

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов  
2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная БАЗИС-3

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-23-020

р. п. Менделеево

2023 год

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную БАЗИС-3 (далее - аппаратура), изготавливаемую АО «ЭОМЗ», г. Москва, и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости аппаратуры к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика» и «Быстрая статика» при доверительной вероятности 0,95, измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,95.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость аппаратуры к государственному первичному специальному эталону единицы длины – метра ГЭТ 199-2018 по государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 2831 от 29 декабря 2018 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела МП	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средств измерений	10	да	да
Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика» и «Быстрая статика» при доверительной вероятности 0,95	10.1	да	да
Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,95	10.2	да	да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	11	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 1, поверка прекращается и аппаратура признается непригодной к применению.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих рабочим условиям применения эталонов и поверяемой аппаратуры:

- температура окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 40 °С в полевых условиях;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха до 80 %.

- 3.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:
- проверить комплектность аппаратуры, в соответствии с эксплуатационной документацией (далее - ЭД);
  - проверить наличие сведений о результатах поверки средств измерений, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
  - аппаратура и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области геодезических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на аппаратуру и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

#### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Средство измерений длины, рабочий эталон 3-го разряда - эталонные базы и эталонные пространственные полигоны, диапазон измерения длины до 4000 км, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta$ от 1,5 до 300 мм, в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2831	Полигон пространственный эталонный Краснодарский, регистрационный номер 53472-13 в Федеральном информационном фонде
10.2		
<i>Вспомогательные средства</i>		
10.1, 10.2	Средство измерений длины, диапазон измерений от 0,07 до 30 км, доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах «Статика» $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане, $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, «Кинематика в реальном времени (РТК)» $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане, $\pm 2 \cdot (10 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, где D - измеряемое расстояние, мм	Аппаратура геодезическая спутниковая EFT M4 RUS, регистрационный номер 87681-22 в Федеральном информационном фонде
10.1, 10.2	Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0 до 99 %, температуры от минус 20 °С до 60 °С, давления от 840 гПа до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений: влажности $\pm 2$ %; температуры $\pm 0,2$ °С; давления $\pm 3$ гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде

**Примечания:**

1 Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2 Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 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 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре аппаратуры установить:

- комплектность аппаратуры и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сравнения с ЭД на аппаратуру, наличие поясняющих надписей;
- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей;
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- наличие и исправность съёмных накопителей измерительной информации или управляющего ПЭВМ (в соответствии с ЭД);
- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае аппаратура бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При опробовании установить соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей (в соответствии с указаниями документа «Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная БАЗИС-3. Руководство по эксплуатации» (далее - РЭ);
- работоспособность аппаратуры с использованием всех функциональных режимов (в соответствии с указаниями п. «Сбор данных» РЭ);

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

8.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты опробования и проверки работоспособности удовлетворяют п. 8.1.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер ПО получить после запуска ПО (на главном окне программы или в его заголовке/через меню «О программе»).

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

Таблица 3 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение					
	Идентификационное наименование ПО	TRIUMPH-3 firmware	J-FIELD EDITION	J-MOBILE RU EDITION	NETVIEW & MODEM RU EDITION	JUSTIN RU EDITION
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.6.0 и выше	1.10.3 и выше	4.3 и выше	2.1.2.2 и выше	2.107.142 .31 и выше	1.5.13.02 и выше

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика» и «Быстрая статика» при доверительной вероятности 0,95

10.1.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в этих режимах следует выбрать четыре базисные линии, действительные значения длин которых равномерно расположены в диапазоне измерений длины базиса поверяемой аппаратуры, входящих в состав эталонного базиса или эталонного пространственного полигона (далее – эталон), аттестованного в качестве рабочего эталона 3-го разряда.

10.1.2 Установить поверяемую аппаратуру на пункты, расположенные на концах базисной линии, произвести измерения в режимах «Статика» и «Быстрая статика» (в соответствии с указаниями п. «Сбор данных» РЭ). Повторить измерения, указанные в данном пункте не менее 10 раз. Повторить вышеуказанные операции для оставшихся трех базисных линий.

Если при проведении поверки имеется в наличии только один экземпляр аппаратуры, то в качестве второго экземпляра аппаратуры использовать аппаратуру геодезическую спутниковую EFT M4 RUS (далее - приемник).

Используя USB-кабель произвести передачу результатов полученных измерений в персональный компьютер (далее - ПК), на котором установлено штатное программное обеспечение «GIODIS RU EDITION» или «JUSTIN RU EDITION» (далее - ПО), с помощью данного ПО произвести постобработку результатов выполненных измерений и получить приращения координат пунктов, определяющих базисные линии в метрах –  $\Delta B_{изм_{ji}}$ ,  $\Delta L_{изм_{ji}}$ ,  $\Delta H_{изм_{ji}}$ , где  $j=1...N$  – номер приема измерения,  $i=1...M$  – номер базисной линии.

