}}$  – измеренная высота;  $H_{ист_i}$  – действительное значение высоты;  $j$  – номер измерения;  $N$  – количество измерений.

Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности измерения длины базиса по формуле (8):

$$\sigma_{S_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta S_{ji} - dS_i)^2}{N-1}} . \quad (8)$$

Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса по высоте по формуле (9):

$$\sigma_{H_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta H_{ji} - dH_i)^2}{N-1}} . \quad (9)$$

Определить максимальную абсолютную погрешность (при доверительной вероятности 0,67) измерений длины базиса в плане по формуле (10):

$$П_{S_i} = \pm (|dS_i| + \sigma_{S_i}) , \quad (10)$$

и по высоте по формуле (11):

$$П_{H_i} = \pm (|dH_i| + \sigma_{H_i}) , \quad (11)$$

7.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,67 в диапазоне длин базиса от 0,07 до 30 км находятся в границах  $\pm(2 + 5,0 \cdot 10^{-7} \cdot D)$  мм в плане и  $\pm(3 + 7,0 \cdot 10^{-7} \cdot D)$  мм по высоте, где  $D$  – измеренная длина базиса в мм.

#### 7.4 Идентификация программного обеспечения

7.4.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) получить на персональном компьютере в главном окне ПО после запуска средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

7.4.2 Результаты занести в протокол.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	«Расчет взаимного положения в реальном времени»
Идентификационное наименование ПО	ИВЯФ.08676-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	v.7.8.4.1

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

8.2 При отрицательных результатах поверки система признается непригодной к применению и на нее выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин бракования.

Заместитель генерального  
директора – начальник НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Заместитель начальника НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела № 83 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Денисенко

И.С. Сильвестров

А.В. Мазуркевич