

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

2024 г.

«ГСИ. Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная RS-3S.
Методика поверки»

МП 651-24-046

р.п. Менделеево.

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную RS-3S (далее – аппаратура), изготовленную ООО «ТРИФ», Россия, 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 следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение характеристики
Режимы «Статика» и «Быстрая статика» ¹⁾ Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса при доверительной вероятности 0,95, мм в плане по высоте	$\pm 2 \cdot (2,5 + 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ ²⁾ $\pm 2 \cdot (4,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ ²⁾
Режимы «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» ^{1) 3)} Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины базиса при доверительной вероятности 0,95, мм в плане по высоте	$\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ ²⁾ $\pm 2 \cdot (8,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ ²⁾
Примечание: ¹⁾ Диапазон работы режима от 0,07 до 30 км, заявленные точностные характеристики достигаются при одновременном приеме сигналов ГНСС ГЛОНАСС и GPS. ²⁾ где D – измеряемое расстояние, мм. ³⁾ При работе аппаратуры в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» необходима базовая станция, метрологические характеристики которой должны быть не хуже, чем метрологические характеристики аппаратуры.	

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость аппаратуры к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 7 июня 2024 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций 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

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика» и «Быстрая статика» при доверительной вероятности 0,95	да	да	10.1
Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика с постобработкой» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» при доверительной вероятности 0,95	да	да	10.2
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и аппаратура признается непригодной к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

- температура окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 70 °С;
- 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 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
<p>10.1 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика» и «Быстрая статика» при доверительной вероятности 0,95</p> <p>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</p>	Средство измерений длины, рабочий эталон 3-го разряда - базы эталонные и пространственные полигоны, диапазон измерения длины от 0,01 до 4000 км, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин Δ от 1 до 1000 мм, в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной Приказом Росстандарта от 07.06.2024 № 1374	Полигон пространственный эталонный Тюменский, регистрационный номер 67319-17 в Федеральном информационном фонде
	Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0 % до 99%, температуры от -20 °С до плюс 60 °С, давления от 840 до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$, температуры $\pm 0,2$ °С, давления ± 3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)
	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» $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане, $\pm 2 \cdot (4,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, «Кинематика в реальном времени (RTK)» $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане, $\pm 2 \cdot (8 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, где D - измеряемое расстояние, мм	Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная БАЗИС-3, регистрационный номер 89470-23 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)
<p>Примечания:</p> <p>Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.</p> <p>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.</p>		

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее - 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 системы установить:

- комплектность аппаратуры и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на аппаратуру, наличие поясняющих надписей;
- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей;
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- 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;
- работоспособность аппаратуры.

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 программного обеспечения (далее – ПО) получить при подключении аппаратуры к персональному компьютеру средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	RS-3S firmware	NETVIEW & MODEM RU EDITION
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.2.01 и выше	2.3.6.1 и выше

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

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, входящие 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, проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7, произвести измерения в режимах «Статика» и

«Быстрая статика» (в соответствии с указаниями главы «Установка и съемка» 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 многочастотную БАЗИС-3 (далее - приемник).

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

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

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

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

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

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):

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

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

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):

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

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

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

и по высоте по формуле (9):

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

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. Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7.

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. «Установка и съемка» РЭ.

Используя USB-кабель, произвести передачу полученных результатов измерений на компьютер, на котором установлено ПО. С помощью данного ПО произвести обработку выполненных результатов 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.

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 с помощью аппаратуры измерения в режиме «RTK», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с п. «Установка и съемка» 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 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки аппаратуры передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 По заявлению владельца аппаратуры или лица, представившего ее на поверку, положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.3 По заявлению владельца аппаратуры или лица, представившего ее на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

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