10.1.3 Определить по полученным данным расстояние, полученное по  $i$ -ой линии с помощью испытываемой аппаратуры в  $j$ -ом приеме измерений между пункта в плане по формуле (1):

$$S_{изм_{ji}} = \sqrt{(\Delta B_{изм_{ji}})^2 + (\Delta L_{изм_{ji}})^2} , \quad (1)$$

10.1.4 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане –  $dS_i$  по формулам (2) и (3):

$$\Delta S_{ji} = S_{изм_{ji}} - S_{ист_i} , \quad (2)$$

$$dS_i = \frac{1}{N} * \sum_{j=1}^N \Delta S_{ji} , \quad (3)$$

где  $S_{ист_i}$  – значение длины базиса эталона;

$j$  – номер измерения;

$N$  – количество измерений.

Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса по высоте –  $dH_i$  по формулам (4) и (5):

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

$$dH_i = \frac{1}{N} * \sum_{j=1}^N \Delta H_{ji} , \quad (5)$$

где  $H_{ист_i}$  – значение высотной составляющей базиса эталона;

$j$  – номер измерения;

$N$  – количество измерений.

10.1.5 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) измерения длины базиса в плане по формуле (6):

$$\sigma_{Si} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta S_{ji} - dS_i)^2}{N-1}} , \quad (6)$$

Определить СКО измерения длины базиса по высоте по формуле (7):

$$\sigma_{H_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta H_{ji} - dH_i)^2}{N-1}}, \quad (7)$$

10.1.6 Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле (8):

$$П_{S_i} = \pm(|dS_i| + 2\sigma_{S_i}), \quad (8)$$

и по высоте по формуле (9):

$$П_{H_i} = \pm(|dH_i| + 2\sigma_{H_i}). \quad (9)$$

10.1.7 Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика» и «Быстрая статика» при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне длин базиса от 0,07 до 30 км находятся в границах  $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм в плане и  $\pm 2 \cdot (4,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм по высоте, где D - измеренная длина базиса в миллиметрах.

10.2 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,95

10.2.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика с постобработкой» выбрать пункт эталона и установить на него аппаратуру (если имеется только один экземпляр аппаратуры, то установить приемник) и ввести в ее память точные координаты точки установки антенны. В дополнение к этому пункту выбрать еще десять пунктов из состава эталона с известными координатами их взаимного планового и высотного положения. Действительные значения длин от выбранных десяти пунктов до пункта с установленной аппаратурой должны быть равномерно расположены в диапазоне измерений длины базиса поверяемой аппаратуры.

Поверяемую аппаратуру поочередно устанавливать на выбранных десяти пунктах эталона. Произвести на этих пунктах совместные измерения в режиме «Кинематика с постобработкой», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с п. «Сбор данных» РЭ.

Используя USB-кабель, произвести передачу полученных результатов измерений на, на котором установлено ПО, с помощью данного ПО произвести обработку выполненных результатов измерений и получить приращения координат пунктов, определяющих базисные линии в метрах –  $\Delta V_{изм_{ji}}$ ,  $\Delta L_{изм_{ji}}$ ,  $\Delta H_{изм_{ji}}$ , где  $j=1 \dots N$  – номер приема измерения,  $i=1 \dots M$  – номер базисной линии.

Определить по полученным данным расстояние, полученное по i-ой линии с помощью поверяемой аппаратуры в j-ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле (1).

Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (3) и (5).

Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (6) и (7).

Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле (8) и по высоте по формуле (9).

10.2.2 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в режиме реального времени (RTK)» произвести операции описанные в п. 10.2.1.

Поверяемую аппаратуру поочередно устанавливать на выбранных десяти пунктах эталона. Произвести на них измерения в режиме «RTK», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с п. «Сбор данных» РЭ.

Определить по полученным данным расстояние, полученное по  $i$ -ой линии с помощью поверяемой аппаратуры в  $j$ -ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле (1).

Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (3) и (5).

Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане и по высоте по формулам (6) и (7).

Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений длины базиса в плане по формуле (8) и по высоте по формуле (9).

10.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне длин базиса от 0,07 до 30 км находятся в границах  $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм в плане и  $\pm 2 \cdot (8,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм по высоте, где  $D$  - измеренная длина базиса в миллиметрах.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Процедура обработки результатов измерений метрологических характеристик приведены в п.п. 10.1.3 - 10.1.6.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

12.2 Результаты поверки оформить в соответствии с приказом № 2510 от 31.07.2020 г. Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Начальник отделения НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.М. Каверин

Заместитель начальника отделения  
по научной работе НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.С. Сильвестров

Начальник отдела № 83  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Мазуркевич